

ГАРНОВ Игорь Олегович, аспирант отдела экологической и медицинской физиологии Института физиологии Коми научного центра Уральского отделения РАН (г. Сыктывкар). Автор 18 научных публикаций

ЧЕРНЫХ Алексей Анатольевич, младший научный сотрудник отдела экологической и медицинской физиологии Института физиологии Коми научного центра Уральского отделения РАН (г. Сыктывкар). Автор 31 научной публикации

ЛОГИНОВА Татьяна Петровна, кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела экологической и медицинской физиологии Института физиологии Коми научного центра Уральского отделения РАН (г. Сыктывкар). Автор 100 научных публикаций

ВАРЛАМОВА Нина Геннадьевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела экологической и медицинской физиологии Института физиологии Коми научного центра Уральского отделения РАН (г. Сыктывкар). Автор 141 научной публикации

ЦЕНКЕ Дитер, кандидат технических наук, директор фирмы «Strategie team» (Нойбранденбург, Германия). Автор 67 научных публикаций

БОЙКО Евгений Рафаилович, доктор медицинских наук, директор Института физиологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, заведующий кафедрой биохимии и экстремальной медицины медицинского института Сыктывкарского государственного университета имени Питирима Сорокина. Автор 420 научных публикаций, в т. ч. трех монографий, двух учебных пособий

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ В КОРРЕКЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ

В статье обсуждается влияние электромагнитного излучения крайне высокой частоты (ЭМИ КВЧ) на организм профессиональных лыжников-гонщиков (возраст – 18–27 лет). Участники были распределены на 2 группы – опытную и контрольную. Оценка функционального статуса проводилась дважды: до начала соревновательного периода и после него. Для определения функционального статуса использовался комплекс методов: определение показателей функции внешнего дыхания, антропометрических показателей и тест «до отказа» на эргоспирометрической системе «Oxuson Pro» («Erich Jaeger», Германия). В опытной группе ($n = 10$), получавшей курс воздействия ЭМИ КВЧ, наблюдались менее благоприятные тенденции изменения функционального статуса в покое при втором обследовании, но более благоприятные тенденции при выполнении велоэргометрического теста. В опытной группе при повторном обследовании после соревновательного периода на 5-й минуте восстановительного периода отмечено достоверно более быстрое восстановление частоты дыхания ($p < 0,05$). Также спортсмены опытной группы отмечали субъективное ощущение «ускоренного» восстановления после физической нагрузки на тренировках и соревнованиях. В контрольной группе, не получавшей курса ЭМИ КВЧ, при втором обследовании (после соревновательного периода) в восстановительном периоде после выполнения эргометрического теста мы наблюдали повышение диастолического давления, которое может отражать признаки перетренированности второго

типа: снижение ударного объема сердца, сердечного индекса и индекса кровообращения ($p < 0,05$). Таким образом, изучение влияния электромагнитного излучения крайне высокой частоты на организм спортсменов поможет уточнить показания к применению данного метода для реабилитации профессиональных спортсменов на разных этапах тренировочного и соревновательного периодов.

Ключевые слова: электромагнитное излучение крайне высокой частоты, лыжники-гонщики, велоэргометрия, тест «до отказа», функциональное состояние организма.

Объемы физических нагрузок, выполняемые спортсменами в тренировочном и соревновательном процессах, в настоящее время граничат с пределами физиологических возможностей организма, превышение которых может приводить к перетренированности и срыву адаптационных резервов организма спортсмена [1, с. 1210].

Одним из перспективных методов коррекции функционального состояния и восстановления функциональных резервов организма спортсменов в тренировочном процессе (ТП) и после соревнований является аппаратная физиотерапия, а именно: электромагнитное излучение крайне высокой частоты (ЭМИ КВЧ) [2, с. 857]. Крайне высокочастотная инфракрасная (КВЧ ИК) терапия является методом воздействия, основанным на различных биологических эффектах низкоинтенсивного электромагнитного излучения миллиметрового диапазона [3, с. 21].

В спорте высших достижений ЭМИ КВЧ активно применяется как средство функциональной реабилитации [2, с. 857] для повышения спортивной работоспособности [4, с. 7], для профилактики спортивной перетренированности [5, с. 23], а также с целью изменения уровня неспецифических адаптационных реакций организма и цитохимического показателя содержания катехоламинов в эритроцитах [6, с. 97]. Стимуляция акупунктурных точек при помощи ЭМИ КВЧ снижает мышечный тремор [7, с. 3] и боль [8, с. 617; 9, с. 11; 10, с. 290]. Применение ЭМИ КВЧ повышает функциональную устойчивость сердечно-сосудистой системы (ССС), что интегрально проявляется в сокращении времени восстановления кардиоритма после тестовой физической нагрузки в 2 раза [4, с. 7].

ЭМИ КВЧ эффективна для повышения резистентности организма спортсменов к экстремальным физическим нагрузкам, профилактики синдрома перетренированности [2, с. 867]. Реализация эффектов ЭМИ КВЧ способствует повышению функциональных возможностей спортсмена, выведению на уровень сверхвыносливости, сверхрезистентности, а значит, улучшению спортивных результатов и продлению периода активных выступлений [5, с. 23].

В доступной научной литературе мы не встретили информацию, касающуюся применения ЭМИ КВЧ для восстановления работоспособности лыжников-гонщиков, что послужило основанием для проведения настоящего исследования. Целью данной работы явилась оценка эффективности применения ЭМИ КВЧ для коррекции функционального состояния и восстановления резервов организма лыжников-гонщиков на фоне тренировочного и соревновательного периодов.

Материалы и методы. В обследовании приняло участие 20 лыжников-гонщиков, действующих членов сборных команд, в возрасте от 18 до 27 лет: 21,4 (18,75; 23,25), проживавших в условиях Европейского Севера (62° с. ш. и 51° в. д.). Из них – 10 кандидатов в мастера спорта, 9 мастеров спорта и 1 мастер спорта международного класса по лыжным гонкам. Рост обследованных колебался от 170 см до 185 см: 176 (172,75; 179,25), масса тела – от 62 до 77 кг: 71 (68,0; 72,0) кг. Все обследуемые получали одинаковую нагрузку в ТП и принимали участие в соревнованиях на чемпионатах страны и Республики Коми в 2015 году. Недельный микроцикл состоял из 5 тренировочных дней; общий километраж, выполняемый спортсменами за этот период, составлял 250 км.

