СМОЛЕНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ, СПОРТА И ТУРИЗМА

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

автор: КОСОРЫГИНА Кристина Юрьевна

зав. научно-исследовательской лабораторией кафедры биологических дисциплин, 0.5 ставки преподаватель (по совместительству), аспирантка 4 курса заочной формы обучения

тема работы:

ОЦЕНКА КУМУЛЯТИВНОГО ЭФФЕКТА НИЛИ ПО ОСНОВНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ-ВЕЛОСИПЕДИСТОВ

(03.03.01 – физиология)

Научный руководитель

доктор биологических наук

профессор Т.М. Брук

Смоленск

2014

**Авторы научной работы:**

**Косорыгина Кристина Юрьевна**

**Брук Татьяна Михайловна (**научный руководитель**)**

# Актуальность исследования. Современный спорт характеризуется постоянным ростом спортивных достижений. В то же время непрерывный рост спортивных достижений во всем мире требует от тренеров и ученых постоянного поиска принципиально новых средств и методов повышения физической работоспособности спортсменов. Это в первую очередь связано с тем, что тренировочные и соревновательные нагрузки современного спорта приводят к серьезным адаптационным изменениям, нередко переходящим границы целесообразного приспособления организма спортсмена к напряженной мышечной деятельности.

Результаты многочисленных исследований свидетельствуют о том, что не все спортсмены в процессе напряженной спортивной подготовки достигают максимального проявления своих функциональных резервов, что связано с недостаточной увязанностью тренировочного процесса с индивидуальными особенностями организма. В значительной степени это сказывается на способности атлета к проявлению максимальных возможностей и демонстрации высоких спортивных результатов.

В связи с этим, в современном спорте используются различные средства и методы повышения уровня физической работоспособности, среди которых перспективны те, которые не являются традиционными, не наносят ущерба здоровью и при этом оказывают положительное влияние в условиях продолжающихся тренировочных нагрузок.

Среди таких методов, которые могут быть использованы в ходе тренировки спортсменов, включая спорт высших достижений, обращает на себя внимание низкоинтенсивное лазерное излучение (НИЛИ).

В нашей лаборатории на протяжении многих лет по показателям биохимических, физиологических, функциональных и прочих тестов были получены убедительные данные о положительном влиянии на мышечную работоспособность организма человека низкоинтенсивного лазерного излучения – НИЛИ [Брук Т.М., Молотков О.В., Прокопюк З.Н., 2009].

Однако на сегодняшний день имеющиеся по этому вопросу данные носят разноречивый характер в силу применения разнообразных режимов, способов и методов его использования. Малоосвещенным остается вопрос изучения кумулятивного эффекта лазерного излучения на процессы ускорения восстановления и повышения работоспособности спортсменов. И, с этих позиций изучение данной проблемы является своевременным и актуальным, так как позволит дать конкретные рекомендации по его использованию с учетом сохранности эффекта для повышения физической работоспособности.

Также особый интерес представляют модулирующие влияния НИЛИ на энергетический обмен ЦНС, представляющей сложноорганизованную совокупность нервных центров, подавляющее большинство которых определят статические динамические характеристики целенаправленных двигательных актов человека [Шапков Ю.Т., Анисимова Н.П.,1988], а также степень участия вегетативных механизмов, обеспечивающих поведенческий двигательный акт.

Не исключено, что в ходе изучения влияний НИЛИ на энергетический обмен ЦНС окажется возможным показать качество его воздействия на функционально различные корковые области головного мозга, ответственные за процессы мобилизации конкретной центрально-периферической архитектоники моторной активности организма спортсмена, как при плановых нагрузках в ходе тренировок, так и при сверхнагрузках, обычно сопровождающих ход спортивных соревнований.

Все изложенное объясняет актуальность научной работы, направленной на изучение кумулятивного эффекта лазерного воздействия на функциональное состояние и физическую работоспособность организма спортсменов, обращает внимание на то, что рассматриваемые вопросы изучены недостаточно. Данное обстоятельство и послужило мотивом их более детального исследования.

**Цель исследования.** Оценить сохранность эффекта однократного и курсового воздействия НИЛИ по уровню церебрального энергообмена, гормонов щитовидной железы, надпочечников и показателям анаэробной работоспособности.

**Задачи исследования:**

1. Изучить сохранность однократного воздействия НИЛИ на уровень церебрального энергообмена, нейроэндокринный статус и анаэробную работоспособность спортсменов-велосипедистов.
2. Оценить сохранность курсового воздействия НИЛИ по уровню изучаемых показателей.
3. Провести сравнительный анализ динамики изучаемых показателей до и после лазерного воздействия.

Для решения поставленных задач были использованы следующие **методы**:

1. Анализ и обобщение данных научно-методической литературы.
2. Оценка энергетического обмена зон коры головного мозга (нейроэнергокартирование). Оценка энергетического обмена зон коры головного мозга проводилась при помощи нейроэнергокартирования (НЭК) на аппаратно-программном комплексе (АПК) «Нейроэнергокартограф -12» по стандартной методике.
3. Иммуноферментный анализ. Определение гормонов производилось при помощи наборов реактивов “Hema” (Германия) методом прямого (ТТГ) и конкурентного (АКТГ, тестостерон, кортизол, Т3, Т4 – общие и свободные фракции) твердофазного иммуноферментного анализа на фотометре вертикального сканирования “StatFax 303 Plus” (Германия).

Определение содержания бета-эндорфина проводилось методом иммуноферментного анализа с использованием наборов реактивов “Peninsula” (Италия) после лиофильной сушки, экстракции и пробоподготовки.

