

Министерство здравоохранения Российской Федерации

Федеральное медико-биологическое агентство

(ФМБА России)

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДИКИ
НЕИНВАЗИВНОЙ ТРАНСЛИНГВАЛЬНОЙ СПАЙК-СТИМУЛЯЦИИ,
НАНОСИМОЙ НЕПОСРЕДСТВЕННО В ПРОЦЕССЕ ВЫПОЛНЕНИЯ
СПОРТИВНЫХ ДВИЖЕНИЙ, ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ТРЕНИРОВОЧНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ У
ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ**

Методические рекомендации

МР ФМБА России _____

Издание официальное

Москва,
2019

1. Предисловие

1.1. Разработано: Общество с ограниченной ответственностью «ИНФОТЕЛЬ»

Генеральный директор- С.А. Чечин

1.2. ФГБОУ ВО «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта»

Ректор – к.м.н. В.Н. Шляхтов

2. Исполнители

2.1. От ФГБОУ ВО «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта»:

Проректор по научно-исследовательской работе - д-р биол. наук, профессор,
Р.М. Городничев,

Научный сотрудник - канд. биол. наук, Е.А. Пивоварова,

Младший научный сотрудник - канд. биол. наук, А.М. Пухов,

Младший научный сотрудник - канд. биол. наук, С.А. Моисеев,

Младший научный сотрудник - С.М. Иванов,

Аспирант - В.В. Маркевич

2.2. От ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России

Доцент кафедры – И.Т. Выходец,

Ассистент кафедры - В.С. Фещенко,

Ассистент кафедры – Н.К. Хохлина

2.3. От Общества с ограниченной ответственностью «Альматек» (ООО «Альматек»)

Генеральный директор, главный врач - Е.В. Бугорский,

Консультант - д.м.н., профессор, Ю.П. Данилов

3. В настоящем законе реализованы требования федерального закона Российской Федерации от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»

4. Утверждено и введено в действие Федеральным медико-биологическим агентством « » _____ 2019 г.

Содержание

1. Предисловие.....	2
2. Введение.....	4
3. Область применения	6
4. Термины и определения	7
5. Основные нормативные положения.....	8
6. Обоснование применения методики неинвазивной транслингвальной спайк-стимуляции, наносимой непосредственно в процессе выполнения спортивных движений, при подготовке спортсменов различной квалификации по видам спорта.....	13
7. Опыт применения методики неинвазивной транслингвальной спайк-стимуляции, наносимой непосредственно в процессе выполнения спортивных движений, для повышения эффективности тренировочных воздействий у высококвалифицированных спортсменов	21
8. Оценка эффективности применения методики неинвазивной транслингвальной спайк-стимуляции, наносимой непосредственно в процессе выполнения спортивных движений, на повышение эффективности тренировочных воздействий у высококвалифицированных спортсменов.	30
8.1 Спортсмены циклических видов спорта (короткие дистанции)	30
8.2. Спортсмены циклических видов спорта (длинные дистанции)	30
8.3 Спортсмены игровых видов спорта (баскетбол).....	31
9. Заключение	33
10. Список литературы	35

2. Введение

Настоящие методические рекомендации разработаны с целью повышения эффективности применения транслингвальной спайк-стимуляции и описания методики использования транслингвальной спайк-стимуляции при подготовке высококвалифицированных спортсменов различных видов спорта и являются развитием методических рекомендаций по применению транслингвальной спайк-стимуляции для модифицирования психомоторных и нейрорегуляторных функций спортсменов в различных видах спорта [1].

Существующие разнообразие видов спорта и индивидуальный подход к тренировкам высококвалифицированных спортсменов не позволяют строго регламентировать применение транслингвальной спайк-стимуляции в процессе выполнения ими тренировочных упражнений и настоящие методические рекомендации преследуют своей целью описание наиболее эффективного порядка выполнения упражнений с применением транслингвальной спайк-стимуляции в процессе выполнения спортивных движений для улучшения баланса, скоростных показателей, координационных способностей и увеличения физических возможностей организма.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель руководителя

Федерального медико-биологического
агентства

_____Ю.В. Мирошникова

**Методика применения неинвазивной транслингвальнойспайк-
стимуляции, наносимой непосредственно в процессе выполнения
спортивных движений, на повышение эффективности тренировочных
воздействий у высококвалифицированных спортсменов**

Методические рекомендации

МР ФМБА России 2019

3. Область применения

В документе устанавливаются основные организационные принципы применения методики неинвазивной транслингвальной спайк-стимуляции, наносимой в процессе выполнения спортивных движений для повышения эффективности тренировочных воздействий у высококвалифицированных спортсменов циклических видов спорта (короткие дистанции), циклических видов спорта (длинные дистанции) и спортсменов игровых видов спорта.

4. Термины и определения

В настоящем документе применены следующие термины с соответствующими им определениями.

Транслингвальная спайк-стимуляция – стимуляция языка электрическими сигналами из трех импульсов, формирующих пакет, и одного интервала между пакетами, частота импульсов от 50 до 200 Гц и длительностью импульса от 16 до 60 микросекунд, пиковая сила тока стимуляции - от 0 до 12,5 микроампер, а одновременно пиковое напряжение подают на часть контактов электрода, расположенных по площади языка на расстоянии друг от друга, переключение на следующую группу происходит после спада пикового напряжения на предыдущей группе через такой интервал времени, при котором компенсируется электрический потенциал, определяемый количеством контактов в группе и временем спада пикового напряжения, применяемая для улучшения физических возможностей организма.

5. Основные нормативные положения

Общие положения

Эффективность выполнения спортивных упражнений с нанесением транслингвальной спайк-стимуляции обусловлена тремя факторами:

- безопасность применения во время выполнения упражнения;
- время нанесения за одну процедуру;
- адаптированность спортсмена к выполнению упражнений с прибором.

Безопасность применения во время выполнения упражнения.