Участники исследования были разделены случайным методом на 2 группы. Основную группу составили 10 спортсменов, которые получали курс из 15 процедур КВЧ-воздействия ежедневно, вечером после двух тренировок в день (утренняя – 1,5 ч, вечерняя – 2 ч) в течение 15 дней. Воздействие осуществлялось с помощью аппарата КВЧ-ИК терапии «СПИ-НОР» (исполнение «Биофактор»), излучателем с широкополосным шумовым спектром Ганна, лежащим в пределах от 37 до 78 ГГц.

Для воздействия мы использовали 6 проекций точек, аналогичных данным литературы [7, с. 2], приближенных к крупным суставам [3, с. 18] и найденных при помощи топографических маркеров. На нижних конечностях: проекция 1 расположена на 2 см ниже коленного сустава на внешней части голени; проекция 2 расположена под коленным суставом на внешней части голени, перед головкой берцовой кости (рис. 1).

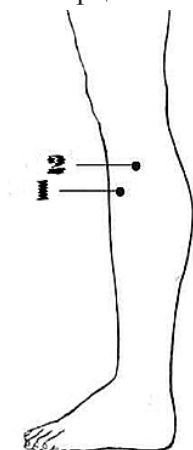


Рис. 1. Проекция точек на нижних конечностях

На верхних конечностях: проекция 3 – посередине между первым и вторым пальцем; проекция 4 – выше лучезапястного сустава на 3 см, в борозде между лучевой и локтевой костью на внешней стороне предплечья; проекция 5 – на медиальной поверхности лучевой кости, на 3 см ниже локтевого сгиба; проекция 6 определялась при согнутом локте на внешнем конце локтевой складки, на внешней медиальной стороне лучевой кости (рис. 2).

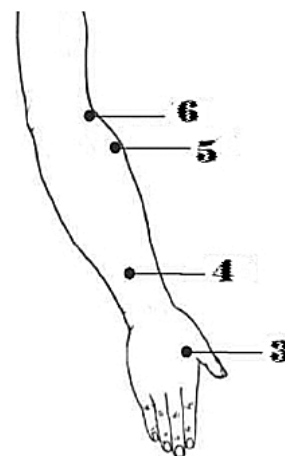


Рис. 2. Проекция точек на верхних конечностях

Спортсмены были обучены самостоятельно находить проекции точек. За одну процедуру КВЧ оказывалось воздействие на три пары симметричных проекций. В период с 1-й по 7-ю процедуры аппликации выполнялись на проекции 1, 3 и 5. С 8-й по 15-ю процедуру воздействия аппликации выполнялись на проекции 2, 4 и 6. Длительность аппликации на проекцию точки составляла 600 с.

В контрольную группу вошли 10 лыжников-гонщиков, не получавших процедур ЭМИ КВЧ. Из других восстановительных средств в обеих группах применялся общий ручной массаж (3 раза в неделю, длительность – 60 мин), выполняемый медсестрами по массажу, имеющими одинаковую квалификационную категорию. В перерывах между утренней и вечерней тренировками спортсменам рекомендовался сон длительностью 1,5 ч в абсолютно затемненных комнатах. Также 2 раза в неделю им назначалось посещение сауны длительностью 1 ч по схеме: три захода в суховоздушную парную по 7-10 мин и три периода отдыха по 10-12 мин. Температура суховоздушной парной составляла 90-100 °С, относительная влажность – 10-15 %. Кроме того, обе группы принимали витаминсодержащий БАД «Витабаланс Мультивит» по схеме, рекомендованной производителем [11, с. 56].

У спортсменов измеряли массу тела (кг) и рост (см) на медицинском весоростомере.

Жизненную емкость легких (ЖЕЛ) определяли на микропроцессорном спирографе «СПМ-01-«Р-Д». Систолическое (САД) и диастолическое артериальное давление (ДАД) измеряли методом Н.С. Короткова прибором «Microlife Model BP AG1-30». Для оценки функционального состояния организма спортсменов проводили велоэргометрический тест «до отказа» на эргоспирометрической системе «Oxycop Pro» («Erich Jaeger2», Германия) по следующему протоколу: покой лежа (2 мин), покой сидя (2 мин), педалирование без нагрузки (1 мин), ступенчатое увеличение нагрузки, начиная со 120 Вт с «шагом» 40 Вт каждые 2 мин вплоть до остановки теста. Скорость педалирования во время теста поддерживалась 60 об./мин.

После прекращения нагрузки наступала стадия восстановления (5 мин). В течение всего теста в режиме «breath by breath» с усреднением показателей по 15-секундным отрезкам определяли минутный объем дыхания (МОД), частоту дыхания (ЧД), потребление кислорода (ПК), максимальное потребление кислорода на кг массы тела (МПК), частоту сердечных сокращений (ЧСС) и кислородный пульс (КП), артериальное давление на каждом этапе пробы. Учитывали общее время выполнения велоэргометрической нагрузки (с), максимальную мощность нагрузки (Вт), время достижения вентиляторного порога анаэробного обмена (ПАНО). Рассчитывали ударный объем (УО) [12, с. 230], индекс кровообращения (ИК) [13, с. 77], сердечный индекс (СИ) [14, с. 430], а также заполняли анкету, где отмечали субъективные ощущения от восстановительных процедур.

Все спортсмены заполнили добровольное согласие на исследование, были ознакомлены с показаниями и противопоказаниями к процедуре ЭМИ КВЧ и с рисками, связанными с передозировкой. Перед велоэргометрией лыжники-гонщики получили подробную инструкцию по проведению тестирования. Протокол исследования был одобрен локальным комитетом Института физиологии Коми научного центра Уральского отделения РАН по этике.

