

## КОРРЕКЦИЯ И САМОРЕГУЛЯЦИЯ СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНОВ-БИАТЛОНИСТОВ С ПОМОЩЬЮ БИООБРАТНОЙ СВЯЗИ

Киселёв А.Д., Радилов А.С., Протасов С.В., Криницын Н.В., Новосельский Д.В.

*Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский институт гигиены, профпатологии и экологии человека» Федерального медико-биологического агентства, 188663, п/о Кузьмолосовское, Всеволожский район, Ленинградской область, E-mail: [gpech@fmbamail.ru](mailto:gpech@fmbamail.ru)*

**Резюме:** Проведён альфа-тренинг спортсменам-биатлонистам. Метод альфа-тренинга с ауди-визуальной стимуляцией спортсмена по биообратной связи благоприятно влияет на умственную и физическую работоспособность.

**Ключевые слова:** альфа-тренинг, работоспособность, релаксация, мощность ритма, ЭЭГ, эффективность.

## CORRECTION AND SELF-REGULATION STATE ATHLETES WITH BIATHLON biofeedback

Kiselev A.D., Radilov A.S., Protasov S.V., Krinitsyn N.V., Novosel'skii D.V.

Federal State Unitary Enterprise "Scientific-Research Institute of Hygiene, Occupational Pathology and Human Ecology"

**Summary:** Alpha squad training athletes biathletes. The method of alpha training with audi-visual stimulation Athlete biofeedback beneficial effect on mental and physical performance.

**Keywords:** alpha-training, efficiency, relaxation, power rate, EEG, efficiency.

**Введение.** При анализе электроэнцефалограмм (ЭЭГ) учитывают частоту, амплитуду, форму и продолжительность ее электрических колебаний. У здорового спортсмена-добровольца в состоянии покоя и при отсутствии внешних раздражителей на ЭЭГ наблюдаются регулярные волны, идущие с частотой 8—13 Гц и имеющие амплитуду около 50 мкВ. Эти волны обозначаются как альфа-ритм, наиболее выражены в затылочных долях коры. Альфа волны проявляются в период сенсорного покоя (например, в тихой комнате с закрытыми глазами), умственной релаксации, глубокой релаксации, медитации

или умиротворенного сознания (диссоциации). Переход человека от состояния покоя к деятельности (умственная работа, восприятие света и др.) сопровождается исчезновением альфа - ритма и появлением частых (14—30 Гц) низкоамплитудных (25 мкВ) колебаний бета-ритма. Выраженность бета-ритма увеличивается при физической и умственной работе и эмоциональном напряжении. [1,13,14]. Повышенная бета - активность есть один из признаков повышенной эмоциональной возбудимости. Если спортсмен - доброволец в состоянии покоя переходит не к активной деятельности, а ко сну, то в его ЭЭГ появляются более медленные и высокоамплитудные по сравнению с альфа-ритмом волны, в частности тета-ритм (4—7 Гц) — 100—150 мкВ. [2].

Таким образом, ЭЭГ и анализ мощности ритмов позволяют судить о функциональном состоянии коры головного мозга и во многом зависит, от функционального и психофизиологического состояния спортсмена - добровольца в момент проведения диагностики.

**Цель работы.** Проведение альфа-тренинга спортсменов-биатлонистов для улучшения их физической и умственной работоспособности.