1. Велоэргометрическое тестирование. Для определения изучаемых показателей использовалась автоматизированная установка, основанная на механическом велоэргометре повышенной точности определения параметров работы. В частности, использовался механический велоэргометр «Ergomеdic 894EPeakBike» фирмы «MonarkExerciseAB». Испытуемым, после предварительной разминки, предлагалось выполнение проб 2/6, 15 и 45 с. Данные тесты апробированы на 400 спортсменах, и прошли проверку на информативность (валидность), надежность (воспроизводимость) и пригодность.
2. Низкоинтенсивное лазерное воздействие. В работе был использован медицинский лазерный терапевтический аппарат «Узор – 3К» и «Узор – 3КС» со следующими параметрами: длина волны излучения – 0,89 ± 0,02мкм, мощность импульса – 3,7 Вт, частота следования импульсов – 1500 Гц, время экспозиции - 8 минут на область кубитальной вены однократно и курсом (7 дней).
3. Статистическая обработка полученных данных. Статистический анализ проводился в системе статистического анализа SPSS (пакет компьютерных программ SPSS, версия 19). Для сравнения исследуемых показателей между экспериментальными группами применялся непараметрический критерий U Манна-Уитни. Для сравнения переменных в каждой экспериментальной группе с мнимым эффектом НИЛИ и после лазерного воздействия использовался непараметрический критерий Т-Вилкоксона. Для определения силы и тесноты связей между параметрами анаэробной работоспособности использовался метод ранговой корреляции Спирмена.

**Теоретическая значимость** заключается в том, что выполненная работа расширяет представления о механизмах сохранности положительного эффекта НИЛИ по уровню специальной физической работоспособности, энергетического обмена коры головного мозга, нейроэндокринного статуса и гормонов щитовидной и надпочечниковой желез высококвалифицированных спортсменов-велосипедистов, специализация спринт.

**Практическая значимость**.

Предложенные в работе информативные маркеры позволяют оперативно и эффективно оценивать функциональное состояние организма спортсменов, уровень их физиологических резервов, и как ранее нами установлено, повышают эффективность диагностики и профилактики перетренированности и иных патологий, что, несомненно, представляет большое значение для тренеров, спортивных врачей, физиологов и самих спортсменов в целях достижения наилучших спортивных результатов.

Результаты, полученные в ходе исследования, после воздействия однократного и курсового низкоинтенсивного лазера, позволяют его использовать как современное нетрадиционное средство повышения физиологических резервов и анаэробной работоспособности высококвалифицированных спортсменов при разработке индивидуальных тренировочных программ, а также могут быть использованы спортивными врачами, тренерами, работающими со спортсменами различной квалификации, при проведении соревнований различного ранга, включая Олимпийские игры.

Применение низкоинтенсивного лазерного излучения позволит улучшить спортивные результаты за счет повышения уровня физической работоспособности в видах спорта, требующих проявления скоростных скоростно-силовых качеств и скоростной выносливости, оптимизировать эффективность управления тренировочным процессом высококвалифицированных спортсменов.

Оценка сохранности отставленного эффекта лазера позволяет рекомендовать его применение либо в подготовительный, либо в соревновательный периоды.

Исследование проводилось в научно-исследовательской лаборатории кафедры биологических дисциплин Смоленской государственной академии физической культуры, спорта и туризма в период с 2011 по 2013 г.

В нем приняли участие 38 высококвалифицированных спортсменов-велосипедистов (спринт, трек) мужского пола. Принимая во внимание задачи исследования, все спортсмены в зависимости от спортивной специализации были разделены на 2 группы: первую – контрольную группу, составили спортсмены-велосипедисты (n=19), вторую – экспериментальную, составили спортсмены-велосипедисты (n=19). Возраст испытуемых - 19-25 лет, стаж занятий спортом - 7-12 лет, спортивная квалификация –МС, МСМК; вес - 78-88 кг.

**Общее построение эксперимента**

Важной задачей наших исследований являлось изучение отставленного эффекта НИЛИ на характер изменений нейроэндокринного статуса, энергетической активности структур головного мозга и показателей анаэробной работоспособности высококвалифицированных спортсменов-велосипедистов.

Начальный этап исследования включал оценку текущего функционального состояния обследуемых.

Показатели УПП фиксировали у спортсменов, пребывающих в процессе штатного проведения тренировочных сборов в условиях относительного покоя утром до включения в тренировочный процесс (исходный уровень), затем спустя 30 мин. после однократного либо курсового сеанса НИЛИ (чрескожно, 1500 Гц, экспозицией 8 мин.), спустя 24 ч., 3-е и 7 суток. Контрольная группа получала сеанс мнимого облучения. При этом натощак, производили забор крови из локтевой вены для иммуноферментных исследований

После нейроэноргокартирования и забора крови спортсмены приступали к велоэргометрическим тестам.

Следует заметить, что разрешение к нагрузкам максимальной мощности на велоэргометре на протяжении всего эксперимента производилось после медицинского заключения врачом-терапевтом включавшего анамнез, измерение частоты сердечных сокращений и артериального давления. Спортсмены принимали участие в эксперименте с их собственного согласия.

Все манипуляции и процедуры настоящих экспериментов выполнялись в полном соответствии с российскими и международными этическими нормами проведения научных исследований.

Исследования предыдущих лет (2009-2012гг), направленные на оценку эффективности различных режимов лазерного воздействия на уровень физической работоспособности, функционального состояния и физиологических резервов спортсменов разных квалификаций и специализаций, позволили выявить в этом плане наиболее оптимальное для организма атлета, а именно чрескожное лазерное воздействие частотой 1500 Гц, экспозицией – 8 минут однократно. Именно с этих позиций в настоящем исследовании интересным представлялось изучить отставленные эффекты этих режимов направленные на ускорения процессов восстановления высококвалифицированных спортсменов.

Наглядно предоставляется возможность продемонстрировать лишь влияние курсового НИЛИ, как наиболее показательного, на изучаемые показатели. Полученные цифровые результаты, обработанные статистически, представлены в таблицах 1-7.

