Министерство здравоохранения Российской Федерации

Федеральное медико-биологическое агентство

(ФМБА России)

Методика оценки постурального баланса спортсменов спортивных сборных команд Российской Федерации с использованием экспериментального образца приложения (тестовой версии электронной программы) для мобильного устройства (планшетного компьютера).

Методические рекомендации

МР ФМБА России_____- 2019

Издание официальное

Москва

2019

1. Предисловие

1. Разработано в: Общество с ограниченной ответственностью «ИнтерГлобал»

Генеральный директор – Курилов В.В.

2. Исполнители:

профессор кафедры реабилитации, спортивной медицины и физической культуры ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова

Минздрава России - д-р.мед.наук., профессор Курашвили В.А.

врач по лечебной физкультуре ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России –

к. мед .н. Кармазин В.В.

ассистент кафедры реабилитации, спортивной медицины и физической культуры ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова

Минздрава России - к. мед .н. Фещенко В.С.

младший научный сотрудник ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России –

Завьялов В.В.

младший научный сотрудник ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России –

Купеев М.В.

аспирант НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева - Ядгаров М.Я.

младший научный сотрудник ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России –

Базанович С.А.

Руководитель ООО «ИСЗ» - Н.А. Осадчая

Разработчик ООО «ИСЗ» - А.В. Малочка

3. В настоящих методических рекомендациях реализованы требования Федеральных законов Российской Федерации:

- от 21 ноября 2011 года № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»;

- от 4 декабря 2007 года № 329-ФЗ «О физической культуре и спорте в Российской Федерации»;

- от 5 декабря 2017 года №373-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "О физической культуре и спорте в Российской Федерации" и Федеральный закон "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации"»;

4. Утверждены и введены в действие Федеральным медико-биологическим агентством « » _____ 2019 г.

5. Введены впервые.

Содержание

1. Предисловие 2
2. Введение 5
3. Область применения 13
4. Нормативные ссылки 14
5 Разработка методики оценки постурального баланса спортсменов спортивных сборных команд Российской Федерации с использованием экспериментального образца приложения (тестовой версии электронной программы) для мобильного устройства (планшетного компьютера) 15
5.1 Разработка и обоснование методики 15
5.1.1 mBESS 15
5.1.2 Тандемная походка 16
5.1.3 Балансометрия 17
5.1.4 Стабилометрия 19
5.1.5 Макетный образец 20
5.2 Методика оценки постурального баланса 23
Заключение 43

2. Введение

Одной из основных проблем у спортсменов в настоящее время можно считать большую статическую нагрузку на различные звенья опорно-двигательного аппарата, такие как суставы и мышцы верхней конечности, суставы и мышцы позвоночника. Широко распространена позиция врачей, характеризующая выявленные постуральные нарушения у спортсменов как патологические и требующие обязательной коррекции. Другие исследователи придерживаются мнения об адаптационных и компенсаторных механизмах формирования постурального стереотипа у спортсменов, следовательно, коррекция выявленных нарушений нежелательна в связи с возможным изменением наработанного специального спортивного двигательного стереотипа.

Данную проблему усугубляет не только отсутствие системного подхода, основанного на физиологии движений, но и другие факторы: оценка частных нарушений опорно-двигательного аппарата (ОДА) проводится в отрыве от комплекса постуральных нарушений, вызванных различными причинами; анализ этих причин или не проводится, или является необъективным; контроль реабилитационных мероприятий и мониторинг восстановления после травм и выхода спортсмена на пик спортивной формы, с точки зрения оценки постурального и двигательного стереотипа, также осуществляется субъективно, что часто ведет к рецидивам травм и более низким спортивным показателям.

Сегодня как никогда ранее велика роль спортивной медицины в вопросах подготовки спортсменов и достижения ими высоких спортивных результатов. Для решения данного вопроса необходимо изучить формирование постуральных нарушений у спортсменов различных вдов спорта, разработать методики обследования, мониторинга, коррекции данных нарушений.