Для статистической обработки результатов использовали программу «SPSS 13.0». Проверку

на нормальность распределения признаков проводили с использованием критерия Шапиро-Уилкса. Для определения достоверности применяли t-критерий Вилкоксона и U-критерий Манна-Уитни. Данные представлены в виде медианы (Me) и интерквартильного интервала (25 и 75 перцентилей). Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в исследовании принимался при $p < 0,05$ [15, с. 55].

Результаты и обсуждение. В группе лыжников, получавших воздействие ЭМИ КВЧ (основная группа), не отмечено статистически достоверных изменений показателей в состоянии покоя (табл. 1). В контрольной группе масса тела достоверно увеличилась ($p < 0,05$) на 2,1 %. Это может свидетельствовать об увеличении жировой массы тела, которая косвенно отражает ингибирование активности процессов липолиза, что уменьшает суммарный объем энергетики и приводит к снижению работоспособности [16, с. 27].

Показатели, характеризующие состояние кардиореспираторной системы в покое сидя, в основной и контрольной группах до и после воздействия достоверно не различались (см. табл. 1). Однако в основной группе выявлены тенденции к увеличению САД на 5,9 %, ДАД – на 1,3 %, ЧСС – на 1,6 %, МОД – на 18,3 %, ЖЕЛ – на 4,4 %, СИ – на 1,2 %, ПК – на 2,6 % и к уменьшению КП – на 27,0 %, ЧД – на 7,1 %, ИК – на 2,0 % и УО – на 1,0 %.

В контрольной группе выявлены тенденции к увеличению только респираторных показателей: МОД – на 8,0 %, ЖЕЛ – на 6,7 % и ПК – на 33 %; к уменьшению сердечно-сосудистых: ДАД – на 1,3 %, ЧСС – на 3,1 %, КП – на 13,3 %, ИК – на 5,1 %, УО – на 4,9 % и СИ – на 9,7 %; САД не изменилось. Анализируя СИ, мы определили, что в обеих группах преобладает эукинетический тип кровообращения. Тенденции к уменьшению сердечно-сосудистых показателей и увеличение респираторных в контрольной группе, по-видимому, можно расценить как более благоприятный факт.

Таблица 1

АНТРОПОФИЗИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ В ПОКОЕ СИДЯ У ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ

Показатель	Группа I (КВЧ-терапия)		Группа II (контроль)	
	1	2	1	2
Масса тела, кг	69,0 (67,2; 72,3)	69,0 (67,2; 72,3)	70,0 (68,2; 70,8)	71,5 (70,0; 72,0)*
ЧСС, уд./мин	63,5 (50,2; 68,0)	64,5 (50,2; 68,0)	63,5 (51,2; 70,7)	61,5 (56,5; 69,0)
ПК, л/мин	0,308 (0,229; 0,342)	0,316 (0,259; 0,375)	0,230 (0,201; 0,302)	0,306 (0,215; 0,384)
КП, мл/уд.	7,0 (5,8; 8,5)	5,1 (3,9; 6,8)	5,9 (4,9; 7,1)	5,3 (4,6; 6,3)
САД, мм Hg	112,0 (108,5; 119,5)	119,0 (108,5; 120,0)	119,0 (111,5; 120,0)	119,0 (107,0; 126,5)
ДАД, мм Hg	79,0 (73,5; 84,0)	80,0 (77,0; 81,5)	80,0 (71,0; 83,5)	79,0 (73,0; 88,0)
ИК, мл/мин/кг	59,3 (55,8; 63,1)	58,1 (56,8; 61,8)	60,3 (51,2; 71,1)	57,2 (55,1; 62,2)
УО, мл	51,1 (50,1; 57,8)	51,6 (50,5; 55,8)	52,9 (55,4; 52,9)	50,3 (51,3; 50,3)
СИ, л/мин/м ²	1,15 (0,99; 1,22)	1,17 (1,12; 1,33)	1,24 (1,32; 1,24)	1,12 (1,17; 1,12)
МОД, л/мин	10,7 (9,51; 15,1)	13,1 (10,6; 15,2)	11,2 (9,1; 13,9)	12,1 (11,2; 13,6)
ЖЕЛ, л	6,52 (5,82; 7,11)	6,82 (5,28; 6,71)	6,0 (5,51; 6,51)	6,41 (6,31; 6,71)
ЧД, мин ⁻¹	14,0 (10,2; 14,0)	13,0 (12,0; 15,5)	11,5 (10,3; 15,0)	12,0 (10,5; 13,5)

Примечание: * – $p < 0,05$ по сравнению с первым обследованием.

При выполнении теста на велоэргометре «до отказа» в обеих группах не отмечено статистически достоверных изменений функционального состояния организма (см. табл. 2).

В основной группе после воздействия ЭМИ КВЧ выявлены тенденции к увеличению значений на уровне ПАНО: мощности работы на кг массы тела – на 6,5 %, ЧСС – на 1,2 %, ПК – на 0,2 %, КП – на 4,0 %, УО – на 13,1 %, ДАД – на 4,6 %; САД не изменилось. Анализируя значения индексов, необходимо отметить тенденцию к их росту: ИК – на 14,7 %, СИ – на 23 %. В контрольной группе при втором обследовании на уровне ПАНО также увеличились: мощность работы – на 5,4 %, ЧСС – на 2,6 %, ПК – на 11,0 %, КП – на 10,7 %, ДАД – на 8 %; уменьшились: САД – на 2,4 %, УО – на 15 % (табл. 2). Расчетные индексы в этой группе имели тенденцию к уменьшению: ИК – на 13 %, СИ – на 15 %, что может отражать снижение адаптации к нагрузке [17, с. 78]. Таким образом, после воздействия ЭМИ КВЧ прирост показателей аэробной мощности на уровне ПАНО был больше и работа была выполнена более экономично: с меньшей ЧСС, ПК и КП и с увеличением значений индексов, что может

свидетельствовать о более высоком уровне тренированности [17, с. 78].

Показатели респираторной системы (ЧД и МОД) в обеих группах на уровне ПАНО во втором обследовании имели тенденции к увеличению: на 11,8, 9,21 % и 15,1, 4,16 % соответственно. Прирост значений, возможно, связан с увеличением в энергообеспечении физической работы анаэробных гликолитических процессов и гуморального стимула [18, с. 51]. В первой группе МОД увеличился за счет более частого дыхания, нежели во второй группе, что менее благоприятно [18, с. 49].