Таблица 1

Оценка сохранности эффекта НИЛИ по динамике показателей УПП (мВ) у спортсменов-велосипедистов после курсового сеанса НИЛИ

с частотой 1500 Гц

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Показа-**  **тели** | | **Исходный уровень**  **(1)** | **Через 30 мин.**  **(2)** | **Через**  **24 ч.**  **(3)** | **Через**  **3 суток**  **(4)** | **Через**  **7 суток**  **(5)** | **Р** |
| **Fz** | **Контр-ная**  **n=19** | 11,87±0,36 | 10,17±0,21 | 10,87±0,25 | 10,11±0,29 | 11,89±0,23 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 10,11±0,13 | 12,79±0,08 | 13,01±0,06 | 11,98±0,12 | 11,64±0,19 | 1-2,3\*  <0,05 |
| **р** | >0,05 | <0,05 | <0,05 | >0,05 | >0,05 |  |
| **Cz** | **Контр-ная**  **n=19** | 12,45±0,29 | 12,98±0,28 | 12,92±0,23 | 13,59±0,21 | 13,39±0,24 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 11,11±0,21 | 13,19±0,13 | 13,91±0,14 | 12,98±0,12 | 12,64±0,19 | 1-2,3\*  <0,05 |
| **р** | >0,05 | >0,05 | >0,05 | >0,05 | >0,05 |  |
| **Oz** | **Контр-ная**  **n=19** | 10,71±0,25 | 10,11±0,24 | 9,14±0,29 | 9,98±0,31 | 9,64±0,34 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 10,12±0,25 | 9,57±0,18 | 9,68±0,12 | 9,22±0,24 | 10,21±0,22 | >0,05 |
| **р** | >0,05 | >0,05 | >0,05 | >0,05 | >0,05 |  |
| **Td** | **Контр-ная**  **n=19** | 12,11±0,30 | 11,78±0,29 | 11,01±0,23 | 12,96±0,21 | 12,87±0,23 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 12,89±0,24 | 15,58±0,20 | 14,01±0,21 | 13,96±0,26 | 13,87±0,28 | 1-2,3\*  <0,05 |
| **р** | >0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |  |
| **Ts** | **Контр-ная**  **n=19** | 12,88±0,19 | 12,45±0,20 | 13,64±0,23 | 13,28±0,24 | 13,77±0,19 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 12,97±0,21 | 14,93±0,13 | 13,31±0,12 | 12,13±0,17 | 12,11 ±0,25 | 1-2\*  <0,05 |
| **р** | >0,05 | <0,05 | >0,05 | >0,05 | >0,05 |  |

Примечание. Fz – лобная область, Cz – центральная область, Oz – затылочная область, Td – правая височная область, Ts – левая височная область;

\* - коэффициент достоверности p<0,05 между 1-2, 1-3; единицы измерения - mV

Анализ результатов таблицы 1 показал, что сохранность эффекта лазера составляет 24 часа, после 7-ми дневного его воздействия о чем увеличение УПП по сравнению с исходным уровнем:

* **F** зоны на 26,50% через 30 мин., на 28,68% через 24 часа;
* **C** зоны на 18,72% через 30 мин., на 25,20% через 24 часа;
* **Td** зоны на 20,86% через 30 мин., на 8,6% через 24 часа;
* **Ts** зоны на 15,11% через 30 мин (во всех случаях р<0,05).

Межгрупповые изменения произошли через:

* 30мин., у экспериментальной группы показатель **Fz** увеличился на 25,76%, **Td** на 32,25%, **Ts** на 19,91% по сравнению с контрольной группой;
* 24 часа у экспериментальной группы показатель **Fz** увеличился на 19,68%, **Td** на 27,24% по сравнению с контрольной группой.

В качестве образца на рисунке 1 приведены графические изменения зон головного мозга у спортсменов-велосипедистов экспериментальной группы в различных временных диапазонах по сравнению с исходным уровнем.

Рис. 1. Динамика показателей УПП у спортсменов-велосипедистов экспериментальной группы после курсового сеанса НИЛИ с частотой 1500 Гц

Примечание. Fz – лобная область, Cz – центральная область, Oz – затылочная область, Td – правая височная область, Ts – левая височная область. Все данные, представленные на рисунке, носят достоверный характер.

Как видно из рисунка 1, достоверное повышение УПП в экспериментальной группе отмечается в лобной, центральной, правой и левой височных областях спустя 30 мин. и 24 ч., что свидетельствует об увеличении энергетического обмена и снижении рН в большинстве отделов мозга. Все показатели умеренно повышались в соответствии с эталонным распределением количественных значений УПП. Что касается этих же областей на протяжении всего временного промежутка, то их показатели были умеренно повышены до 7 суток, векторно возвращаясь к исходному уровню.

Таблица 2

Оценка сохранности эффекта влияния курса НИЛИ с частотой 1500 Гц по уровню нейропептидов и гормонов ГГН системы у спортсменов-велосипедистов

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Показатели** | | **Исходный уровень**  **(1)** | **Через**  **30 мин**  **(2)** | **Через**  **24 ч.**  **(3)** | **Через**  **3 суток**  **(4)** | **Через**  **7 суток**  **(5)** | **Р** |
| **β-эндорфин** | **Контр-ная**  **n=19** | 27,52 ±1,18 | 30,19 ± 1,12 | 29,97 ± 0,99 | 28,15 ± 0,97 | 27,29 ± 1,35 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 27,61 ±1,16 | 38,96 ±1,19 | 35,02 ± 1,02 | 34,89 ± 0,95 | 29,06 ± 1,33 | 1-2,3,4  <0,05 |
| **р** | >0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | >0,05 |  |
| **АКТГ** | **Контр-ная**  **n=19** | 10,26 ± 0,14 | 10,10 ±0,12 | 10,98 ±0,14 | 11,34 ± 0,84 | 10,19 ± 0,13 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 10,75 ± 0,13 | 15,42 ±0,13 | 16,30 ±0,15 | 15,14 ± 0,92 | 10,60 ± 0,12 | 1-2,3,4  <0,05 |
| **р** | >0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | >0,05 |  |
| **Кортизол** | **Контр-ная**  **n=19** | 435,31±13,48 | 441,28±13,56 | 425,80 ± 13,93 | 447,90 ±16,34 | 439,10±17,98 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 438,40±14,32 | 528,30±13,41 | 532,00 ± 14,60 | 491,70 ±16,28 | 456,50±18,04 | 1-2,3,4  <0,05 |
| **р** | >0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | >0,05 |  |

Примечание. Единицы измерения: β-эндорфин – пкмоль/л; АКТГ - пмоль/л; кортизол – нмоль/л.