Наиболее точной методикой диагностики и коррекции постуральных нарушений является компьютерная стабилометрия с возможностью мобилизации тензометрической платформы. Однако в полевых условиях использование такого рода стационарного оборудования связано с определенными трудностями. Поэтому интерес исследователей в сфере постурального баланса спортсменов все больше привлекают мобильные устройства с встроенными гироскопом и акселерометром.

Гироскоп, являющий обязательным компонентом мобильных устройств, состоит из трёх независимых одноосных вибрационных датчиков угловой скорости (MEMS гироскопов), которые реагируют на вращение вокруг X-, Y-, Z- осей. Две подвешенные массы совершают колебания по противоположным осям. С появлением угловой скорости эффект Кориолиса вызывает изменение направления вибрации, которое фиксируется емкостным датчиком. Измеряемая дифференциальная емкостная составляющая пропорциональна углу перемещения. Получившийся сигнал усиливается, демодулируется и фильтруется, давая в итоге напряжение, пропорциональное угловой скорости вращения. Данный сигнал оцифровывается с помощью встроенного в плату 16-битного АЦП. Скорость оцифровки (sample rate) может программно варьироваться от 3.9 до 8000 выборок в секунду (samples per second, SPS), а задаваемые пользователем фильтры низких частот (LPF) предоставляют широкий диапазон возможных частот среза.

Встроенный в мобильное устройство акселерометр использует для каждой оси отдельную пробную массу, которая смещается при возникновении ускорения вдоль данной оси (фиксируются емкостными датчиками). Архитектура MPU-9250 снижает подверженность температурному дрейфу и вариациям электропараметров. При расположении устройства на плоской поверхности оно измерит 0g по X- и Y-осям и +1g по Z-оси. Масштабный коэффициент (scale factor — отношение изменения выходного сигнала к изменению выходного измеряемого сигнала) калибруется на заводе и не зависит от напряжения питания. Каждый сенсор снабжен индивидуальным

сигма-дельта АЦП (состоит из модулятора и цифрового фильтра низких частот, выходной цифровой сигнал которого имеет настраиваемый диапазон измерений.

В рамках настоящей работы были разработаны медико-технические требования к экспериментальному образцу приложения (тестовой версии электронной программы) для мобильного устройства (планшетного компьютера), использующего встроенные акселерометр и гироскоп для определения нарушений постурального баланса, у спортсменов спортивных сборных команд Российской Федерации.

Показано, что использование мобильного устройства (планшетного компьютера) позволяет оценить качество функции равновесия, среднюю линейную и угловую скорости у спортсменов, занимающихся симметричными видами спорта; выявить особенности положения тела при сохранении равновесия; оценить показатели смещения центра давления по фронтали и саггитали; выявить особенности показателей средней скорости перемещения центра давления, среднего радиуса отклонения центра давления и площади эллипса.

Постуральный контроль - способность сохранять равновесие в вертикальном положении. Существуют два вида двигательных функций: поддержание положения (позы) и собственно движение. В естественных условиях отделить их друг от друга невозможно. В то же время, при анализе двигательной активности полезно различать позные функции, способствующие поддержанию тела в определенном положении, и, в частности, сохранению вертикального положения в гравитационном поле Земли и целенаправленные движения. Наше тело подчиняется закону минимального поглощения энергии, т.е. скелетная система, уравновешивая себя, сводит к минимуму траты энергии, что повышает ее функциональность и работоспособность.

Иными словами, в человеческом организме заложена программа способная любыми путями сохранить свое равновесие, затрачивая на это

минимальное количество энергии. Тело человека в вертикальном положении в норме совершает колебания в пределах четырех градусов и поддерживается только тоническими и тонико-фазическими мышцами. Это мышцы медленные, но могут длительное время быть в напряжении, затрачивая мало энергии. Для других функций (передвижение в пространстве, захват предметов и т.д.) существует фазико-тоническая и фазико-фазическая мускулатура (многосуставные мышцы). Эти мышцы могут короткое время выдержать сильную нагрузку, но быстро утомляются.