**Материал и методы.** Оценка функциональных показателей ЦНС проводилась на аппаратно-приборном комплексе психофизиологической оценки и коррекции состояния спортсмена. Набор тестов изучения умственной работоспособности включал в себя проведение корректурной пробы с кольцами Ландольта, выполнение сложной сенсомоторной реакции, определение критической частоты слияния мельканий на красный цвет, определение самочувствия, активности, настроения по тесту САН (самочувствие, активность, настроение) и реактивной тревожности по тесту Спилбергера-Ханина. Исследования проводились на АПК «НС-Психотест» (ООО «Нейрософт», Россия). Исследование анаэробной составляющей физической работоспособности проводилось с использованием велоэргометра «Monark-849E Peak Bike» (Monark, Швеция) при использовании эргоспирометрической системы «Oxycon Pro» (Erich Jaeger, Германия). Исследование аэробной составляющей физической работоспособности проводилось с использованием беговой дорожки «Intertrack-750» (Schiller AG, Швейцария) и эргоспирометрической системы «CS-200 Cardiovit AT-104» (Schiller AG, Швейцария) и на беговой дорожке LE580CE 200/75R (Erich Jaeger, Германия) с использованием комплекса кардиореспираторной диагностики «Oxycon Pro» (Erich Jaeger, Германия). Уроки альфа-тренинга проводились у 20 мужчин биатлонистов сборной команды НГУ им. П.Ф. Лесгафта в виде 15 сеансов БОС с ауди-визуальным стимулированием.

**Результаты.** При изучении действия открытого исследования метода альфа-тренинга на аппаратно-программном комплексе «АПК ПОКСС» по результатам оценки центрального звена регуляции функционального состояния ЦНС в результате проведения диагностики по показателям, характеризующим по ЭЭГ функциональное состояние ЦНС у добровольцев опытной (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) и плацебо (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) групп, были выявлены следующие статистически значимые различия показателей.

По средним величинам в опытной группой по сравнению с группой плацебо при анализе установлено: статистически значимое снижение мощности тета-ритма левого полушария головного мозга в первую минуту измерения на 4 уроке альфа - тренинга, критерий Манн-Уитни ( $P=0,0496$ ); статистически значимое снижение мощности тета-ритма левого полушария головного мозга в первую минуту измерения на 13 уроке альфа - тренинга, критерий Манн-Уитни ( $P=0,0243$ ); статистически значимое снижение мощности тета-ритма левого полушария головного мозга в первую минуту измерения на 14 уроке альфа - тренинга, критерий Манн-Уитни ( $P=0,0074$ ) . Результаты представлены на рисунке 1.

Рисунок 1- Динамика мощности тета-ритма левого полушария головного мозга у добровольцев опытных (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) и плацебо (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) групп,  $X_{cp} \pm m_x$

При рассмотрении результатов мощности тета – ритма правого полушария головного мозга на первой минуте измерения выявлены аналогичные тенденции. По средним величинам в опытной группе по сравнению с плацебо группой при анализе установлено: статистически значимое снижение мощности тета-ритма правого полушария головного мозга в первую минуту измерения на 13 уроке альфа - тренинга, критерий Манн-Уитни ( $P=0,0401$ ); статистически значимое снижение мощности тета-ритма правого полушария головного мозга в первую минуту измерения на 14 уроке альфа-тренинга, критерий Манн-Уитни ( $P=0,0069$ ). Результаты представлены на рисунке 2.

Рисунок 2 - Динамика мощности тета-ритма правого полушария головного мозга у добровольцев опытных (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) и плацебо (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) групп,  $X_{cp} \pm m_x$

При рассмотрении результатов мощности альфа – ритма обоих полушарий головного мозга на первой минуте измерения выявлены следующие тенденции. По средним величинам в опытной группе по сравнению с плацебо группой при анализе установлено: статистически значимое увеличение мощности альфа-ритма левого

полушария головного мозга в первую минуту измерения на 13 уроке альфа - тренинга, критерий Манн-Уитни ( $P=0,0238$ ); статистически значимое увеличение мощности альфа-ритма левого полушария головного мозга в первую минуту измерения на 14 уроке альфа - тренинга, критерий Манн-Уитни ( $P=0,0315$ ). Результаты представлены на рисунке 3.