Межгрупповой анализ выявил существенные различия в содержании гормонов у велосипедистов экспериментальной группы от контрольной, так, уровень нейропептида, кортизола и АКТГ был выше соответственно на 29-17%, 20-25% и 53-48% (во всех случаях p<0,05) через 30 мин. и 24 ч. после лазерного воздействия. Подчеркнем, что приросты в этом случае были более выраженные.

Рис. 2. Динамика показателей нейропептида и гормонов надпочечников в различные промежутки времени на действие курсового НИЛИ у спортсменов экспериментальной группы по сравнению с исходным уровнем

Примечание. Все данные, представленные на рисунке, носят достоверный характер.

Анализ результатов таблицы 2 показал, что сохранность эффекта НИЛИ составляет 3 суток, (на рисунке 2 более наглядно) видно повышение содержания бета-эндорфина – на 41% (p<0,05) через 30 мин. после воздействия и на 27% (p<0,05) через 24 ч.; АКТГ – на 43-52% (р<0,05) и кортизола – на 21-22% (p<0,05) через 30 мин. и 24 ч. Остальные показатели имели лишь тенденцию к росту (р>0,05).

Отставленный эффект лазерного воздействия наблюдался и через трое суток после НИЛИ, о чем свидетельствует увеличение содержания бета-эндорфина на 25% (р<0,05) по сравнению с исходным уровнем и на 24% (р<0,05) по сравнению с контролем, АКТГ – на 41% (р<0,05) по сравнению с исходным уровнем и на 34% (р<0,05) по сравнению с контролем, а также кортизола – на 12% (р<0,05) по сравнению с исходным уровнем и на 10% (р<0,05) с контролем.

У испытуемых, получивших сеанс мнимого воздействия лазерным излучением, изменений выявлено не было.

Таблица 3

Оценка сохранности эффекта влияния курса НИЛИ с частотой

1500 Гц по уровню гормонов щитовидной железы у спортсменов-велосипедистов

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Показатели** | | **Исходный уровень**  **(1)** | **Через**  **30 мин**  **(2)** | **Через**  **24 ч.**  **(3)** | **Через**  **3 суток**  **(4)** | **Через**  **7 суток**  **(5)** | **Р** |
| **ТТГ** | **Контр-ная**  **n=19** | 1,39 ±0,13 | 1,40 ±0,15 | 1,36 ± 0,12 | 1,35 ± 0,13 | 1,38 ± 0,12 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 1,42 ±0,13 | 1,77 ±0,14 | 1,79 ± 0,11 | 1,66 ± 0,14 | 1,39 ± 0,12 | 1-2,3,4  <0,05 |
| р | >0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | >0,05 |  |
| **Т4 общий** | **Контр-ная**  **n=19** | 131,65 ± 5,20 | 123,09 ± 5,24 | 132,10 ±6,02 | 138,70 ±5,49 | 127,62 ± 5,41 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 130,10 ± 5,14 | 136,43± 5,28 | 139,70 ±6,09 | 139,10±5,50 | 136,72 ± 5,38 | >0,05 |
| р | >0,05 | >0,05 | >0,05 | >0,05 | >0,05 |  |
| **Т4 свободный** | **Контр-ная**  **n=19** | 15,80 ±1,39 | 15,68 ±1,44 | 15,70 ±1,37 | 16,20 ±1,41 | 16,09 ± 1,46 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 16,00 ±1,43 | 16,32 ±1,42 | 16,40 ±1,42 | 16,90 ±1,44 | 16,14 ±1,44 | >0,05 |
| р | >0,05 | >0,05 | >0,05 | >0,05 | >0,05 |  |
| **Т3 общий** | **Контр-ная**  **n=19** | 1,68 ± 0,16 | 1,74 ± 0,12 | 1,62 ± 0,14 | 1,76 ± 0,12 | 1,70 ±0,14 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 1,72 ±0,17 | 2,12 ± 0,13 | 2,03 ± 0,13 | 1,99 ± 0,13 | 1,70 ±1,16 | 1-2,3,4  <0,05 |
| р | >0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | >0,05 |  |
| **Т3 свободный** | **Контр-ная**  **n=19** | 4,53 ±0,15 | 4,43 ± 0,16 | 4,50 ±0,17 | 4,48 ±0,14 | 4,62 ± 0,18 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 4,59 ±0,17 | 4,69 ± 0,16 | 4,70 ±0,15 | 4,60 ±0,13 | 4,68 ± 0,16 | >0,05 |
| р | >0,05 | >0,05 | >0,05 | >0,05 | >0,05 |  |

Примечание. Единицы измерения: ТТГ – мМе/л; Т4 общий – нмоль/л; Т3 общий – нмоль/л; Т3 свободный - пмоль/л; Т4 свободный - пмоль/л.

Анализ результатов таблицы 3 показал, что сохранность эффекта лазера по уровню гормонов щитовидной железы также составляет 3 суток, о чем свидетельствует рост уровня эндорфина на 25%, АКТГ – на 41%, кортизол – на 12%, ТТГ – на 23%, Т3общ – на 13% (во всех случаях (р<0,05).