Постуральную устойчивость (в том числе и определенную жесткость тела человека в условиях гравитации) обеспечивают постуральные рефлексы. Постуральные рефлексы (от английского postur - поза, положение), термин, предложенный Шеррингтоном для обозначения рефлексов, обеспечивающих сохранение определенного положения всего организма или же той или иной его части. Раздражения, которые вызывают постуральные рефлексы идут или от проприоцепторов или же от лабиринта. Раздражение, возникающее в мышце вследствие ее сокращения, продуцирует постуральное сокращение в этой же мышце и ведет к фиксации достигнутой позы, т.о. достигается ауторегулирование мышечного тонуса ("аутогенетический рефлекторный тонус"). Так, тонус разгибательных мышц поддерживается их собственными афферентнымы нервами. Если при децеребрационной ригидности, которая состоит в резком усилении разгибательного тонуса, перерезать афферентные проводники разгибателей, то ригидность исчезает.

Постуральные рефлексы бывают двух видов: - позностатические рефлексы, которые ограничивают число степеней свободы суставов - позвоночник оказывается закрепощенным тоническими паравертебральными мышцами; определенными мышцами ограничивается подвижность в тазобедренных, коленных и голеностопных суставах и атлантоокципитальном сочленении. Данные рефлексы обеспечивают также перераспределение тонуса туловища и конечностей в зависимости от пространственного положения головы и воздействия опоры; - установочные рефлексы - при отклонении тела

человека от вертикали срабатывают рецепторы вестибулярного аппарата и проприоцепторы суставов и мышц.

Установлено, что функция равновесия осуществляется посредством установочных рефлексов, которые удерживают центр тяжести тела в пределах проекции площади его опоры и осуществляют компенсаторное приспособление позы и восстановление утерянного равновесия тела. Установочные рефлексы, как и все другие, имеют двигательные, вегетативные и сенсорные компоненты.

Показано, что установочные рефлексы протекают непрерывно, т.к. они противодействуют постоянно действующей на тело силе земного притяжения. Сенсорная информация от вестибулярного аппарата поступает по нисходящим вестибулоспинальным путям к мышцам туловища и конечностей для восстановления утраченного равновесия. Кроме того, сенсорная информация от вестибулярного аппарата, а также от проприоцептивной системы поступает по восходящим вестибулоцеребеллярным и спиноцеребеллярным путям в мозжечок, являющийся центром равновесия. Безусловно-рефлекторные ответы мозжечка позволяют многократно воздействовать на мышцы туловища и конечностей, корректируя первичные вестибулосоматические реакции.

Изложенные выше соображения обусловили последовательность проведенных исследований. Был проведен анализ существующих методов оценки постурального баланса. Установлено, что поскольку большую часть тренировок спортсмены проводят на сборах, отсутствует возможность проводить объективную оценку постуральных функций с помощью громоздких стационарных методик. Выходом из данной ситуации является использование мобильных устройств с встроенными гироскопом и акселерометром.

Соответственно, потребовалась разработка медико-технических требований (МТТ) к экспериментальному образцу приложения для мобильного устройства (планшетного компьютера). На основании МТТ был создан экспериментальный прототип приложения (тестовой версии

электронной программы) для мобильного устройства (планшетного компьютера).

Для определения валидности созданного устройства был проведен сравнительный анализ экспериментального образца приложения для мобильного устройства (планшетного компьютера) со стационарными методами оценки постурального баланса в спортивной медицине. Проведенные исследования позволили перейти к оптимизации экспериментального образца приложения для планшетного компьютера.

Таким образом, был проведен полный цикл разработки методики оценки постурального баланса спортсменов спортивных сборных команд Российской Федерации с использованием экспериментального образца приложения (тестовой версии электронной программы) для мобильного устройства (планшетного компьютера).

Постуральный баланс — это способность поддерживать и управлять общим центром массы тела (ОЦМ) в пределах базы поддержки его опоры в целях предотвращения падения или потери равновесия при статическом и динамическом положениях.

Диагностика постурального баланса является одним из ключевых этапов биомеханической оценки спортсмена.

Ведущее место изучения функций постурального баланса занимает исследования с помощью платформ с датчиками, чувствительными к вертикальной нагрузке.