Недопустимо применение прибора для нанесения транслингвальной спайк-стимуляции во время выполнения упражнений, которые могут привести к повреждению любой части прибора.

Недопустимо применение прибора для нанесения транслингвальной спайк-стимуляции во время выполнения упражнений, которые могут привести к воздействию провода, соединяющего электрод с блоком управления на организм человека (использование предельно допустимых нагрузок, упражнения с большими весами, скоростные нагрузки требующие определенного дыхания)

Недопустимо применение прибора для нанесения транслингвальной спайк-стимуляции во время выполнения упражнений в воде или другой среде, способной к проведению электричества.

Время нанесения за одну процедуру

Рекомендованное нанесение стимуляции в течение 20 минут. Нанесение стимуляции более 20 минут не показывает значимого прироста эффекта в

тренировке и может привести к снижению эффективности из-за усталости спортсмена, нарушению частоты дыхания и глотания. При необходимости нанесения стимуляции более 20 минут требуется предварительная адаптация спортсмена к выполнению упражнения с прибором.

Количество процедур нанесения стимуляции не ограничено и обусловлено сменой вида движения.

Адаптация спортсмена к выполнению упражнений с прибором.

Для эффективного нанесения транслингвальной спайк-стимуляции во время выполнения упражнений рекомендуется провести предварительные тренировки для обучения спортсмена выполнению каждого необходимого упражнения вместе с прибором.

Не рекомендуется начинать работу с прибором без предварительного обучения специалистом.

Для построения программы специфических тренировок в обязательном порядке требуется консультация или совместная работа со специалистом в данном виде спорта.

Релаксационный эффект.

При нанесении транслингвальной спайк-стимуляции следует учитывать релаксационный эффект [1], возникающий при нанесении стимуляции в состоянии покоя.

Работа с прибором для нанесения транслингвальной спайк-стимуляции

Транслингвальная спайк-стимуляция осуществляется с помощью портативного прибора стимулятора со следующими характеристиками:

- наличие встроенного таймера;
- питание от встроенного аккумулятора;
- возможность регулировать силу стимуляции;
- форма сигнала монофазная;
- порядок подачи стимуляции - пакет из трех импульсов, один интервал между пакетами;
- частота импульсов 50-200 Гц, длительность импульса от 16 до 60 микросекунд, пиковое напряжение от 0 до 15 V, сила тока стимуляции - пиковое значение тока от 0 до 12,5 микроампер;
- электроды для портативного стимулятора - стимулирующая матрица электродов весом 20 гр., размер стимулирующей матрицы электродов 20x50 мм.

Прибор состоит из двух частей: электрода, устанавливаемого в рот контактами на поверхность языка, и блока управления, обеспечивающего управление сигналом, подаваемым на контакты электрода, и подачу напряжения на контакты электрода, соединенных многожильным проводом.

Блок управления закрепляется на теле спортсмена. Электрод плоской стороной накладывается на язык, кончик языка должен располагаться непосредственно за электродами. По окончании сеанса стимуляции электрод извлекается изо рта и снимается блок управления. Отсоединенный электрод подвергается очистке и дезинфекции. Хранение продезинфицированного электрода осуществляется в пластиковом контейнере с ложементом, предотвращающем повреждение электрода. Перед каждым применением электрод дополнительно протирается дезинфицирующим средством, указанным в инструкции к прибору.

Во время сеанса электрод плоской стороной накладывается на язык, кончик языка должен располагаться непосредственно за электродами (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Общий вид проведения сеанса транслингвальной спайк-стимуляции

Сеанс стимуляции запрограммирован на 20 минут и при необходимости может быть приостановлен или прекращен до истечения этого времени. В момент окончания сеанса стимуляции прибор издает звуковой сигнал.

Методика нанесения неинвазивной транслингвальной спайк-стимуляции

1. В процессе выполнения спортивных движений, направленных на стабилизацию и развитие связочно-суставного аппарата необходимо обязательное нанесение транслингвальной спайк-стимуляции. Рекомендуется нанесение транслингвальной спайк-стимуляции в течение не менее 20 минут во время выполнения каждого вида движений.

2. При выполнении спортивных движений, направленных на улучшение эффективности использования паттерна движения, баланса, развитие мышечной и кардиоваскулярной выносливости и умения держать темп необходимо факультативное нанесение транслингвальной спайк-стимуляции до или в процессе выполнения движений.

Выбор возможности и времени нанесения транслингвальной спайк-стимуляции для каждого вида упражнений обусловлен стоп-факторами:

- недопустимо применения прибора при выполнении движений, которые

могут повредить прибор;

- нанесение транслингвальной спайк-стимуляции не должно ощущаться стеснять движения;

- нанесение транслингвальной спайк-стимуляции не должно приводить к выпадению электрода стимулятора из рта;

- недопустимости мышечной или когнитивной релаксации при выполнении движений.

- Нанесение транслингвальной спайк-стимуляции выполнения движений, когда такое нанесение не приводит к появлению стоп-факторов.

- Рекомендуется нанесение транслингвальной спайк-стимуляции в течение не менее 20 минут во время выполнения каждого вида движений.

- Нанесение транслингвальной спайк-стимуляции, когда такое нанесение может приводить к появлению стоп-факторов.

Рекомендуется нанесение транслингвальной спайк-стимуляции в течение 20 минут до выполнения движений и начинать упражнения сразу после нанесения транслингвальной спайк-стимуляции.

3. При выполнении спортивных движений, направленных на улучшение силовых и мощностных кондиций, силовые упражнения на развитие взрывной силы и мощности, общеукрепляющие упражнения на развитие силы и общей физической подготовленности.

Рекомендуется нанесение транслингвальной спайк-стимуляции в течение 20 минут только до выполнения тренировочной сессии с использованием соответствующих паттернов движения, заложенных в тренировочную сессию, и начинать выполнение упражнения сразу после нанесения транслингвальной спайк-стимуляции.