При повторном обследовании длительность аэробной нагрузки до наступления ПАНО в основной группе не изменилась, а в контрольной группе увеличилась на 18,5 %, что может свидетельствовать об увеличении времени работы в аэробном режиме.

Анализируя кардиореспираторные характеристики в момент отказа от нагрузки, необходимо отметить, что в основной группе были выявлены тенденции к росту САД на 5,31 %, УО – на 5,41 %, ИК – на 2,21 %, СИ – на 3,14 %, к уменьшению ЧСС на 1,36 %, ДАД – на 5 %, МПК – на 0,60 %, ПК – на 8 %, КП не изменился.

Таблица 2

**КАРДИОРЕСПИРАТОРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ
ВЕЛОЭРГОМЕТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ «ДО ОТКАЗА» У ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ**

Показатель	Группа I (КВЧ-терапия)		Группа II (контроль)	
	1	2	1	2
Мощность работы (ПАНО), Вт/кг	4,42 (4,23; 4,91)	4,71 (4,61; 4,72)	4,25 (4,03; 4,51)	4,48 (4,42; 4,73)
КП (ПАНО), мл/уд.	24,1 (22,6; 26,1)	25,1 (22,4; 26,2)	21,5 (20,0; 22,3)	23,8 (22,1; 25,2)
ЧСС (ПАНО), уд./мин	170,0 (163,5; 182,5)	172,0 (167,5; 181,5)	173,0 (171,0; 178,0)	177,5 (173,0; 182,0)
ПК (ПАНО), л/мин	4,210 (3,810; 4,410)	4,220 (3,990; 4,620)	3,730 (3,430; 4,130)	4,130 (4,030; 4,310)
САД (ПАНО), мм Hg	160,0 (142,0; 172,0)	160,0 (150,0; 176,0)	174,0 (160,0; 180,0)	170,0 (158,5; 179,0)
ДАД (ПАНО), мм Hg	65,0 (60,0; 80,0)	68,0 (52,5; 70,0)	74,0 (67,8; 80,0)	80,0 (71,5; 87,5)
ИК (ПАНО), мл/мин/кг	68,4 (59,1; 78,4)	78,5 (72,2; 84,6)	68,7 (60,9; 83,8)	59,7 (43,3; 77,4)
УО (ПАНО), мл	83,9 (72,2; 92,6)	94,9 (84,9; 103,7)	87,8 (77,1; 97,9)	74,7 (64,9; 92,5)
СИ (ПАНО), л/мин/м ²	4,93 (4,66; 6,31)	6,06 (5,19; 6,34)	5,45 (5,11; 6,28)	4,63 (4,26; 5,73)
МОД (ПАНО), л/мин	105,5 (93,2; 135,7)	118,0 (104,7; 127,5)	103,0 (94,7; 120,7)	118,5 (108,0; 146,0)
ЧД (ПАНО), л/мин	38,0 (33,5; 50,0)	41,5 (37,7; 46,5)	36,0 (30,5; 42,7)	37,5 (33,0; 45,0)
Время выполнения аэробной нагрузки, с	667,5 (581,2; 735,0)	667,5 (600,0; 746,2)	557,5 (502,5; 663,8)	660,0 (547,5; 675,0)
Мощность нагрузки «до отказа», Вт	360 (330; 390)	360 (330; 360)	360 (330; 360)	360 (330; 360)
КП при тах мощности, мл/уд.	24,8 (24,4; 25,3)	24,8 (20,2; 26,3)	23,8 (21,3; 25,2)	23,9 (20,6; 24,9)
ЧСС при тах мощности уд./мин	183,0 (178,0; 194,0)	180,5 (169,5; 190,5)	185,0 (181,5; 191,0)	186,5 (176,0; 193,5)
ПК при тах мощности, л/мин	4,610 (4,290; 4,740)	4,240 (3,750; 4,590)	4,440 (4,050; 4,540)	4,220 (3,840; 4,550)
САД при тах мощности, мм Hg	171,0 (160,0; 187,5)	180,0 (172,5; 190,0)	180,0 (174,0; 193,0)	188,0 (172,5; 190,0)
ДАД при тах мощности, мм Hg	80,0 (72,5; 87,5)	76,0 (70,0; 81,5)	80,0 (60,0; 87,5)	85,0 (63,0; 90,0)
ИК при тах мощности, мл/мин/кг	67,9 (59,3; 74,8)	69,4 (64,6; 80,2)	73,0 (57,2; 89,0)	62,7 (44,0; 87,6)
УО при тах мощности, мл	85,5 (77,9; 91,8)	90,1 (82,9; 97,2)	93,8 (94,9; 94,9)	81,5 (87,7; 87,8)
СИ при тах мощности, л/мин/м ²	5,73 (4,86; 6,14)	5,91 (5,32; 6,40)	6,68 (6,83; 6,68)	5,31 (5,78; 5,78)
Время выполнения нагрузки, с	755,0 (701,5; 847,5)	795,0 (705,0; 840,0)	742,0 (720,0; 761,2)	775,0 (740,0; 807,5)
МПК, мл/мин/кг	65,9 (63,5; 68,9)	65,5 (62,0; 66,4)	64,2 (55,1; 65,5)	63,0 (61,3; 66,0)

Во второй группе отмечены тенденции к росту САД на 4,44 %, ДАД – на 6,25 %, ЧСС – на 0,81 %, уменьшение УО на 13,1 %, МПК – на 1,86 %, ПК – на 5 %, ИК – на 14,1 % и СИ – на 20,5 %; КП практически не изменился, что является менее благоприятным признаком и может характеризоваться как снижение адаптации к нагрузке [18, с. 79]. Увеличение САД в основной группе на 5,31 % по сравнению с контрольной группой (4,44 %) может быть связано с более длительной физической работой в тесте. Значения индексов в основной группе выросли, что может характеризоваться как повышение адаптации ССС к нагрузке в виде увеличения выброса оксигенированной крови из левого желудочка сердца [20, с. 78], повышения транспорта O_2 в работающие мышцы [21, с. 6] и прироста работоспособности [22, с. 39].