Рисунок 3 - Динамика мощности альфа-ритма левого полушария головного мозга у добровольцев опытных (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) и плацебо (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) групп,  $X_{cp} \pm m_x$

Статистически значимое увеличение мощности альфа-ритма правого полушария головного мозга в первую минуту измерения на 13 уроке альфа - тренинга, критерий Манн-Уитни ( $P=0,0244$ ); статистически значимое увеличение мощности альфа-ритма правого полушария головного мозга в первую минуту измерения на 14 уроке альфа - тренинга, критерий Манн-Уитни ( $P=0,0102$ ). Результаты представлены на рисунке 4.

Рисунок 4 - Динамика мощности альфа-ритма правого полушария головного мозга у добровольцев опытных (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) и плацебо (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) групп,  $X_{cp} \pm m_x$

Соотношение мощности тета-ритма левого полушария головного мозга на максимуме альфа-ритма фонового дня к 15 уроку альфа – тренинга в опытной группе (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) снижается на 1,4; соотношение мощности альфа-ритма левого полушария головного мозга на максимуме альфа-ритма фонового дня к 15 уроку в опытной группе (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) увеличивается на 0,76; соотношение мощности тета-ритма правого полушария головного мозга на максимуме альфа-ритма фонового дня к 15 уроку альфа – тренинга в опытной группе (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) снижается на 1,25; соотношение мощности альфа-ритма правого полушария головного мозга на максимуме альфа-ритма фонового дня к 15 уроку в опытной группе (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) увеличивается на 0,79. Соотношение мощности тета-ритма левого полушария головного мозга на максимуме альфа-ритма фонового дня к 15 уроку альфа – тренинга в плацебо группе (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) увеличивается на 0,81; соотношение мощности альфа-ритма левого полушария головного мозга на максимуме альфа-ритма фонового дня к 15 уроку плацебо группе (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) снижается на 1,2; соотношение мощности тета-ритма правого полушария головного мозга на максимуме альфа-ритма фонового дня к 15 уроку альфа – тренинга в плацебо группе (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) увеличивается на 0,74; соотношение мощности альфа-ритма левого полушария головного мозга на

максимуме альфа-ритма фонового дня к 15 уроку в плацебо группе (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) уменьшается на 1,35.

Наблюдаемое изменение показателей тета-ритма (статистически значимое увеличение мощности тета-ритма в плацебо группе (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) по сравнению с опытной группой (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга)) может быть обусловлено медленным восстановлением организма после тяжелых нагрузок, появлением ощущения тревоги. [2,12].

В опытной группе (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) регистрируется рост мощности альфа - ритма и снижение мощности тета - ритма в теменной области правого и левого полушария головного мозга. Выраженные психологические эффекты - повышения успешности спортивной деятельности определяется мощностью альфа-ритма. Наиболее полно состояние регуляторных механизмов головного мозга характеризует соотношение тета- и альфа-волн [4]. Снижение величины этого показателя свидетельствует о положительном эффекте улучшения нейробиоуправления при проведении уроков альфа-тренинга на аппаратно-программном комплексе «АПК ПОКСС».

Мощность бета-ритма левого полушария головного мозга в первую минуту измерения опытной группы (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) статистически значимо увеличилась на 14 уроке альфа-тренинга по сравнению с плацебо группой (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга), критерий Манн-Уитни ( $P=0,0243$ ).

Мощность бета-ритма правого полушария головного мозга в первую минуту измерения опытной группы (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) статистически значимо увеличилась на 8 и 14 уроках альфа-тренинга по сравнению с плацебо (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) группой, критерий Манн-Уитни ( $P=0,0313$ ), критерий Манн-Уитни ( $P=0,0304$ ) соответственно.

Снижение мощности бета-ритма свидетельствует о снижении мышечного напряжения, снижении возбуждения вегетативной нервной системы спортсменов – добровольцев плацебо группы (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) по сравнению с опытной группой (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) [3].