6. Обоснование применения методики неинвазивной транслингвальной спайк-стимуляции, наносимой непосредственно в процессе выполнения спортивных движений, при подготовке спортсменов различной квалификации по видам спорта

Альтернативный метод использования периферической нейростимуляции для нейрореабилитации был представлен Ю.П. Даниловым на Всемирном конгрессе по психофизиологии в Санкт-Петербурге в 2010г. Этот метод был разработан в Университете штата Висконсина, США, в лаборатории, которую возглавлял известный ученый Пол Баху-Рита, один из основателей современной концепции нейропластичности. В лаборатории тактильной коммуникации и нейрореабилитации (TCNL) был разработан прибор для электротактильной стимуляции кожи человека, в наиболее плотно иннервируемой тактильной области – языка [3].

Электротактильная стимуляция языка является, на данный момент, наиболее эффективной и наиболее безопасной стимуляцией центральной нервной системы. Язык наиболее тонкий участок относительно других поверхностей, насыщенный разными видами механо-, термо- и вкусовых рецепторов, с дополнением свободных нервных окончаний. Эта зона с максимальной плотностью механорецепторов на единицу площади и имеет минимальный двухточечный порог дискриминации: 0,5-1 мм для механической стимуляции и 0,25-0,5мм для электрической стимуляции. [4,5].

Два основных краниальных нерва (ветки тройничного, 20-22 000 нервных волокон и лицевого нерва, 3-6000 нервных волокон) от передней поверхности языка обеспечивают передачу нервных импульсов непосредственно в структуры ствола мозга, активируя комплекс ядер тройничного нерва (мезенцефалическое, сенсорное и спинальное-самые большие ядра ствола) и одновременно по ветке лицевого нерва стимулируется соседнее ядро солитарного тракта. Непосредственно активируются также

кохлеарные ядра, структуры медуллы и верхние отделы шейного отдела позвоночника (С2 и С3).

В зону вторичной активации попадает ретикулярная формация ствола мозга, комплекс вестибулярных ядер и вентральная часть мозжечка. [6] Как известно, зона ствола мозга имеет большое скопление нейронных ядер (86), часть из них занимается автономной регуляцией (кровообращение, дыхание), другая часть - сенсомоторной интеграцией. Не следует исключать и возможную вторичную активацию нескольких общих систем нейрохимической регуляции активности мозга, ядра которых расположены в стволе мозга – норадренэргическую, дофаминэргическую, серотонинэргическую и ацетилхолинергическую. Из этой же области выходят нисходящие пути, регулирующие активность мотонейронов спинного мозга, а именно: тройнично-спинальный, солитарноспинальный и три вестибуло-спинальных, непосредственно вовлеченных в регуляцию активности нижних конечностей и ходьбы. [7].

Интенсивная ритмическая стимуляция действующих нейронов приводит к соответствующей активации синаптических контактов и аксонов, в том числе весь комплекс пред- и постсинаптических нейрохимических механизмов. Такие феномены как длительная потенция или депрессия нейронных сетей могут лежать в основе эффектов, наблюдаемых при использовании электротактильной стимуляции языка. Долговременная потенция (Longtermpotentiation, LTP), как и долговременная депрессия (Longterminhibition, LTI), это усиление / угнетение синаптической передачи между двумя нейронами, сохраняющееся на протяжении длительного времени после воздействия на синаптический проводящий путь. LTP участвует в механизмах синаптической пластичности, обеспечивающих нервную систему живого организма возможностью адаптироваться к изменяющимся условиям внешней среды. Большинство теоретиков нейрофизиологии полагают, что

долговременная потенция совместно с долговременной депрессией лежат в основе клеточных механизмов памяти и обучения [8].

Обоснование применения методики неинвазивной транслингвальной спайк-стимуляции, наносимой непосредственно в процессе выполнения спортивных движений, при подготовке спортсменов различной квалификации по видам спорта основывается на данных, полученных по результатам проведенной в 2018 году коллективом авторов на базе ФГБОУ ВО «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта» научной работы по исследованию методики применения транслингвальной спайк-стимуляции для модифицирования психомоторных и нейрорегуляторных функций спортсменов в различных видах спорта. Указанное исследование применения транслингвальной спайк-стимуляции впервые проведено на группах спортсменов различных видов спорта (9).

В общей сложности в эксперименте приняли участие 33 спортсмена в возрасте от 18 до 36 лет, специализирующиеся в видах спорта – стрельба из лука и легкоатлетический бег на разные дистанции. Испытуемые были разделены на несколько групп.

Первая группа испытуемых в количестве 14 человек подвергалась однократной 20-минутной транслингвальной спайк-стимуляции. Испытуемые второй группы в течение 10-ти дней ежедневно стимулировались в течение 20 минут. Вторая группа состояла из спортсменов двух видов спорта: легкоатлетический бег на разные дистанции (n=7) и стрельба из лука (n=6). Третья группа – контрольная (n=6), испытуемым которой устанавливался электрод на язык на то же время, что и испытуемым экспериментальных групп, но без включения прибора (плацебо-воздействие).

Транслингвальная спайк-стимуляция осуществлялась в состоянии покоя с помощью двух портативных стимуляторов BrainPort (PoNS) (Helius Medical Technologies, USA). Сеанс стимуляции был запрограммирован на 20 минут. В

течение этого времени испытуемый находился в кресле в полулежачем положении в состоянии относительного мышечного покоя.

При изучении влияния однократной 20-минутной транслингвальной спайк-стимуляции регистрация психомоторных и нейрорегуляторных функций спортсменов осуществлялась до стимуляции, сразу после стимуляции, через 20 и 40 минут после прекращения стимуляции. Таким образом, проводились четыре «среза» исследуемых параметров.