Однако наиболее выраженный эффект был через 24 ч. - уровень эндорфина увеличивался на 27%, АКТГ – на 52%, кортизола – на 22%, ТТГ – на 31%, а также Т3 общ. – на 25% (во всех случаях р<0,05).

Мнимый сеанс лазерного воздействия не приводил к сколь-нибудь значительным изменениям изучаемых параметров. Сравнительный анализ результатов опытной и контрольной группы выявил значительный прирост в экспериментальной группе после сеанса лазеротерапии через 30 минут, а также через 24 и 72 часа, ТТГ соответственно был выше на 26-31-23%, а Т3общ. – на 22-25-13% (во всех случаях р<0,05).

Таблица 4

Сохранность эффекта курсового лазерного воздействия частотой 1500 Гц по показателям скоростной компоненты мышечных сокращений спортсменов-велосипедистов

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Показа-**  **тели** | | **Исходный уровень**  **(1)** | **Через 30 мин**  **(2)** | **Через**  **24 ч.**  **(3)** | **Через**  **3 суток**  **(4)** | **Через**  **7 суток**  **(5)** | **Р** |
| **f max, об/мин** | **Контр-ная**  **n=19** | 198,70  ±0,30 | 198,90  ±0,20 | 198,97  ±0,22 | 199,10  ±0,28 | 199,20  ±0,40 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 199,15  ±0,32 | 203,60  ±0,30 | 204,40  ±0,34 | 204,35  ±0,23 | 203,76  ±0,35 | 1-2<0,05  1-3,4<0,01  1-5 <0,05 |
| **р** | >0,05 | <0,05 | <0,01 | <0,01 | <0,05 |  |
| **t 70%, с** | **Контр-ная**  **n=19** | 1,280  ±0,04 | 1,275  ±0,04 | 1,267  ±0,08 | 1,262  ±0,04 | 1,267  ±0,05 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 1,268  ±0,03 | 1,244  ±0,05 | 1,230  ±0,06 | 1,226  ±0,04 | 1,238  ±0,02 | 1-2<0,05  1-3,4<0,01  1-5 <0,05 |
| **р** | >0,05 | <0,05 | <0,01 | <0,01 | <0,05 |  |
| **N max, Вт** | **Контр-ная**  **n=19** | 353,22  ±1,40 | 353,80  ±1,56 | 354,10  ±1,68 | 354,30  ±1,30 | 354,40  ±1,08 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 355,35  ±1,53 | 362,10  ±1,60 | 364,10  ±1,73 | 364,04  ±1,40 | 362,25  ±1,10 | 1-2<0,05  1-3,4<0,01  1-5 <0,05 |
| **р** | >0,05 | <0,05 | <0,01 | <0,01 | <0,05 |  |

Примечание. fmax (об/мин) - максимальная частота движений; t 70% (с)- время достижения частоты движений в 70% от максимальной; Nmax (Вт) - максимальная мощность работы.

Отмечено, что курсовое лазерное облучение с частотой следования импульсов 1500 Гц, сохраняет эффект действия лазера 7 суток, о чем свидетельствует существенное повышение скоростной компоненты мышечных сокращений велосипедистов экспериментальной группы во всем временном диапазоне измерений.

При этом, наиболее нагляден эффект на 1 сутки, где выявлены наилучшие значения анаэробной работоспособности в первой пробе 6-ти секундного теста.

Так максимальная частота движений выросла - на 2,72%, мощность работы на 2,82%, при сокращении времени достижения максимальной частоты педалирования – на 3% (во всех случаях p<0,01) по сравнению с контрольной группой, по сравнению с исходным уровнем аналогичные изменения 2,63% - 3,08% - 2,46% соответственно.

На 3 сутки, эффект лазерного воздействия был несколько ниже, однако, прирост максимальной частоты движений составил 2,64%, мощности работы - 2,74%, при сокращении времени достижения максимальной частоты педалирования - на 2,93% (во всех случаях p<0,01) по сравнению с контрольной группой. По сравнению с исходным уровнем – 2,61% - 2,44% - 3,42% соответственно.

На 7 сутки сохранность эффекта снижается, но полученные данные остаются все еще выше контроля: максимальная частота движений увеличилась – на 2,28%, мощность работы – на 2,21%, при сокращении времени достижения максимальной частоты педалирования - на 2,34% (во всех случаях p<0,05) по сравнению с контрольной группой. По сравнению с исходным уровнем – 2,31% - 1,94% - 2,42% соответственно.

Таблица 5

Сохранность эффекта курсового лазерного воздействия частотой 1500 Гц по показателям скоростно-силовой компоненты мышечных сокращений спортсменов-велосипедистов