Средняя частота ЭЭГ левого полушария головного мозга на первой минуте измерения опытной (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) группы на 4, 14 уроках альфа-тренинга статистически значимо увеличилась по сравнению с плацебо группой (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга), критерий Манн-Уитни

( $P=0,0402$ ), критерий Манн-Уитни ( $P=0,0244$ ) соответственно; средняя частота ЭЭГ правого полушария головного мозга на первой минуте измерения опытной группы (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) на 13, 14 уроках статистически значимо увеличилась по сравнению плацебо группой (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга), критерий Манн-Уитни ( $P=0,0251$ ), критерий Манн-Уитни ( $P=0,0052$ ) соответственно.

Для устранения влияния на результат индивидуальных различий фоновых показателей проведен анализ первичных показателей каждого спортсмена – добровольца по реакции ответа открытого исследования метода альфа-тренинга на аппаратно-программном комплексе «АПК ПОКСС» опытной и плацебо групп.

По реакции ответа в опытной группе (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) по сравнению с плацебо группой (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) при анализе установлено: статистически значимое снижение мощности тета-ритма левого полушария головного мозга на первой минуте измерения на 14 уроке альфа-тренинга, критерий Манн-Уитни ( $P=0,0402$ ), критерий Стьюдента ( $P=0,0345$ ); статистически значимое снижение мощности тета-ритма левого полушария головного мозга на максимуме альфа-ритма на 2, 4, 7, 11, 12, 13, 14, 15 и всего, критерий Стьюдента ( $P=0,0169$ ) (2 урок), критерий Стьюдента ( $P=0,0056$ ) (4 урок), критерий Манн-Уитни ( $P=0,0312$ ) (7 урок), критерий Манн-Уитни ( $P=0,0243$ ) (11 урок), критерий Стьюдента ( $P=0,0446$ ) (12 урок), критерий Манн-Уитни ( $P=0,0401$ ) (13 урок), критерий Стьюдента ( $P=0,0341$ ) (14 урок), критерий Манн-Уитни ( $P=0,0035$ ), критерий Стьюдента ( $P=0,0211$ ) (15 урок), критерий Манн-Уитни ( $P<0,0001$ ), критерий Стьюдента ( $P<0,0001$ ) (всего).

Мощность тета-ритма правого полушария головного мозга в первую минуту измерения по реакции ответа опытной группы (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) по сравнению с плацебо группой (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) статистически значимо снизилась всего, критерий Фишера ( $P<0,0001$ ), критерий Кси-квадрат ( $P<0,0001$ ).

Мощность тета-ритма правого полушария головного мозга на максимуме альфа-ритма по реакции ответа опытной группы (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) по сравнению с плацебо группой (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) статистически значимо снизилась на 2, 4, 7, 11, 12, 13, 14, 15 уроках альфа-тренинга и всего, критерий Манн-Уитни ( $P=0,0186$ ) (2 урок), критерий Стьюдента ( $P=0,0057$ ) (4 урок), критерий Манн-Уитни ( $P=0,0314$ ) (7 урок), критерий Стьюдента ( $P=0,0150$ ), критерий Манн-Уитни ( $P=0,0052$ ) (11 урок), критерий Стьюдента ( $P=0,0102$ ),

критерий Манн-Уитни ( $P=0,0140$ ) (12 урок), критерий Стьюдента ( $P=0,0298$ ), критерий Манн-Уитни ( $P=0,0074$ ) (13 урок), критерий Стьюдента ( $P=0,0216$ ), критерий Манн-Уитни ( $P=0,0185$ ) (14 урок), критерий Стьюдента ( $P=0,0026$ ), критерий Манн-Уитни ( $P=0,0014$ ) (15 урок), критерий Стьюдента ( $P<0,0001$ ), критерий Манн-Уитни ( $P<0,0001$ ) (всего).