При разработке программы экспериментального исследования по оценке влияния транслингвальной спайк-стимуляции были охвачены различные стороны функциональной подготовленности спортсменов. Подобранные методики для оценки психомоторных и нейрорегуляторных функций спортсменов позволили объективно оценить влияние нейромодуляторной стимуляции на их параметры. Результаты, полученные на представителях различных видов спорта, позволяют говорить о специфическом влиянии транслингвальной спайк-стимуляции на спортсменов циклических и точностных видов спорта.

Однократная 20-минутная транслингвальная спайк-стимуляция, наносимая в состоянии относительного мышечного покоя, у спортсменов циклических и точностных видов спорта в некоторой степени сопровождалась преобладанием тормозных процессов и снижением психомоторных и нейрорегуляторных функций спортсменов.

Силовые способности спортсменов после стимуляционного воздействия имели тенденцию к снижению. Также увеличилось время реакции выбора и время переключения внимания, что свидетельствует о снижении скорости протекания нервных процессов в центральной нервной системе. Можно отметить, что при решении красно-черных таблиц Шульте-Платонова у спортсменов-легкоатлетов время переключения внимания снижалось в отличие от стрелков из лука, у которых оно увеличивалось после стимуляции.

О преобладании тормозных процессов после транслингвальной спайк-стимуляции также свидетельствует и ухудшение вертикальной устойчивости вследствие снижения проприоцептивной афферентации. Оцениваемые параметры вертикальной устойчивости по фронтальной и сагиттальной осям увеличивались, а значения угловой скорости снижались, что свидетельствует о более длительном латентном периоде принятия решения о внесении двигательных корректив при поддержании вертикальной устойчивости с открытыми и закрытыми глазами. При индивидуальном рассмотрении было отмечено, что из всего количества исследуемых спортсменов у большего числа легкоатлетов наблюдалось снижение разброса статокинезиограммы по фронтальной и сагиттальной осям.

Амплитуда вызванных моторных ответов мышц правой ноги после стимуляции снижалась. У стрелков из лука увеличение амплитуды ВМО регистрировалось через 40 минут после стимуляционного воздействия.

При оценке 10-дневного курса транслингвальной спайк-стимуляции изменения регистрируемых параметров в целом были схожи с эффектами от однократной стимуляции, отличительные особенности наблюдались у представителей различных видов спорта. У легкоатлетов при прохождении курса стимуляции были выявлены тенденции к снижению силовых показателей на 5-ый день и увеличение на 10-ый, у стрелков из лука, напротив, повышение отмечено на пятый день стимуляции. При выполнении теста «реакция выбора» к 10-ому дню стимуляции время реакции увеличивалось, но количество допускаемых ошибок при этом прогрессивно снижалось у представителей обеих групп. Скорость переключения внимания у легкоатлетов возрастала к 10-му дню, у стрелков из лука уменьшалась. У спортсменов-лучников прослеживалась тенденция к снижению разброса статокинезиограммы в пробах Ромберга и увеличению амплитуды вызванных моторных ответов мышц правой ноги от первого к десятому дню стимуляции. При исследовании рефлекторной

возбудимости мышц тенденция к снижению порогов ВМО в большей степени наблюдалась у стрелков из лука.

Наиболее выраженный положительный эффект от однократной и курсовой транслингвальной спайк-стимуляции был выявлен при исследовании качества следящего движения в стабิโลграфическом тесте с эвольвентой. У спортсменов исследуемых видов спорта регистрировалось сокращение ошибок при прохождении теста.

В результате 10 дневного (курсового) стимуляционного воздействия транслингвальной спайк-стимуляции сила кисти испытуемых достоверно изменилась лишь в одном из экспериментальных условий – на 10 день исследования в группе легкоатлетов. Фоновое значение силы правой кисти в этом случае достоверно увеличилось на 13,5% по сравнению с фоновым значением второго среза (5 день). Однако, по сравнению с фоновым значением первого среза (исходное значение) это увеличение составило лишь 5% и не являлось статистически значимым. В целом, в группе легкоатлетов для обеих рук наблюдалась тенденция недостоверного снижения показателей силы кисти рук от 1 к 5 дню исследования и роста этого показателя от 5 к 10 дню исследования. Так, в группе легкоатлетов наблюдалось снижение показателей силы кисти на 5-й день исследования и тенденция к росту силы кисти до уровня выше исходных к 10-му дню. У группы лучников, напротив, наблюдалось незначительное увеличение показателей силы кисти на 5-ый день исследования и незначительное их снижение до значений ниже исходных к 10-му дню стимуляционного воздействия.

Таким образом, в результате обеих вариантов транслингвальной стимуляции – однократного и курсового воздействия не выявлено однозначных статистически значимых изменений в динамике показателя силы кистей рук испытуемых. У разных групп спортсменов и у разных испытуемых одной группы этот показатель имел тенденцию к изменению в разном направлении, поэтому можно говорить о достаточно индивидуальном воздействии

лингвальной стимуляции при сходных параметрах стимуляции. Так, анализ результатов однократного 20 минутного стимуляционного воздействия показал, что в 50% случаев наблюдался рост показателей динамометрии относительно исходных значений, в остальных случаях наблюдалось её снижение. При отдельном рассмотрении всех контрольных срезов показатель силы кисти обеих рук незначительно снизился по сравнению с исходным значением среза более чем в 58% случаев, а в 41,6% случаев наблюдалась тенденция к повышению силы кистей по отношению к фону. При рассмотрении динамики индивидуальных показателей силы кисти правой и левой руки в процессе курсового стимуляционного воздействия были выявлены практически идентичные изменения. Так, в практически 64% случаев наблюдалось снижение силы кистей рук от первого к четвертому срезу, ещё в 9% случаев отмечен её временный прирост с последующим снижением к четвёртому срезу до величин ниже исходных. Незначительный рост показателей динамометрии наблюдался только в 27% случаев.