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Показа-**  **тели** | | **Исходный уровень**  **(1)** | **Через 30 мин**  **(2)** | **Через**  **24 ч.**  **(3)** | **Через**  **3 суток**  **(4)** | **Через**  **7 суток**  **(5)** | **Р** |
| **f max, об/мин** | **Контр-ная**  **n=19** | 174,10  ±1,30 | 174,30  ±1,32 | 174,42  ±1,20 | 174,70  ±1,50 | 174,50  ±1,42 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 174,45  ±1,36 | 178,30  ±1,50 | 179,50  ±1,25 | 179,70  ±1,40 | 178,30  ±1,50 | 1-2<0,05  1-3,4<0,01  1-5 <0,05 |
| **р** | >0,05 | <0,05 | <0,01 | <0,01 | <0,05 |  |
| **t 70%, с** | **Контр-ная**  **n=19** | 1,530  ±0,02 | 1,520  ±0,03 | 1,510  ±0,02 | 1,515  ±0,06 | 1,520  ±0,04 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 1,520  ±0,03 | 1,487  ±0,05 | 1,465  ±0,08 | 1,472  ±0,04 | 1,487  ±0,02 | 1-2<0,05  1-3,4<0,01  1-5 <0,05 |
| **р** | >0,05 | <0,05 | <0,01 | <0,01 | <0,05 |  |
| **N max, Вт** | **Контр-ная**  **n=19** | 982,44  ±2,16 | 983,70  ±2,10 | 984,50  ±2,13 | 984,90  ±2,25 | 984,65  ±2,15 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 984,55  ±2,20 | 1007,10  ±2,04 | 1011,77±2,20 | 1010,60  ±2,30 | 1006,33  ±2,18 | 1-2<0,05  1-3,4<0,01  1-5 <0,05 |
| **р** | >0,05 | <0,05 | <0,01 | <0,01 | <0,05 |  |
| **J,Вт/с** | **Контр-ная**  **n=19** | 512,70  ±2,03 | 512,94  ±2,07 | 513,20  ±2,30 | 513,40  ±2,17 | 513,70  ±2,06 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 513,50  ±2,10 | 525,22  ±2,12 | 528,10  ±2,35 | 528,03  ±2,15 | 525,80  ±2,12 | 1-2<0,05  1-3,4<0,01  1-5 <0,05 |
| **р** | >0,05 | <0,05 | <0,01 | <0,01 | <0,05 |  |
| **Not ,Вт/кг** | **Контр-ная**  **n=19** | 12,48  ±0,02 | 12,49  ±0,04 | 12,50  ±0,02 | 12,51  ±0,04 | 12,52  ±0,03 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 12,49  ±0,01 | 12,78  ±0,03 | 12,83  ±0,03 | 12,84  ±0,03 | 12,79  ±0,02 | 1-2<0,05  1-3,4<0,01  1-5 <0,05 |
| **р** | >0,05 | <0,05 | <0,01 | <0,01 | <0,05 |  |

Примечание. fmax (об/мин) - максимальная частота движений; t 70% (с)- время достижения частоты движений в 70% от максимальной; Nmax (Вт) - максимальная мощность работы; Not (Вт/кг) - максимальная мощность, зафиксированная в тесте (относительные значения); J (Вт/с) - градиент прироста мощности во время выполнения первого движения.

Полученные данные свидетельствуют, что по показателям скоростно-силовой компоненты мышечных сокращений, а именно максимальной частоты движений, абсолютной и относительной мощности работы, времени достижения максимальной частоты педалирования в 70% от максимальной, градиента прироста мощности во время выполнения первого движения выявлены, как и при регистрации скоростной компоненты в первой пробе, максимальный эффект лазерного воздействия выявлен на 1 сутки эксперимента.

Так f max увеличилась – на 2,91%, N max– на 2,77%, Not - на 2,64%, J - на 2,90%, при сокращении t 70% - на 3,07% по сравнению с контрольной группой (во всех случаях p<0,01), по сравнению с исходным уровнем – на 3,0% – 2,64% – 2,80% – 2,83% – 3,26% соответственно.

На 3 сутки после НИЛИ прирост в показателях анаэробной работоспособности сохранился на уровне 1-х суток: f max увеличилась - на 2,86%, N max– на 2,60%, Not - на 2,63%, J - на 2,84%, при сокращении времени t 70% - на 2,92% по сравнению с контрольной группой (во всех случаях p<0,01), по сравнению с исходным уровнем – на 3,00% - 2,64% - 2,80% - 2,83% - 3,26% соответственно.

На 7 сутки эффект действия лазера снижался, так f max выросла - на 2,17%, N max– на 2,20%, Not - на 2,15%, J - на 2,35%, при сокращении t 70% - на 2,22% по сравнению с контрольной группой (во всех случаях p<0,05), по сравнению с исходным уровнем показатели выросли на 2,20% - 2,21% - 2,40% - 2,40% - 2,22% соответственно.

Таблица 6

Сохранность эффекта курсового лазерного воздействия частотой 1500 Гц по показателям максимальной алактатной мощности спортсменов-велосипедистов

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Показа-**  **тели** | | **Исходный уровень**  **(1)** | **Через 30 мин**  **(2)** | **Через**  **24 ч.**  **(3)** | **Через**  **3 суток**  **(4)** | **Через**  **7 суток (5)** | **Р** |
| **N max, Вт** | **Контр-ная**  **n=19** | 802,50  ±1,23 | 804,11  ±1,32 | 804,60  ±1,47 | 805,20  ±1,60 | 805,90  ±2,10 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 804,90  ±1,26 | 823,10  ±1,30 | 827,90  ±1,50 | 826,80  ±1,54 | 823,44  ±2,15 | 1-2<0,05  1-3,4<0,01  1-5 <0,05 |
| **р** | >0,05 | <0,05 | <0,01 | <0,01 | <0,05 |  |
| **КВ, усл. ед.** | **Контр-ная**  **n=19** | 0,97  ±0,01 | 0,98  ±0,02 | 0,97  ±0,02 | 0,97  ±0,02 | 0,97  ±0,01 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 0,96  ±0,01 | 0,97  ±0,01 | 0,98  ±0,01 | 0,98  ±0,01 | 0,97  ±0,02 | 1-3,4 <0,05 |
| **р** | >0,05 | >0,05 | >0,05 | >0,05 | >0,05 |  |
| **Обороты (раз)** | **Контр-ная**  **n=19** | 40,07  ±0,10 | 40,20  ±0,07 | 40,32  ±0,02 | 40,45  ±0,12 | 40,30  ±0,05 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 40,18  ±0,12 | 41,13  ±0,09 | 41,50  ±0,04 | 41,55  ±0,10 | 41,20  ±0,07 | 1-2<0,05  1-3,4<0,01  1-5 <0,05 |
| **р** | >0,05 | <0,05 | <0,01 | <0,01 | <0,05 |  |
| **Not ,Вт/кг** | **Контр-ная**  **n=19** | 9,30  ±0,02 | 9,32  ±0,03 | 9,33  ±0,03 | 9,34  ±0,02 | 9,35  ±0,02 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 9,31  ±0,01 | 9,54  ±0,02 | 9,60  ±0,02 | 9,60  ±0,03 | 9,55  ±0,01 | 1-2<0,05  1-3,4<0,01  1-5 <0,05 |
| **р** | >0,05 | <0,05 | <0,01 | <0,01 | <0,05 |  |
| **А, Дж** | **Контр-ная**  **n=19** | 11324,20  ±20,12 | 11350,17  ±20,20 | 11357,90  ±20,31 | 11362,44  ±20,40 | 11377,85±20,55 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 11370,07  ±20,15 | 11607,20  ±20,26 | 11678,24  ±20,34 | 11673,06  ±20,43 | 11630,76±20,58 | 1-2<0,05  1-3,4<0,01  1-5 <0,05 |
| **р** | >0,05 | <0,05 | <0,01 | <0,01 | <0,05 |  |