По реакции ответа в опытной группе (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) по сравнению с плацебо группой (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) при анализе установлено: статистически значимое увеличение мощности альфа-ритма левого полушария головного мозга на первой минуте измерения на 4 уроке, критерий Манн-Уитни ( $P=0,0401$ ); статистически значимое увеличение мощности альфа-ритма левого полушария головного мозга на максимуме альфа-ритма на 2, 4, 5, 6, 7, 13, 14, 15 уроках альфа-тренинга и всего, критерий Стьюдента ( $P=0,0164$ ), критерий Манн-Уитни ( $P=0,0074$ ) (2 урок), критерий Стьюдента ( $P=0,0264$ ), критерий Манн-Уитни ( $P=0,0140$ ) (4 урок), критерий Манн-Уитни ( $P=0,0315$ ) (5 урок), критерий Стьюдента ( $P=0,0497$ ) (6 урок), критерий Стьюдента ( $P=0,0354$ ), критерий Манн-Уитни ( $P=0,0185$ ) (7 урок), критерий Стьюдента ( $P=0,0084$ ) (13 урок), критерий Манн-Уитни ( $P=0,0186$ ) (14 урок), критерий Стьюдента ( $P=0,0063$ ), критерий Манн-Уитни ( $P=0,0023$ ) (15 урок), критерий Стьюдента ( $P<0,0001$ ), критерий Манн-Уитни ( $P<0,0001$ ) (всего).

Аналогичное увеличение мощности по реакции ответа наблюдается и в правом полушарии головного мозга на максимуме альфа-ритма.

При рассмотрении результатов умственной работоспособности по реакции ответа у добровольцев опытных (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) и плацебо (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) групп можно наблюдать, что точность работы за 10 минут в методике «Кольца Ландольта» в опытной группе (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) статистически значимо увеличивается на 1 уроке и всего альфа тренинга по сравнению с плацебо группой (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга), критерий Стьюдента ( $P=0,0315$ ), критерий Манн-Уитни ( $P=0,0033$ ) (1 урок), критерий Манн-Уитни ( $P=0,0071$ ) (всего). Результаты представлены на рисунке 5.

Рисунок 5 - Динамика изменения точности работ за 10 минут в методике Кольца Ландольта у добровольцев опытных (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) и плацебо (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) групп,  $\%_{\text{ср}} \pm m\%$

Коэффициент точности определяет способность человека к длительному поддержанию выявленного уровня точности без признаков утомления, снижающего безошибочность работы. Коэффициент точности характеризует выносливость человека, но с точки зрения поддержания безошибочности деятельности.[5]

При рассмотрении результатов переносимости нагрузки анаэробной мощности (Вингейт-тест) у добровольцев опытных (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) и плацебо (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) групп наблюдается статистически значимое увеличение максимального кислородного долга в течение 15 минут после нагрузки (мл/кг) на первые сутки проведения альфа-тренинга, критерий Стьюдента ( $P=0,0414$ ). Результаты представлены на рисунке 6.

Рисунок 6 - Динамика изменения максимального кислородного долга в течение 15 минут после нагрузки (мл/кг) у добровольцев опытных (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) и плацебо (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) групп,  $X_{cp} \pm m_x$ .

В тех случаях, когда выполняется работа высокой мощности, системы доставки кислорода не обеспечивают потребность энергетических процессов, следствием чего является накопление в тканях недоокисленных продуктов. После завершения физической нагрузки у человека сохраняется гипервентиляция, в процессе которой ликвидируется кислородная задолженность, оцениваемая максимальным кислородным долгом (МКД). Определяется МКД на велоэргометре или тредбане (тредмиле).

Оценка индивидуального значения максимального кислородного долга должна учитывать пол и возраст испытуемых, их физическую подготовку, характер физических нагрузок. У мужчин 20—35 лет, не занимающихся спортом, величина максимального кислородного долга обычно находится в пределах 70—110 мл/кг, а с возрастом она снижается приблизительно на 1 % в год. У женщин МКД ниже, чем у мужчин, в среднем на 30—40 %.