Всё это даёт возможность говорить о необходимости более тщательного индивидуального подбора параметров транслингвального воздействия, с последующей регистрацией динамики показателей функционального состояния спортсмена, что, несомненно, требует дальнейших уточняющих исследований. Также можно рекомендовать следующее:

1. Не применять транслингвальную стимуляцию непосредственно перед спортивными соревнованиями, требующими проявления взрывной силы, поскольку наблюдается некоторая тенденция к снижению способности к её проявлению в результате применения однократного 20-ти минутного лингвального воздействия.

2. Тщательно подбирать параметры стимуляции и следить за индивидуальной реакцией спортсмена на лингвальное воздействие.

3. Включить курсовое лингвальное воздействие в период реабилитации спортсмена после значительных спортивных нагрузок при

внимательном контроле со стороны тренера или врача, поскольку в некоторых случаях подобное курсовое воздействие оказывает позитивное влияние на динамику показателей силы мышц сгибателей кисти.

4. Применять методику неинвазивной транслингвальной спайк-стимуляции непосредственно в процессе выполнения спортивных движений.

7. Опыт применения методики неинвазивной транслингвальной спайк-стимуляции, наносимой непосредственно в процессе выполнения спортивных движений, для повышения эффективности тренировочных воздействий у высококвалифицированных спортсменов

Программа применения методики неинвазивной транслингвальной спайк-стимуляции, наносимой непосредственно в процессе выполнения спортивных движений, для повышения эффективности тренировочных воздействий у высококвалифицированных спортсменов включала в себя исследование, проведенное на группе спортсменов общей выборкой 60 человек с разделением обследуемых представителей видов спорта на две группы:

– экспериментальную (испытуемые получают стимуляцию через электрод, наложенный на язык) с применением транслингвальной спайк-стимуляции у спортсменов экспериментальной группы в количестве не менее 30 человек;

– контрольную (не получают стимуляцию) не менее 30 человек, сопоставимых по видам спорта и физиологическим параметрам с экспериментальной группой;

Неинвазивная транслингвальная спайк-стимуляция наносилась непосредственно в процессе выполнения специальных спортивных движений.

В исследовании приняли участие 60 спортсменов мужского пола от 18 лет и старше, специализирующиеся в видах спорта:

- спортсмены циклических видов спорта (короткие дистанции);
- спортсмены циклических видов спорта (длинные дистанции) стайеры;
- спортсмены игровых видов спорта (баскетбол).

До и после воздействия у испытуемых и без воздействия у контрольной группы проведено тестирование физических способностей и функций организма, имеющих основополагающее значение для достижения высокого результата в избранном виде спорта:

- спортсмены циклических видов спорта (короткие дистанции):
тестирование анаэробной производительности организма;

- спортсмены циклических видов спорта (длинные дистанции):
тестирование аэробной производительности организма;

- спортсмены игровых видов спорта: тестирование координационных способностей и психомоторных функций.

Стимуляция во всех 3х группах наносится в процессе непосредственного выполнения спортивных движений в течение 10 тренировочных занятий.

1. Спортсмены циклических видов спорта (короткие дистанции).

Стимуляция наносится в течение 20 минут во время пробегания коротких отрезков с максимальной скоростью (не более 200 м).

Тестирование:

- скоростные показатели на 60 метров;
- тестирование анаэробной производительности организма.

2. Спортсмены циклических видов спорта (длинные дистанции).

Стимуляция наносится во время беговых нагрузок в течение 20 минут при пульсовой стоимости 120-160 уд/мин.

Тестирование:

- тестирование аэробной производительности организма (пульсовая эффективность при пробегании 3000 м).

3. Спортсмены игровых видов спорта (баскетбол).

20-минутная стимуляция наносится во время выполнения скоростного ведения мяча.

20- минутная стимуляция на баланс (баланс с закрытыми глазами на подушке AIREX) в течение дня вне тренировочного процесса

Тестирование:

- координационных способностей:
 - ✓ стабилметрия с эвольвентой (тестирование двигательного повторения за целью),
 - ✓ оценка 3-очковых бросков с центральной позиции.
- тестирование психомоторных функций (реакция на движущийся объект).

В соответствии с программой квази-экспериментального исследования по оценке транслингвальной спайк-стимуляции, наносимой непосредственно в процессе выполнения спортивных движений, на повышение эффективности тренировочных воздействий у высококвалифицированных спортсменов были проведены исследования: координационных способностей и психомоторных функций; анаэробной и аэробной производительности организма; физических способностей и функций организма, имеющих основополагающее значение для достижения высокого результата в избранном виде спорта.

Исследование проводилось на базе ФГБОУ ВО «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта» с 21 мая по 15 августа 2019 года. В общей сложности в эксперименте приняли участие 60 высококвалифицированных спортсменов мужского пола в возрасте от 18 до 40 лет, специализирующиеся в циклических (бег на короткие и длинные дистанции) и игровых видах спорта (баскетбол). Все испытуемые были предупреждены об условиях исследования и дали письменное согласие на участие в нем в соответствии с Хельсинской декларацией и нормами российского и международного права.

Испытуемые спортсмены были разделены на группы, по 20 человек в каждой:

- циклические виды спорта: бег на короткие дистанции (спринтеры);
- циклические виды спорта: бег на длинные дистанции (стайеры);
- игровые виды спорта: баскетбол.

В свою очередь, представители каждого из трех видов спорта, были разделены на контрольную и экспериментальную группы по 10 человек в каждой. Экспериментальная группа получала транслингвальную спайк-стимуляцию непосредственно во время выполнения спортивных движений. Контрольная группа не получала транслингвальную спайк-стимуляцию и была сопоставима по виду спорта и физиологическим параметрам с экспериментальной группой.