Также отмечена тенденция к увеличению времени теста до «отказа» в обеих группах на 5,29 и 4,44 % соответственно при неизменной величине «критической» мощности. Это может косвенно отражать более длительное время работы основной группы в анаэробной зоне.

Таким образом, можно отметить, что основная группа характеризовалась более высокой тренированностью, более благоприятными показателями ССС на уровне ПАНО и в момент

«отказа от нагрузки», но менее экономной работой респираторной системы (достижение МОД за счет ЧД) при ПАНО и меньшей длительностью работы в аэробной зоне.

Наиболее выраженные различия между группами лыжников наблюдались на 5 мин восстановления после теста «до отказа» на велоэргометре (табл. 3).

В основной группе после курса воздействия ЭМИ КВЧ на 5-й минуте восстановления произошло более быстрое уменьшение ЧД на 10,2 % ($p < 0,05$), а в контрольной отмечено более медленное восстановление ДАД (на 36,0 %), уменьшение ИК, УО и СИ: на 25,0, 30,0 и 31,0 % соответственно ($p < 0,05$).

Достоверное урежение ЧД в основной группе (на 10,2 %), возможно, связано с экономизацией работы респираторных мышц и более быстрым восстановлением респираторной функции, что подтверждает и тенденция к увеличению ЖЕЛ в покое на 4,4 % (табл. 1).

В контрольной группе отмечено достоверное увеличение ДАД на 36 %, что, вероятнее всего, могло быть обусловлено снижением адаптационных механизмов, участвующих в восстановлении, и появлением первых признаков перетренированности второго типа [23, с. 26].

Таблица 3

КАРДИОРЕСПИРАТОРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА 5-й МИНУТЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСЛЕ ВЕЛОЭРГОМЕТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ У ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ

Показатель	Группа I (КВЧ-терапия)		Группа II (контроль)	
	1	2	1	2
ЧСС, уд./мин	98,5 (91,5; 108,0)	95,5 (80,5; 102,7)	105,5 (97,0; 111,0)	106,0 (97,0; 109,0)
ПК, л/мин	0,753 (0,709; 0,870)	0,642 (0,582; 0,737)	0,770 (0,649; 0,799)	0,683 (0,650; 0,723)
КП, мл/уд.	8,61 (7,91; 9,31)	7,81 (7,65; 8,71)	8,05 (7,61; 8,51)	8,05 (7,21; 8,71)
САД, мм Hg	122,0 (118,5; 130,0)	118,0 (115,0; 128,0)	127,0 (119,0; 131,5)	120,0 (117,0; 132,0)
ДАД, мм Hg	65,0 (58,5; 80,0)	70,0 (60,5; 78,5)	58,0 (50,5; 63,0)	79,0 (71,0; 80,0)*
ИК, мл/мин/кг	71,8 (59,1; 80,4)	63,9 (58,1; 69,6)	77,0 (59,6; 93,2)	57,4 (54,6; 60,2)*
УО, мл	71,4 (72,1; 73,4)	68,6 (69,7; 67,1)	79,8 (65,8; 92,8)	55,6 (53,7; 57,2)*
СИ, л/мин/м ²	2,70 (2,6; 2,72)	2,52 (2,52; 2,42)	3,21 (2,71; 3,42)	2,21 (1,91; 2,31)*
МОД, л/мин	31,5 (28,5; 34,7)	24,0 (22,5; 30,0)	29,5 (25,5; 35,0)	25,5 (24,0; 32,2)
ЧД, л/мин	24,5 (23,0; 27,0)	22,0 (21,0; 24,7)*	22,5 (19,5; 24,5)	23,0 (21,2; 24,0)

Примечание: * – $p < 0,05$ по сравнению с первым обследованием.

Во второй группе зафиксировано достоверно значимое уменьшение ИК на 25 %, что, вероятнее всего, можно объяснить тем, что в этой группе выражены процессы экономизации работы ССС при восстановлении. В этой же группе зафиксировано статистически достоверное снижение УО на 30 % и СИ на 31 %, что может являться прогностическим критерием повышения экономизации функций в покое [23, с. 26]. Снижение СИ проявилось в динамике перехода с эукинетического типа реакции кровообращения на гипокINETический тип реакции, который расценивается как менее эффективный, при этом появляются признаки напряжения функционирования ССС, такие как повышение тонуса резистивных и емкостных сосудов, что обуславливает меньший венозный возврат крови к правому желудочку сердца [24, с. 65].

В основной группе выявлены тенденции к увеличению ДАД на 7,69 % и к уменьшению ЧСС на 3,04 %, САД – на 3,27 %, УО – на 3,92 %, КП – на 9,29 %, ПК – на 14 %, ИК – на 11,0 %, СИ – на 6,66 %, МОД – на 31,2 %. На уровне значений для гипокINETического типа остался СИ.

В контрольной группе выявлены тенденции к увеличению кардиореспираторных показателей: ЧСС – на 0,47 %, ЧД – на 2,22 %; уменьшению: САД – на 5,51 %, МОД – на 13,5 % и ПК – на 11,3 %; не изменился КП.

Таким образом, первая группа характеризовалась достоверно ($p < 0,05$) более быстрым

восстановлением ЧД, а вторая группа достоверно ($p < 0,05$) более медленным восстановлением ДАД и быстрым восстановлением УО, ИК и СИ. Можно предположить, что меньшее время выполнения теста второй группой лыжников способствовало более быстрому восстановлению ряда показателей на фоне первых признаков перетренированности. Необходимо отметить субъективные ощущения спортсменов и объективные спортивные результаты получавших воздействие ЭМИ КВЧ. 80 % спортсменов отмечали субъективные ощущения «ускорения» восстановления после перенесенных тренировочных нагрузок и соревнований, легкость в мышцах конечностей, повышение работоспособности. По результатам спортивного сезона двое лыжников-гонщиков из основной группы стали чемпионами России по лыжным гонкам.

Заключение. Показано, что применение ЭМИ КВЧ с целью функциональной реабилитации в ТП спортсменов высокой квалификации, с учетом периодизации годового тренировочного цикла в спорте высших достижений, имеет большое прикладное значение. Дальнейшее изучение влияния ЭМИ КВЧ на организм спортсменов в динамике ТП позволит уточнить показания к применению этого метода реабилитации организма профессиональных спортсменов на разных этапах тренировочного и соревновательного периодов.