При систематической спортивной тренировке МКД может возрасти более чем в два раза, достигая у некоторых спортсменов, специализирующихся в беге на 400—1500 м и в подобных упражнениях, 250—300 мл/кг и более.[6]

При анализе результатов переносимости нагрузки анаэробной мощности (Вингейт-тест) у добровольцев опытных (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) и плацебо (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) групп по реакции ответа установлено: статистически значимое увеличение минимальной мощности всего в опытной группе (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) по сравнению с плацебо группой (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга), критерий Кси-квадрат ( $P=0,0422$ ). Результаты представлены на рисунке 7.

Рисунок 7 - Динамика изменения минимальной мощности у добровольцев опытных (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) и плацебо (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) групп,  $\%_{cp} \pm m\%$ .

Статистически значимое снижение концентрации лактата крови через 30 минут после нагрузки в опытной группе (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) по сравнению с плацебо группой (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) на 8 сутки проведения альфа-тренинга, критерий Стьюдента ( $P=0,0432$ ). Результаты представлены на рисунке 8.

Рисунок 8 - Динамика изменения концентрации лактата крови через 30 минут после нагрузки у добровольцев опытных (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) и плацебо (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) групп,  $\%_{\text{ср}} \pm m\%$ .

Повышение концентрации лактата в крови наблюдается практически при любой спортивной деятельности, однако степень возрастания концентрации лактата в значительной мере зависит от характера выполненной работы и тренированности спортсмена. Наибольший подъем уровня лактата в крови отмечается при выполнении физических нагрузок в зоне субмаксимальной мощности, так как в этом случае главным источником энергии для работающих мышц является анаэробный гликолиз, приводящий к образованию и накоплению молочной кислоты.[7,16,18]

Результаты теста оценки переносимости нагрузки аэробной мощности (бег на тредбане до отказа) у добровольцев опытных (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) и плацебо (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) групп установил: статистически значимое увеличение времени выполнения нагрузки в течение теста в опытной группе (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) по сравнению с плацебо группой (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) на 15 сутки проведения альфа-тренинга, критерий Стьюдента ( $P=0,0218$ ), критерий Вилкоксона ( $P=0,0084$ ). Результаты представлены на рисунке 9.

Рисунок 9 - Динамика изменения времени выполнения нагрузки в течение теста у добровольцев опытных (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) и плацебо (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) групп,  $X_{\text{ср}} \pm m_x$ .

Статистически значимое увеличение потребления кислорода при ПАНО ( $\text{VO}_2(\text{ПАНО})$ ), мл/(кг\*мин) в опытной группе (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) по сравнению с плацебо группой (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) на 8 и 15 сутки альфа-тренинга, критерий Манн-Уитни ( $P=0,0499$ ) (8 сутки), критерий Стьюдента ( $P=0,0154$ ), критерий Манн-Уитни ( $P=0,499$ ) (15 сутки). Результаты представлены на рисунке 10.

Рисунок 10 - Динамика изменения потребления кислорода при ПАНО у добровольцев опытных (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) и плацебо (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) групп,  $\bar{X}_{\text{ср}} \pm m_x$ .

Порог анаэробного обмена (ПАНО) характеризует квазиустойчивое состояние между продукцией метаболитов анаэробного гликолиза (лактат,  $H^+$ ) и их утилизацией работающими органами. По мере повышения аэробной подготовленности (выносливости), отмечается рост относительной величины ПАНО (в % от Максимального потребления кислорода). У хорошо подготовленных спортсменов, тренирующих скоростно-силовые качества, на пике спортивной формы ПАНО достигает 80% от максимального потребления кислорода. Важной характеристикой для построения тренировочного процесса является мощность на ПАНО. Например, для успешного выступления на международных соревнованиях конькобежцу-спринтеру необходимо иметь мощность на уровне ПАНО выше 5-5,5 Вт/кг.[8,17]

Статистически значимое увеличение объема вентиляции легких при ПАНО ( $VE(\text{ПАНО})$ ) анаэробного режима (л/мин) в опытной группе (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) по сравнению с плацебо группой (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) на 15 сутки проведения уроков альфа-тренинга, критерий Манн-Уитни ( $P=0,0385$ ). Результаты представлены на рисунке 11.