Курс транслингвальной спайк-стимуляции составлял 10 тренировочных дней, длительность ежедневной стимуляции – 20 минут. Транслингвальная спайк-стимуляция осуществлялась с помощью портативных стимуляторов ООО «Альматек». Во время сеанса стимуляции блок управления размещался на шее испытуемого. Электрод плоской стороной накладывался на язык, кончик языка располагался непосредственно за электродами. Форма сигнала монофазная и состояла из трех импульсов, один интервал между пакетами. Частота импульсов от 50 до 200 Гц и длительностью импульса от 16 до 60 микросекунд, пиковая сила тока стимуляции - от 0 до 12,5 микроампер. Сеанс стимуляции был запрограммирован на 20 минут. Сила воздействия подбиралась индивидуально для каждого испытуемого по субъективным ощущениям.

Спортсмены из экспериментальных групп снабжались индивидуальными комплектами портативных стимуляторов, которые включали в себя: блок управления устройством; стимуляционный электрод; адаптер переменного тока; дезинфицирующий раствор; стерильные марлевые салфетки. После каждого сеанса стимуляции проводилась дезинфекционная обработка стимуляционных электродов.

Протокол проведения исследований предусматривал следующий порядок. Перед началом исследования у каждого испытуемого собирали анамнез, предоставляли полную и понятную информацию о характере, целях и продолжительности исследований, подписывали согласие на добровольное участие испытуемых в экспериментах. Программа курса транслингвальной

спайк-стимуляции предусматривала тестирование спортсменов экспериментальных и контрольных групп непосредственно перед началом курса стимуляции (принималась за фоновые данные) и на следующий день после окончания десятого тренировочного дня со стимуляцией.

У спринтеров (представители циклических видов спорта, короткие дистанции) оценивалась эффективность воздействия транслингвальной спайк-стимуляции на скоростные способности и анаэробную производительность организма.

Тестирование скоростных показателей осуществлялось посредством измерения времени пробегания отрезка 60 метров с максимальной скоростью с низкого старта.

Тестирование анаэробной производительности организма спринтеров осуществлялось по параметрам теста Уинтгейта на велоэргометре Monark Ergonomic 874 E (рисунок 2). Испытуемым предлагалось педалировать с максимальной скоростью в течение 30 с. Сопротивление на велоэргометре регулируется в течение первых 4 секунд, затем включается секундомер и счетчик оборотов точно на 30-секундный отрезок. Величина сопротивления составляла около $75 \text{ г} \cdot \text{кг}^{-1}$ массы тела. Анаэробную производительность оценивали по пиковой и относительной мощности на кг массы тела; падению мощности (абсолютная и относительная на кг массы тела).



Рисунок 2 – Выполнение теста Уинтгейта на велоэргометре Monark

Программа транслингвального воздействия предусматривала стимуляцию в течение 20 минут во время пробегания коротких отрезков (не более 200 м) с максимальной скоростью. При выполнении пробегания спортсмену на язык устанавливался электрод и наносилось соответствующее воздействие. Всего в соответствии с тренировочной программой в течение 20 минут спортсмены выполняли от 10 до 30 пробежек.

У стайеров (представители циклических видов спорта, длинные дистанции) оценивалась эффективность транслингвальной спайк-стимуляции на аэробную производительность организма по пульсовой эффективности пробегания отрезка 10 000 м. Пульсовая эффективность рассчитывалась по формуле, предложенной А.В. Кубеевым: $HRE = S \times 60 \times 100 / T \times AHR$, измеряется в см/1 сердечное сокращение, где S – расстояние в метрах; T – время в секундах; AHR – средний пульс в уд/мин; при выявлении среднего пульса из расчета исключаются первые 2 минуты нагрузки. Регистрация частоты сердечных сокращений производилась пульсометром Polar S 810.

Тренировочная программа легкоатлетов-стайеров экспериментальной группы заключалась в транслингвальной спайк-стимуляции наносимой во время беговых нагрузок в течение 20 минут при пульсовой стоимости 120-160

уд/мин. Стимуляция наносилась в течение 10 тренировочных дней. Выполнение беговых нагрузок на одном тренировочном занятии превышало 20 минут, в связи с чем, после завершения стимуляции электрод убирался с языка и спортсмен продолжал выполнять запланированную работу.

У спортсменов-баскетболистов (представители игровых видов спорта) оценивалось влияние транслингвальной спайк-стимуляции на координационные способности и психомоторные функции. Координационные способности оценивались по стабилографическому тесту с эвольвентой и оценке результативности 3-очковых бросков с центральной позиции. Психомоторные функции по результатам в тестах простая зрительно-моторная реакция и реакция на движущийся объект.

Стабилографический тест с эвольвентой проводился на платформе с биологической обратной связью Стабилан-01 (ЗАО ОКБ «Ритм»), в процессе записи которого спортсмен с помощью перемещения собственного центра давления отслеживал задаваемую кривую, называемую «эвольвента». Траектория эвольвенты представляла собой раскручивающуюся кривую из центра до определенной амплитуды, несколько кругов по максимальной амплитуде, а затем сворачивалась в центр. Испытуемому ставилась задача в удержании своего маркера на зеленом. Зеленый маркер двигался сначала по раскручивающейся эвольвенте по часовой стрелке, затем заданное количество кругов без изменения амплитуды и в конце по сворачивающейся эвольвенте в центр. Анализировались суммарная и средняя ошибки слежения по фронтальной и сагиттальной осям. Для чистоты эксперимента в начале проводилась тестовая запись, чтобы испытуемый научился управлять красным маркером посредством перемещения центра давления на стабилографической платформе.

Трехочковые броски баскетбольного мяча в корзину проводились в зале спортивных игр. Спортсмены выполняли по 10 бросков из-за трехочковой дуги с центральной дуги. Оценивалось количество точных попаданий.