Примечание. A – (Дж) - объем выполненной во время теста; Nmax (Вт) - максимальная мощность работы; Nср (Вт) - средняя мощность работы, зафиксированная в тесте; Not (Вт/кг) - максимальная мощность, зафиксированная в тесте (относительные значения); КВ усл. ед - коэффициент выносливости; обороты - количество оборотов педалей, которые выполняют испытуемые в тесте.

Анализ результатов показал, что при выполнении 15-ти секундного теста, эффект лазерного воздействия обнаружен в течение 7-ми суток после применения, о чем свидетельствуют различия по всем рассматриваемым показателям.

Так, объём реализуемой анаэробно-алактатной работоспособности у высококвалифицированных велосипедистов через 30 мин. после курсового применения лазера увеличился - на 2,26%, показатель максимальной и относительной механической мощности вырос – на 2,36%, повысилось также и число оборотов педалей, которое испытуемые выполнили во время теста, на 2,31% по сравнению с контрольной группой (во всех случаях p<0,05). По сравнению с исходным уровнем эти показатели выросли на 2,08% – 2,26% – 2,47% – 2,36% соответственно.

К тому же, более выраженные изменения изучаемых показателей наблюдались в приросте максимальной анаэробной мощности на 1 сутки наблюдения. В частности: А вырос на – 2,82%, N max и Not - на 2,89-2,9%, количество оборотов педалей, которые выполняют испытуемые в тесте – на 2,92% (во всех случаях p<0,01) по сравнению с контролем, а по сравнению с исходным уровнем на 2,71% – 2,86% – 3,11% – 3,30% соответственно.

На 3 сутки наблюдалась аналогичная закономерность, так А вырос на 2,73%, N max и Not - на 2,68-2,78%, количество оборотов педалей – на 2,71% (во всех случаях p<0,01) по сравнению с контролем, а по сравнению с исходным уровнем на 2,66% – 2,72% – 3,11% – 3,40% соответственно.

На 7 сутки, эффект лазера снижался, что проявлялось в уменьшении прироста абсолютных значений, характеризующих максимальную анаэробную мощность, а именно объем выполненной работы вырос на – 2,22%, N max и Not - на 2,18-2,14%, количество оборотов педалей – на 2,23% (во всех случаях p<0,05) по сравнению с контролем, а по сравнению с исходным уровнем на 2,29% – 2,30% – 2,58% – 2,54% соответственно.

Таблица 7

Сохранность эффекта курсового лазерного воздействия частотой 1500 Гц по показателям анаэробной гликолитической выносливости спортсменов-велосипедистов

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Показа-**  **тели** | | **Исходный уровень**  **(1)** | **Через 30 мин**  **(2)** | **Через**  **24 ч.**  **(3)** | **Через**  **3 суток**  **(4)** | **Через**  **7 суток (5)** | **Р** |
| **N max, Вт** | **Контр-ная**  **n=19** | 492,86  ±1,02 | 492,98  ±1,06 | 493,10  ±1,02 | 493,45  ±1,06 | 493,80  ±1,02 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 493,17  ±1,05 | 504,70  ±1,08 | 507,20  ±1,04 | 507,15  ±1,08 | 505,10  ±1,04 | 1-2,3,4  <0,01  1,5 <0,05 |
| **р** |  | <0,05 | <0,01 | <0,01 | <0,05 |  |
| **КВ, усл. ед.** | **Контр-ная**  **n=19** | 0,97  ±0,01 | 0,97  ±0,02 | 0,97  ±0,02 | 0,98  ±0,02 | 0,97  ±0,01 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 0,96  ±0,02 | 0,96  ±0,01 | 0,98  ±0,02 | 0,97  ±0,01 | 0,96  ±0,02 | 1-3<0,05  2-3<0,05  3-4 <0,01 |
| **р** | >0,05 | >0,05 | >0,05 | >0,05 | >0,05 |  |
| **Обороты (раз)** | **Контр-ная**  **n=19** | 119,40  ±0,22 | 119,60  ±0,25 | 119,80  ±0,20 | 119,90  ±0,18 | 119,70  ±0,14 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 119,65  ±0,24 | 122,40  ±0,20 | 123,20  ±0,15 | 123,10  ±0,10 | 122,10  ±0,16 | 1-2<0,05  1-3,4<0,01  1-5 <0,05 |
| **р** | >0,05 | <0,05 | <0,01 | <0,01 | <0,05 |  |
| **A, Дж** | **Контр-ная**  **n=19** | 18390,35  ±34,15 | 18409,78  ±34,17 | 18435,20  ±34,18 | 18460,78±34,28 | 18487,30±34,60 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 18430,12±34,20 | 18835,16±34,20 | 18950,70±34,21 | 18958,88±34,39 | 18895,70±34,65 | 1-2<0,05  1-3,4<0,01  1-5 <0,05 |
| **р** | >0,05 | <0,05 | <0,01 | <0,01 | <0,05 |  |
| **Not ,Вт/кг** | **Контр-ная**  **n=19** | 5,31  ±0,02 | 5,33  ±0,02 | 5,34  ±0,02 | 5,35  ±0,03 | 5,37  ±0,02 | >0,05 |
| **Эксп-ная**  **n=19** | 5,32  ±0,01 | 5,44  ±0,03 | 5,49  ±0,01 | 5,49  ±0,01 | 5,48  ±0,01 | 1-2<0,01  1-3<0,05  1-4,5 <0,01 |
| **р** | >0,05 | <0,05 | <0,01 | <0,01 | <0,05 |  |

Примечание. (A) - Дж - объем выполненной во время теста; Nmax (Вт) - максимальная мощность работы; Nср (Вт) - средняя мощность работы, зафиксированная в тесте; Not (Вт/кг) - максимальная мощность, зафиксированная в тесте (относительные значения); КВ усл. ед - коэффициент выносливости; обороты - количество оборотов педалей, которые выполняют испытуемые в тесте.