Список литературы

1. Гарнов И.О., Кучин А.В., Ломов Е.А., Бойко Е.Р. Использование терпентиновых эмульсий в функциональной реабилитации лыжников-гонщиков высокой квалификации на осеннем этапе подготовительного периода тренировок // Изв. Сам. науч. центра Рос. акад. наук. 2014. Т. 16, № 5–4. С. 1209–1211.
2. Медведев Д.С., Филиппов В.Л., Филиппова Ю.В. К вопросу применения КВЧ-терапии в спортивной медицине // Фундам. исслед. 2013. № 9. С. 856–860.
3. Теппоне М. КВЧ-Пунктура (крайне высокочастотная пунктура). М., 1997. 314 с.
4. Черненко О.В. Практическое внедрение КВЧ-терапии и реализация ее преимуществ в спортивной деятельности // Вестн. ТГПУ. Сер.: Педагогика (Физ. культура). 2007. № 5(68). С. 6–9.
5. Азарова Н.О., Октябрьская Е.В., Сеницкий А.А., Трегубов Д.В., Селедцов А.П., Медведев Д.С., Попечитель Е.П. Применение КВЧ-терапии для профилактики синдрома перетренированности у спортсменов // Мед. алфавит. 2010. Т. 1, № 4. С. 22–24.

6. Грабовская Е.Ю., Нагаева Е.И., Назар М.О. Роль ЭМИ КВЧ в коррекции функционального состояния симпатoadренальной системы и типов неспецифических адаптационных реакций организма спортсменов // Уч. зап. Тавр. нац. ун-та им. В.И. Вернадского. Сер.: Биология, химия. 2011. Т. 24(63), № 2. С. 97–106.
7. Usichenko T.I., Gizhko V.V., Wendt M. Goal-Directed Acupuncture in Sports–Placebo or Doping? // Evid. Based Complement. Alternat. Med. 2011. Vol. 2011. P. 253–257.
8. Usichenko T.I., Edinger H., Witstruck T., Pavlovic D., Zach M., Lange J., Gizhko V.V., Wendt M., Koch B., Lehmann C. Millimetre Wave Therapy for Pain Relief After Total Knee Arthroplasty: A Randomised Controlled Trial // Eur. J. Pain. 2008. Vol. 12, № 5. P. 617–623.
9. Usichenko T.I., Ivashkivsky O.I., Gizhko V.V. Treatment of Rheumatoid Arthritis with Electromagnetic Millimeter Waves Applied to Acupuncture Points—a Randomized Double Blind Clinical Study // Acupunct. Electrother. Res. 2003. Vol. 28, № 1–2. P. 11–18.
10. Usichenko T.I., Herget H.F. Treatment of Chronic Pain with Millimetre Wave Therapy (MWT) in Patients with Diffuse Connective Tissue Diseases: A Pilot Case Series Study // Eur. J. Pain. 2003. Vol. 7, № 3. P. 289–294.
11. Пилят Т.Л., Петухов А.Б., Волкова Л.Ю., Овсянникова М.В. Практические рекомендации по выбору БАД к пище. Алгоритмы выбора и схемы применения при различных расстройствах жизнедеятельности организма: справочное пособие для специалистов аптек / под ред. В.А. Тутельяна. М., 2012. 192 с.
12. Юрьев В.В., Симаходский А.С., Воронович Н.Н. Рост и развитие ребенка. СПб., 2003. 272 с.
13. Аринчин Н.И. Проблема тензии и тонии в норме и патологии кровообращения // Физиология человека. 1978. Т. 4, № 3. С. 426–435.
14. Дембо А.Г., Земцовский Э.В. Спортивная кардиология: рук. для врачей. Л., 1989. 464 с.
15. Гланц С. Медико-биологическая статистика. М., 1998. 459 с.
16. Исаев А.П., Кравченко А.А., Эрлих В.В., Комельков С.А., Хусаинова Ю.Б., Острецов Н.И. Полифункциональная и метаболическая оценка организма лыжников-гонщиков высокой и высшей квалификации – участников Чемпионата России // Вестн. ЮУрГУ. Сер.: Образование, здравоохранение, физ. культура. 2012. № 28. С. 27–31.
17. Цехмистро Л.Н. Адаптация функционального состояния сердечно-сосудистой системы лыжников в подготовительном периоде двухлетней подготовки // Экол. вестн. 2012. № 2(12). С. 73–77.
18. Лысенко Е.Н. Особенности структуры дыхательной реакции квалифицированных спортсменов при нагрузках различной интенсивности // Наука в олимп. спорте. 2013. № 2. С. 48–52.
19. Ванюшин Ю.С., Хайрулин Р.Р. Компенсаторно-адаптационные реакции кардиореспираторной системы в онтогенезе при функциональных нагрузках // Наука и спорт: современ. тенденции. 2015. Т. 7, № 2. С. 71–77.
20. Ванюшин М.Ю. Роль сердечного выброса при обеспечении организма кислородом у спортсменов во время нагрузки повышающейся мощности // Пед.-психол. и мед.-биол. проблемы физ. культуры и спорта. 2010. № 1(14). С. 5–8.
21. Антонов А.А. Безнагрузочная оценка функционального состояния организма спортсменов // Поликлиника. 2013. № 1. С. 37–41.
22. Платонов В.В. Перетренированность в спорте // Наука в олимп. спорте. 2015. № 1. С. 19–31.
23. Апанасенко Г.Л. Здоровье спортсмена // Вестн. Балт. пед. акад. Сер.: Актуал. науч.-пед. проблемы. 2004. № 56. С. 25–30.
24. Яценко А.Л., Тайболина Л.И., Михайлов А.С. Динамика функциональной подготовленности гребцов на байдарках и каноэ в процессе годичной тренировки // Наука в олимп. спорте. 2003. № 1. С. 63–66.