Психомоторные функции оценивались психофизиологическим комплексом «Психотест» («Нейрософт», г. Иваново). При регистрации «Реакции на движущийся объект» испытуемый находился перед монитором в положении сидя. На экране монитора была изображена окружность, на которой в различных точках находились две отметки, меняющие положение от предъявления к предъявлению движущегося объекта. Обследуемому необходимо было нажать на кнопку зрительно-моторного анализатора в момент, когда заливка окружности достигнет второй отметки. Число предъявлений составляло 70 единиц. Оценка результатов теста проводилась путем сравнения количества точных, опережающих и запаздывающих реакций, суммы опережающих и запаздывающих реакций, среднее время реакции, что позволяло судить об уравновешенности нервных процессов.

Далее в этой же группе проводили тест «Простая зрительно-моторная реакция». Испытуемый располагался сидя перед монитором. Обследуемому последовательно предъявлялись на экране световые сигналы зеленого цвета. При появлении сигнала он должен был как можно быстрее нажать на кнопку анализатора, стараясь при этом не допускать ошибок (преждевременное нажатие или пропуск сигнала). Интервал между сигналами задается в диапазоне от 0,5 до 2,5 с. Общее число предъявлений – 70 единиц. Оценка результатов по методике производилась на основании среднего значения времени реакции с учетом допущенных ошибок.

Стимуляция экспериментальной группы баскетболистов наносилась во время выполнения скоростного ведения мяча, кроме того, спортсмены данной группы получали однократную 20-минутную транслингвальную стимуляцию выполняя баланс с закрытыми глазами на подушке AIREX в течение дня вне тренировочного процесса. Во время 20-минутной тренировки на баланс спортсмены получали звуковое сопровождение.

Полученные результаты тестирования, полученных в контрольных и экспериментальных группах испытуемых, проходили статистическую

обработку до и после эксперимента в программе STATISTICA 10.0. Вычислялось среднее арифметическое значение, медиана, минимальное и максимальное значения, стандартное отклонение, коэффициент вариативности и ошибка среднего арифметического. Достоверность различий данных до и после эксперимента рассчитывали с использованием однофакторного дисперсионного анализа для повторных измерений (ANOVA). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

8. Оценка эффективности применения методики неинвазивной транслингвальной спайк-стимуляции, наносимой непосредственно в процессе выполнения спортивных движений, на повышение эффективности тренировочных воздействий у высококвалифицированных спортсменов.

8.1 Спортсмены циклических видов спорта (короткие дистанции)

Заключение по тестированию анаэробной производительности организма. Таким образом, применение транслингвальной спайк-стимуляции привело к увеличению основных результатов анаэробного теста в экспериментальной группе – пиковой и средней мощности, в то время как в контрольной группе подобные изменения не произошли. Стоит также отметить, что, несмотря на выявленные тенденции, статистически достоверных изменений не выявлено ни в одном из тестовых показателей в обеих группах.

Заключение по результатам тестирования скоростных показателей. Результаты, полученные в тесте бег 60 метров, позволяют заключить, что в среднем по экспериментальной группе испытуемых курсовое воздействие транслингвальной спайк-стимуляции сопровождалось улучшением скоростных показателей.

8.2. Спортсмены циклических видов спорта (длинные дистанции)

Заключение по результатам тестирования аэробной производительности организма. Таким образом, результаты тестирования аэробной производительности позволяют утверждать, что транслингвальная спайк-стимуляция, наносимая непосредственно при выполнении аэробных нагрузок, повышает пульсовую эффективность и способствует сокращению времени преодоления стайерской дистанции.

8.3 Спортсмены игровых видов спорта (баскетбол)

Заключение по тестированию координационных способностей.

Таким образом, полученные результаты исследований воздействия транслингвальной спайк-стимуляции на координационные способности баскетболистов позволяют заключить следующие. При анализе изменений параметров, полученных в тесте с эвольвентой после воздействия транслингвальной спайк-стимуляции в течение 10-и тренировочных дней, у спортсменов обеих групп выявлено снижение ошибок по фронтальной и сагиттальной осям. Но в экспериментальной группе значения средней ошибки слежения по фронтальной и сагиттальной оси снизились на 26,13% и 18,66% соответственно, что было статистически значимо больше чем в контрольной группе. Данный факт указывает на положительный эффект транслингвальной спайк-стимуляции на координационные способности спортсменов.

Эффект транслингвальной спайк-стимуляции на результативность целостного сложнокоординационного двигательного действия не выявлен. Зарегистрированные изменения результативности 3-очковых бросков в экспериментальной группе были схожи с контрольной группой и находились на уровне тенденции.

Заключение по оценке психомоторных функций. Результаты анализа экспериментальных данных дают основания утверждать, что применение транслингвальной спайк-стимуляции в процессе выполнения тренировочной деятельности в сложнокоординационных видах спорта позволяет противодействовать утомлению и поддерживать скорость простых сенсомоторных реакций на исходном уровне на протяжении одного тренировочного мезоцикла, что подтверждается повышением функциональной устойчивости спортсменов в экспериментальной группе.

Вместе с тем включение транслингвальной спайк-стимуляции в тренировочный процесс не имеет значимого эффекта на сложные

сенсомоторные реакции, разновидностью которых является реакция на движущийся объект. Результаты тестирования РДО не имели существенных различий до и после эксперимента внутри групп и при сравнении их между собой.

Заключение

Эффективность воздействия транслингвальной спайк-стимуляции проводилась на представителях циклических (короткие и длинные дистанции) и игровых видах спорта (баскетбол). Каждый из исследуемых видов спорта имеет свои специфические особенности тренировочного процесса и соревновательной деятельности. В связи с этим, до и после курса транслингвальной спайк-стимуляции проводилось тестирование физических способностей и функций организма, имеющих основополагающее значение в избранном виде спорта

В частности, для спортсменов-спринтеров основополагающее значение имеют анаэробная производительность организма и скоростные способности. Применение транслингвальной спайк-стимуляции, наносимой в течение 10 тренировочных занятий сопровождалось тенденцией к увеличению анаэробных возможностей спортсменов-спринтеров и скорости преодоления 60-метрового отрезка. В контрольной группе спринтеров данные изменения были менее выражены или отсутствовали.