После курса НИЛИ частотой 1500 Гц, при выполнении 45-ти секундного теста, эффект лазера сохранялся в течение 7-ми дней после воздействия.

Так, через 30 минут после курсового применения лазера: объём реализуемой анаэробно-гликолитической работоспособности вырос - на 2,31%, показатель максимальной и относительной механической мощности вырос – на 2,37 и 2,06%, повысилось также и число оборотов педалей, которое испытуемые выполнили во время теста, на 2,34%, (во всех случаях p<0,05) по сравнению с контролем, а по сравнению с исходным уровнем на 2,20% - 2,37% - 2,25% - 2,30% соответственно.

К тому же, более существенные изменения изученных параметров выявлены на 1 сутки. Так: А вырос на – 2,79%, N max и Not - на 2,86-2,8%, обороты – на 2,83% (во всех случаях p<0,01) по сравнению с контролем, а по сравнению с исходным уровнем на 2,82% – 2,84% – 3,20% – 2,96% соответственно.

На 3 сутки, эффект лазера сохранился на уровне 1-х суток, А вырос на 2,69%, N max и Not - на 2,77-2,61%, обороты – на 2,67% (во всех случаях p<0,01) по сравнению с контролем, а по сравнению с исходным уровнем на 2,87% – 2,83% – 3,20% – 2,88% соответственно.

На 7 сутки, эффект снизился, однако изученные показатели были достоверно выше значений контрольной группы: А вырос на – 2,20%, N max и Not - на 2,28-2,05%, обороты – на 2,01% (во всех случаях p<0,05), что касается сравнения с исходным уровнем, то эти же параметры выросли на 2,52% – 2,41% – 3,0% – 2,04%.

Причем, что значения коэффициента выносливости не претерпевали, как и при 15-ти секундной пробе не имели достоверных различий на протяжении всего восстановительного периода, по сравнению с контрольной группой (p>0,05).

Следует отметить, что после имитированного курса процедур лазеротерапии (контрольная группа) по результатам всех тестов различий выявлено не было (p>0,05).

Исследование анаэробной работоспособности показало, что эффект лазерного воздействия сохраняется до 7 суток после применения, о чем свидетельствует прирост в показателях скоростной и силовой компоненты мышечных сокращений велосипедистов, при абсолютном увеличении максимальной механической мощности, выполняемой в ходе совершения работы в алактатном и гликолитическом механизме энергообеспечения. В ходе исследования установлено, что наивысших значений сохранность эффекта лазера, в данном режиме, достигается на 30-й минуте;

Анализ результатов исследования показал, что применяемый вариант НИЛИ курсом 1500 Гц, сохраняет эффект лазерного воздействия в виде повышенных абсолютных и относительных значений скоростной и скоростно-силовой компоненты мышечных сокращений, более быстрым набором мощности в начале работы и поддержания емкости в конце теста, о чем свидетельствует прирост значений максимальной и относительной мощности, объема выполненной работы, и частоты движений в 15-ти и 45-ти секундных тестах, в результате чего работоспособность во второй части теста не падает, при высоких абсолютных значениях коэффициента выносливости. В ходе эксперимента также установлено, что наибольший эффект лазера в указанном режиме отмечен на 1 сутки.

Таким образом, на основании результатов проведенных экспериментов с чрезкожным низкоинтенсивным воздействием лазерного излучения (НИЛИ) на сосуды локтевой области верхних конечностей испытуемых оказалось возможным сделать конкретные обобщения.

1. Сохранность эффекта НИЛИ более выражена при курсовом воздействии и кумулятивный эффект составляет 14 дней.

Достоверные, хотя и небольшие сдвиги энергетического обмена у испытуемых наблюдались, как при однократном, так и при курсовом применении процедуры НИЛИ. Вместе с тем, констатируем, что наиболее выраженные сдвиги энергетического обмена головного мозга испытуемых по показателю УПП были отмечены при курсовом использовании НИЛИ.

Таким образом, можно считать, что воздействие НИЛИ с частотой 1500 Гц при однократном применении следует рассматривать как воздействие пороговое, тогда как курсовое воздействие НИЛИ с частотой 1500 Гц следует рассматривать как воздействие оптимальное, вызывающее не только более значимые сдвиги УПП, но и обеспечивающее более продолжительное последействие.

2. Что касается нейро-эндокринного статуса спортсменов на фоне действия НИЛИ, то здесь уместно будет сослаться на многократно подтвержденные данные ранее проведенных исследований крови спортсменов, продемонстрировавших повышение концентрации в циркулирую­щей крови после НИЛИ гормонов щитовидной железы – Т3своб и Т4своб, как известно, оказывающих активирующее влияние на энергетический обмен в целом, а также, на нейронный субстрат головного мозга в частности. Отметим, что наряду с повышением в крови тиреоидных гормонов, под влиянием НИЛИ в циркулирующей крови спортсменов увеличивается концентрация кортизола – основного гормон из группы глюкокортикоидов, вырабатываемых корой надпочечников и существенно влияющего на энергетический обмен головного мозга.