References

1. Garnov I.O., Kuchin A.V., Lomov E.A., Boyko E.R. Ispol'zovanie terpentinovyykh emul'siy v funktsional'noy reabilitatsii lyzhnikov-gonshchikov vysokoy kvalifikatsii na osennem etape podgotovitel'nogo perioda trenirovok [Use of Turpentine Emulsions in Functional Rehabilitation of High Qualification Sky-Racers at the Autumn Stage of the Preparatory Training Period]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*, 2014, vol. 16, no. 5–4, pp. 1209–1211.
2. Medvedev D.S., Filippov V.L., Filippova Yu.V. K voprosu primeneniya KVCh-terapii v sportivnoy meditsine [The Problem of Application of EHF-Therapy in Sports Medicine]. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2013, no. 9, pp. 856–860.

3. Teppone M. *KVCh-Punktura (krayne vysokochastotnaya punktura)* [EHF-Puncture (Extremely High Frequency Puncture)]. Moscow, 1997. 314 p.
4. Chernenko O.V. Prakticheskoe vnedrenie KVCh-terapii i realizatsiya ee preimushchestv v sportivnoy deyatel'nosti [Practical Implementation of EHF-Therapy and Realization of Its Benefits in Sports]. *Vestnik TGPU. Ser.: Pedagogika (Fizicheskaya kul'tura)*, 2007, no. 5(68), pp. 6–9.
5. Azarova N.O., Oktyabr'skaya E.V., Sinit'skiy A.A., Tregubov D.V., Seledtsov A.P., Medvedev D.S., Popechitelev E.P. Primenenie KVCh-terapii dlya profilaktiki sindroma peretrenirovannosti u sportsmenov [EHF-Therapy for the Prevention of Overtraining Syndrome in Athletes]. *Meditsinskiy alfavit*, 2010, vol. 1, no. 4, pp. 22–24.
6. Grabovskaya E.Yu., Nagaeva E.I., Nazar M.O. Rol' EMI KVCh v korrektsii funktsional'nogo sostoyaniya simpatoadrenalovoy sistemy i tipov nespetsificheskikh adaptatsionnykh reaktsiy organizma sportsmenov [Role of Ultra-High Frequency Electromagnetic Field (UNF EMF) in the Functional Correction of the Sympathoadrenal System and Types of Nonspecific Adaptation Reactions in Athletes]. *Uchenye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Ser.: Biologiya, khimiya*, 2011, vol. 24(63), no. 2, pp. 97–106.
7. Usichenko T.I., Gizhko V.V., Wendt M. Goal-Directed Acupuncture in Sports—Placebo or Doping? *Evid. Based Complement. Alternat. Med.*, 2011, vol. 2011, pp. 253–257.
8. Usichenko T.I., Edinger H., Witstruck T., Pavlovic D., Zach M., Lange J., Gizhko V.V., Wendt M., Koch B., Lehmann C. Millimetre Wave Therapy for Pain Relief After Total Knee Arthroplasty: A Randomised Controlled Trial. *Eur. J. Pain*, 2008, vol. 12, no. 5, pp. 617–623.
9. Usichenko T.I., Ivashkiy O.I., Gizhko V.V. Treatment of Rheumatoid Arthritis with Electromagnetic Millimeter Waves Applied to Acupuncture Points—a Randomized Double Blind Clinical Study. *Acupunct. Electrother. Res.*, 2003, vol. 28, no. 1–2, pp. 11–18.
10. Usichenko T.I., Herget H.F. Treatment of Chronic Pain with Millimetre Wave Therapy (MWT) in Patients with Diffuse Connective Tissue Diseases: A Pilot Case Series Study. *Eur. J. Pain*, 2003, vol. 7, no. 3, pp. 289–294.
11. Pilat T.L., Petukhov A.B., Volkova L.Yu., Ovsiannikova M.V. *Prakticheskie rekomendatsii po vyboru BAD k pishche. Algoritmy vybora i skhemy primeneniya pri razlichnykh rasstroystvakh zhiznedeyatel'nosti organizma* [Guidelines on the Choice of Food Supplements. Selection Algorithms and Application Schemes for Various Disorders of the Body's Vital Functions]. Moscow, 2012. 192 p.
12. Yur'ev V.V., Simakhodskiy A.S., Voronovich N.N. *Rost i razvitie rebenka* [Child Growth and Development]. St. Petersburg, 2003. 272 p.
13. Arinchin N.I. Problema tenzii i tonii v norme i patologii krovoobrashcheniya [The Problem of “Tensia” and “Tonia” in Normal and Pathological Circulation]. *Fiziologiya cheloveka*, 1978, vol. 4, no. 3, pp. 426–435.
14. Dembo A.G., Zemtsovskiy E.V. *Sportivnaya kardiologiya* [Sports Cardiology]. Leningrad, 1989. 464 p.
15. Glantz S. *Primer of Biostatistics*. The McGraw-Hill Companies, Inc. 1997 (Russ. ed.: Glants S. *Mediko-biologicheskaya statistika*. Moscow, 1998. 459 p.).
16. Isaev A.P., Kravchenko A.A., Erlikh V.V., Komel'kov S.A., Khusainova Yu.B., Ostretsov N.I. Polifunktsional'naya i metabolicheskaya otsenka organizma lyzhnikov-gonshchikov vysokoy i vysshey kvalifikatsii – uchastnikov Chempionata Rossii [Multifunctional and Metabolic Assessment of the Body of High- and Top-Qualification Country Racers Taking Part in the Russian Championship]. *Vestnik YuUrGU. Ser.: Obrazovanie, zdravookhraneniye, fizicheskaya kul'tura*, 2012, no. 28, pp. 27–31.
17. Tsekhmistro L.N. Adaptatsiya funktsional'nogo sostoyaniya serdechno-sosudistoy sistemy lyzhnikov v podgotovitel'nom periode dvukhletney podgotovki [Adaptation of the Functional State of the Cardiovascular System in Skiers During the Preparatory Period of Two Years' Training]. *Ekologicheskii vestnik*, 2012, no. 2(12), pp. 73–77.
18. Lysenko E.N. Osobennosti struktury dykhatel'noy reaktsii kvalifitsirovannykh sportsmenov pri nagruzkakh razlichnoy intensivnosti [Features of the Structure of Respiratory Response to Physical Exertion of Different Intensity in Elite Athletes]. *Nauka v olimpiyskom sporte*, 2013, no. 2, pp. 48–52.
19. Vanyushin Yu.S., Khayrulin R.R. Kompensatorno-adaptatsionnye reaktsii kardiorespiratornoy sistemy v ontogeneze pri funktsional'nykh nagruzkakh [Compensatory and Adaptation Responses of the Cardiorespiratory System in Ontogenesis During Functional Loads]. *Nauka i sport: sovremennyye tendentsii*, 2015, vol. 7, no. 2, pp. 71–77.
20. Vanyushin M.Yu. Rol' serdechnogo vybrosa pri obespechenii organizma kislorodom u sportsmenov vo vremya nagruzki povyshayushcheysya moshchnosti [The Role of Cardiac Output in Providing an Athlete's Body with Oxygen During Increasing Load]. *Pedagogiko-psikhologicheskie i mediko-biologicheskie problemy fizicheskoy kul'tury i sporta*, 2010, no. 1(14), pp. 5–8.