Результативность в стайерском беге (длинные дистанции) во многом определяется аэробными возможностями спортсменов, развитие и совершенствование которых требует продолжительного времени.

Вместе с тем, транслингвальная спайк-стимуляция, наносимая непосредственно при выполнении аэробных нагрузок в течение 10 тренировочных занятий, позволила спортсменам-стайерам уменьшить время и увеличить пульсовую эффективность преодоления дистанции 10 000 м. В связи с чем можно заключить, что транслингвальная спайк-стимуляция способствовала увеличению аэробной производительности спортсменов-бегунов на длинные дистанции.

Баскетболисты, как представители игровых видов спорта, до и после курса стимуляции проходили тестирование координационных способностей и психомоторных функций. В результате исследования установлено, что в экспериментальной группе баскетболистов значения средних ошибок слежения по фронтальной и сагиттальной осям движения в стабิโลграфическом тесте были статистически значимо меньше, чем в контрольной группе, которая не получала стимуляцию, что свидетельствует о положительном эффекте транслингвальной спайк-стимуляции на постуральный контроль спортсменов. Эффект транслингвальной спайк-стимуляции на результативность целостного сложнокоординационного двигательного действия (3-хочковый бросок) не выявлен.

Также установлено, что транслингвальная спайк-стимуляция в процессе выполнения тренировочной деятельности в игровых видах спорта позволяет противодействовать утомлению и поддерживать относительно постоянную скорость простых сенсомоторных реакций. Вместе с тем, включение транслингвальной спайк-стимуляции в тренировочный процесс не имеет значимого эффекта на сложные сенсомоторные реакции, разновидностью которых является реакция на движущийся объект.

Таким образом, установлен положительный эффект транслингвальной спайк-стимуляции, наносимой непосредственно в процессе выполнения спортивных движений, на повышение физических способностей и функций организма, имеющих основополагающее значение для достижения высокого результата в циклических (короткие и длинные дистанции) и игровых видах спорта (баскетбол).

Список литературы

1. Айкарди Ж. Заболевания нервной системы у детей / Пер. с англ. Т.С. Проценко, С.В. Барашкова, под общ. ред. А.А. Скоромца Т.Ж. М.: БИНОМ, 2013; 568 с
2. Звозиль А.В., Моренко Е.С., Виссарионов С.В., Умнов В.В., Моношкина Т.Р., Герасименко Ю.П., Баиндурашвили А.Г. Функциональная и спинальная стимуляция в комплексной реабилитации с ДЦП // *Vedical Sciency*; 2015; 2: 40-46.
3. Danilov, Y. P., Tyler, M. E., Kaczmarek K. A. Vestibular sensory substitution using tongue electrotactile display. *Human Haptic Perception: Basics and Applications*. Birkhauser Basel Switzerland, 2008; 467-480.
4. Danilov, Y.P., M.E. Tyler, K.L. Skinner, R.A. Hogle, and P. Bachy-Rita. Efficacy of electrotactile vestibular substitution in patients with peripheral and central vestibular loss // *J Vestib Res*; 2007; 17: 119–130.
5. Danilov, Y.P., M.E. Tyler, K.L. Skinner, R.A. Hogle, and P. Bachy-Rita. Efficacy of electrotactile vestibular substitution in patients with peripheral and central vestibular loss // *J Vestib Res*; 2007; 17: 119–130.
6. Danilov, Y.P., Tyler M.E., Skinner K.L., Bach-y-Rita P., Efficacy of electrotactile vestibular substitution in patients with bilateral vestibular and central balance loss // *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*; 2006: 6605–6609.
7. Barbara Susan Robinson, PT, DPT, Jeanne L. Cook, PT,vs, Cynthia McCormick Richburg, PhP, CCC-A, and Stephen Pria, PT, MPT. Use of an Electotactile Vestibular Substitution System to Facilitate Balance and Gait of an Individual with Gentamicin- Induced Bilateral Vestibular Hypofunction and Bilateral Transtibial Amputation // *JNPT* 2009;33 150- 159.

8. Michele E. Tyler, Member IEEE, Jacquelin G and Yuri P. Danilov. Spatial Mapping of Electrotactile Sensation Threshold and Interstimulus Range in the Human Tongue: Initial Results.

9. Городничев Р.М., Иванов С.М., Маркевич В.В., Моисеев С.А., Пивоварова Е.А., Пухов А.М., Бугорский Е.В., Данилов Ю.П. Методические рекомендации по применению транслингвальной спайк-стимуляции для модифицирования психомоторных и нейрорегуляторных функций спортсменов в различных видах спорта. – М. 2018.

Министерство здравоохранения Российской Федерации
Федеральное медико-биологическое агентство
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный
научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации
Федерального медико-биологического агентства»
(ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА РОССИИ)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДИКИ
НЕИНВАЗИВНОЙ ТРАНСЛИНГВАЛЬНОЙ СПАЙК-СТИМУЛЯЦИИ,
НАНОСИМОЙ НЕПОСРЕДСТВЕННО В ПРОЦЕССЕ ВЫПОЛНЕНИЯ
СПОРТИВНЫХ ДВИЖЕНИЙ, ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ТРЕНИРОВОЧНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ У
ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ

Методические рекомендации
МР ФМБА России _____ - 2019

Руководитель работы,
Главный врач Центра реабилитации
и восстановительной медицины Rehaline

Е.В Бугорский

Исполнители:

Проректор по
научно-исследовательской
работе

Р.М. Городничев

Научный сотрудник

Е.А. Пивоварова

Младший научный сотрудник	А.М. Пухов
Младший научный	С.А. Моисеев
Младший научный	С.М. Иванов
Аспирант	В.В. Маркевич
Доцент	И.Т. Выходец
Ассистент	В.С. Фещенко
Ассистент	Н.К. Хохлина
Консультант	Ю.П. Данилов