Рисунок 11 - Динамика изменения объема вентиляции лёгких при ПАНО аэробного режима у добровольцев опытных (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) и плацебо (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) групп,  $\bar{X}_{\text{ср}} \pm m_x$ .

Минутный объем вентиляции ( $Ve$ ) и его отношение к  $VCO_2$  и потреблению кислорода являются полезными показателями для оценки сердечной и легочной функции. Индуцируемые физической нагрузкой изменения  $Ve$  при дыхании и другие показатели дыхательной функции измеряют одновременно с оценкой резерва вентиляции. Этот резерв показывает, насколько пиковая вентиляционная потребность во время физической нагрузки ( $Ve_{\text{max}}$ ) близка к достижению максимальной вентиляционной емкости. Отношение дыхательного обмена — это количество образованного углекислого газа, к количеству потребленного кислорода. Величина отношения дыхательного обмена в покое варьирует от 0,7 до 0,85 и частично зависит от энергетического субстрата, используемого при клеточном метаболизме (например, отношение дыхательного обмена в основном для углеводного обмена составляет 1,0, в то время как при использовании преимущественно жирных кислот — 0,7). На высоких ступенях физической нагрузки продукция углекислого

газа превышает  $VO_2$ , и значение отношения дыхательного обмена  $> 1,1$  часто указывает на то, что пациент делает максимальное усилие.[9-11,15]

В опытной группе (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) по сравнению с плацебо группой (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) при анализе результатов установлено: статистически значимое увеличение максимальной мощности ( $W_{max}$ ) за время теста ( $Вт/кг$ ) на 15 суток проведения уроков альфа-тренинга, критерий Стьюдента ( $P=0,0017$ ), критерий Манн-Уитни ( $P=0,0357$ ); статистически значимое увеличение показателя «выполненная работа» ( $W_{tot}$ ) за время теста ( $Вт*мин$ ) на 15 суток проведения альфа-тренинга, критерий Стьюдента ( $P=0,0017$ ).

Результаты теста по реакции ответа оценки переносимости нагрузки аэробной мощности (бег на тредбане до отказа) у добровольцев опытных (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) и плацебо (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) групп установил: статистически значимое увеличение времени выполнения нагрузки ( $t$ ) в течение теста в опытной группе (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) по сравнению с плацебо группой (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) всего, критерий Кси-квадрат ( $P=0,0431$ ). Результаты представлены на рисунке 12.

Рисунок 12 - Динамика изменения времени выполнения нагрузки в течение теста у добровольцев опытных (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) и плацебо (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) групп,  $\%_{cp} \pm m\%$ .

Статистически значимое увеличение выполненной работы ( $W_{tot}$ ) за время теста ( $Вт*мин$ ) теста в опытной группе (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) по сравнению с плацебо группой (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) всего, критерий Манн-Уитни ( $P=0,0485$ ). Результаты представлены на рисунке 13.

Рисунок 13 - Динамика изменения выполненной работы за время теста у добровольцев опытных (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) и плацебо (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) групп,  $\%_{cp} \pm m\%$ .

Статистически значимое снижение частоты сердечных сокращений через 3 мин после нагрузки в опытной группе (высокая эффективность сеансов альфа-тренинга) по сравнению с плацебо группой (низкая эффективность сеансов альфа-тренинга) на 15 суток проведения уроков альфа-тренинга, критерий Манн-Уитни ( $P=0,0397$ ).

Выводы:

1. Альфа-тренинг, состоящий из курса 15 уроков БОС, повышает мощность альфа-ритма и снижает мощность тета-ритма, позволяя спортсмену-добровольцу перейти в состояние умственной глубокой релаксации, медитации или умиротворенного сознания.