21. Antonov A.A. *Beznagruzochnaya otsenka funktsional'nogo sostoyaniya organizma sportsmenov* [No-Loads Assessment of Functional State of Athlete's Body]. *Poliklinika*, 2013, no. 1, pp. 37–41.
22. Platonov V.V. *Peretrenirovannost' v sporte* [Overtraining in Sports]. *Nauka v olimpiyskom sporte*, 2015, no. 1, pp. 19–31.
23. Apanasenko G.L. *Zdorov'e sportsmena* [Athletes' Health]. *Vestnik Baltiyskoy pedagogicheskoy akademii. Ser.: Aktual'nye nauchno-pedagogicheskie problemy*, 2004, no. 56, pp. 25–30.
24. Yashchenko A.L., Taybolina L.I., Mikhaylov A.S. *Dinamika funktsional'noy podgotovlenosti grebtsov na baydarkakh i kanoe v protsesse godichnoy trenirovki* [Functional Training Dynamics in Canoeists and Kayakers in the Course of a Year's Training]. *Nauka v olimpiyskom sporte*, 2003, no. 1, pp. 63–66.

doi: 10.17238/issn 2308-3174.2016.2.70

Igor O. Garnov

Institute of Physiology, Komi Science Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences
50 Pervomayskaya St., Syktyvkar, 167982, Respublika Komi, Russian Federation;
e-mail: 566552@inbox.ru

Aleksey A. Chernykh

Institute of Physiology, Komi Science Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences
50 Pervomayskaya St., Syktyvkar, 167982, Respublika Komi, Russian Federation;
e-mail: death.elephant@gmail.com

Tatyana P. Loginova

Institute of Physiology, Komi Science Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences
50 Pervomayskaya St., Syktyvkar, 167982, Respublika Komi, Russian Federation;
e-mail: log73tag@yandex.ru

Nina G. Varlamova

Institute of Physiology, Komi Science Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences
50 Pervomayskaya St., Syktyvkar, 167982, Respublika Komi, Russian Federation;
e-mail: nivarlam@physiol.komisc.ru

Dieter Zenke

Strategieteam
1 Markscheiderweg, Neubrandenburg, D-17036, Germany;
e-mail: zenke@strategieteam.de

Evgeny R. Boyko

Institute of Physiology, Komi Science Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences;
Institute of Medicine, Syktyvkar State University named after Pitirim Sorokin;
50 Pervomayskaya St., Syktyvkar, 167982, Respublika Komi, Russian Federation;
e-mail: erboyko@physiol.komisc.ru

ELECTROMAGNETIC RADIATION OF EXTREMELY HIGH FREQUENCY IN THE CORRECTION OF THE FUNCTIONAL STATUS IN PROFESSIONAL CROSS-COUNTRY SKIERS

In this article we demonstrate the effects of electromagnetic radiation of extremely high frequency (EMR EHF) on the recovery processes during training and competition periods in professional cross-country skiers ($n = 20$, age 18–27 years). The participants were divided into two groups: the experimental

and the control. Their functional status was evaluated twice: before and after the competition period. For this purpose we applied a set of methods: anthropometric measurements and respiratory function tests, followed by maximal exercise test on a bicycle ergometer using Oxycon Pro ergospirometry system (Erich Jaeger, Germany). In the experimental group ($n = 10$, age 18–27 years), where participants received EMR EHF courses, we observed less beneficial trends in functional indices at rest during the second examination (after the competition period) and more beneficial trends during bicycling, compared to the control group. During the second examination, the skiers from the experimental group also showed significantly ($p < 0.05$) faster restoration of the respiratory rate after 5 minutes of recovery after bicycling. In addition, they reported perceived quicker recovery after strenuous activities during training and competitions. Upon the second examination in the control group ($n = 10$, age 18–27 years), where participants did not receive EMR EHF courses, during the recovery period after bicycling we observed a significant increase in diastolic blood pressure (which can be a sign of overtraining), a decrease in the stroke volume, cardiac index and blood circulation index ($p < 0.05$). Thus, we conclude that further study of EMR EHF effects on the functional status in athletes can help clarify indications for the use of this method in rehabilitation of professional sportspersons during training and competitions.

Keywords: *electromagnetic radiation of extremely high frequency, cross-country skiers, bicycle exercise, maximal exercise test, functional state.*

Контактная информация:

Гарнов Игорь Олегович

адрес: 167982, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, д. 50;

e-mail: 566552@inbox.ru

Черных Алексей Анатольевич

адрес: 167982, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, д. 50;

e-mail: death.elephant@gmail.com

Логинова Татьяна Петровна

адрес: 167982, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, д. 50;

e-mail: log73tag@yandex.ru

Варламова Нина Геннадьевна

адрес: 167982, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, д. 50;

e-mail: nivarlam@physiol.komisc.ru

Ценке Дитер

адрес: Германия, D-17036, г. Нойбранденбург, Маркшейдервег 1;

e-mail: zenke@strategieteam.de

Бойко Евгений Рафаилович

адрес: 167982, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, д. 50;

e-mail: erbojko@physiol.komisc.ru