2. Метод альфа-тренинга с ауди-визуальной стимуляцией спортсмена по биообратной связи благоприятно влияет на умственную работоспособность спортсмена-биатлониста: статистически значимо увеличивает точность работы за 10 минут; повышает общее количество просмотренных колец за 10 минут (методика «Кольца Ландольта»).

3. Метод альфа-тренинга оказывает благоприятное воздействие на физическую работоспособность спортсмена-биатлониста: статистически значимо увеличивает время выполнения нагрузки (t) в течение теста; статистически значимо повышает потребление кислорода ( $VO_2$ ) и объём вентиляции лёгких (VE) при ПАНО.

### Список литературы

1. Душков Б.А. Психология труда, управления, инженерная психология и эргономика / Королев А.В., Смирнов Б.А. - М.: Из-во: Академический проект, Деловая книга, 2005, 848с
2. Дубровинская Н.В. Психофизиология ребенка: Психофизиологические основы детской психологии / Фарбер Д.А., Безруких М.М. - М.: Гуманитарное изд. центр ВЛАДОС, 2000. - 144 с
3. Еремеев С.И. Динамика активности модуляторов ритма мозга у спортсменов в соревновательном периоде макроцикла по данным спектрального анализа количественных электроэнцефалограмм и ее регуляция средством нейробиоуправления / Еремеева О.В., Кормилец В.С. - Вестн. Югорского ун-та. - 2008. - Т. 11, № 4
4. Тристан В.Г. Влияние биоуправления на психофизиологические показатели спортсменов с разными показателями ЭЭГ / Погадаева О.В., Тристан В.В. - Бюллетень СО РАМН, №1 (111), 2004, с. 120-125.
5. Сысоев В.Н. Тест Э.Ландольта. Диагностика работоспособности. СПб., 2000.
6. Земцова И.И. Учебное пособие для ВУЗов «Спортивная физиология» - Изд.: Олимпийская литература, 2010.
7. Михайлов С.С. Спортивная биохимия - М.: Советский спорт, 2004. — 220 с.
8. Илюхин А.А. Функциональное состояние спортсменов профессионально занимающихся автомобильным и мотоциклетным спортом - Российский государственный университет физической культуры, спорта и туризма (РГУФКСиТ), Россия, Москва, 2009.
9. Jose Marin-Garcia Aging and the Heart A Post-Genomic / Goldenthal, G.W.
10. Волков Н.И. Биохимия мышечной деятельности / Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н. – Киев: Олимпийская литература, 2000.

11. Таймазов В.А. Биоэнергетика спорта / Марьянович А.Т. – СПб.: Шатон, 2002.
12. Peniston E.G. Alpha-theta brain wave training and beta-endorphin levels in alcoholics / Kulkosky P.J. - Alcoholism: Clinical and Experimental Research. 1989. 13. 2. - P. 271-279.
13. Lubar J.F. Neocortical dynamics: Implications for understanding the role of neurofeedback and related techniques for the enhancement of attention - Applied Psychophysiology and Biofeedback. 1997. 22. 2. P. 111 – 126.
14. Toomim H. Hemoencephalography (HEG) / Carmen J - Biofeedback. 1999. 27. 4. – P. 10–14, 27.
15. BudgettR. Fatigue and underperformance sn athletes: the overtraining syndrome / R. Budgett, Brit J. - Sports Med., 1998, 32, P. 107—110.
16. Keddy D. Assessing nutritional status / D. Keddy, T. J. Lion A. - Eating Disorders Review.1998, 9 (5). 1—8.
17. Vim A. Adaptation in Sports training / A Viru - Times Mirror International London: Publishers, 1995 — 320 p.
18. Williams M. N. Nutritional ergogenics in athletics / M. N. Williams - J. Sport Sd. 1995,13. — P. 63—74