В настоящее время общепринятые методики и принципы стабилометрической и балансометрической диагностики в спортивной медицине не используют весь потенциал оценки постурального стереотипа, однако, именно стабилометрия и балансометрия являются основными диагностическими инструментами функциональных постуральных асимметрий у спортсменов.

Оценка постурального баланса у спортсменов позволяет выявить физиологические различия между влиянием вида спорта и нагрузки, ведущие к нарушению постуральной системы управления.

За последние годы в спортивной медицине все больше внимания уделяют диагностике постурального баланса с особым вниманием обсуждается влияние занятий различными видами спорта на изменения постуральной системы у спортсменов.

Современные методы позволяют точно диагностировать постуральные нарушения. Их применение хорошо доказало свою эффективность при диагностике в спортивных медицинских центрах, но за счет своих габаритов и дороговизны они не подходят для «полевых условий». Так как большую часть тренировок спортсмены проводят на сборах, у нас нет возможности проводить объективную оценку постуральных функций, тем самым, риск развития патологии постуральной системы значительно возрастает. В связи с чем развивается тенденция к изучению и внедрению новых методик с возможностью применения в условиях учебно-тренировочных сборов. Самыми легкодоступными из таких методов являются мобильные устройства с встроенными гироскопом и акселерометром.

Принцип действия сенсоров движения (акселерометра и гироскопа) основан на измерении смещения инерционной массы относительно корпуса и преобразовании его в пропорциональный электрический сигнал. Также сюда входит система ARKit, которая в свою очередь обеспечивает дополнительную чувствительность датчиков. Камеры устройства получают визуальное изображение и обнаруживают горизонтальные и вертикальные поверхности, определяют источники света и тени. Процессор обрабатывает поступающую информацию и согласовывает её с командами, которые подаются из самого приложения.

Нами была разработана методика диагностика постурального баланса у спортсменов с помощью экспериментального образца приложения на мобильном устройстве.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель руководителя
Федерального медико-
биологического агентства

_____Ю.В. Мирошникова

« »_____ 2019 г.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПОСТУРАЛЬНОГО БАЛАНСА СПОРТСМЕНОВ СПОРТИВНЫХ СБОРНЫХ КОМАНД РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА ПРИЛОЖЕНИЯ (ТЕСТОВОЙ ВЕРСИИ ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОГРАММЫ) ДЛЯ МОБИЛЬНОГО УСТРОЙСТВА (ПЛАНШЕТНОГО КОМПЬЮТЕРА).

Методические рекомендации

МР ФМБА России_____2019

3. Область применения

1. Методические рекомендации распространяются на проблемы закономерных изменений в состоянии здоровья спортсменов, связанные с влиянием спортивной деятельности на течение заболеваний желудочно-кишечного тракта, обострения и осложнения которых могут ограничивать рост спортивной результативности;

2. Методические рекомендации предназначены для использования в клиниках ФМБА России, врачебно-физкультурных диспансерах и центрах спортивной медицины.

4. Нормативные ссылки

Настоящий документ разработан на основании рекомендаций и требований, следующих нормативных правовых актов и нормативных документов.

Закон Российской Федерации от 4 декабря 2007 года № 329-ФЗ «О физической культуре и спорте в Российской Федерации».

Закон Российской Федерации от 21 ноября 2011 года № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».

Закон Российской Федерации от 5 декабря 2017 года №373-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "О физической культуре и спорте в Российской Федерации" и Федеральный закон "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации"».

Приказ Минздрава России от 30 мая 2018 г. № 288н «Об утверждении Порядка организации медико-биологического обеспечения спортсменов спортивных сборных команд Российской Федерации»

Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 2 июня 2010 г. № 415н “Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи населению при заболеваниях гастроэнтерологического профиля”

Рекомендации «Р» ФМБА России от 25 декабря 2017 г. 15.68-2017 "Разработка, изложение, представление на согласование и утверждение нормативных и методических документов ФМБА России"

ГОСТ 91500.11.0004-2003. Отраслевой стандарт. Протокол ведения больных. Дисбактериоз кишечника» (утв. Приказом Минздрава России от 09.06.2003 N 231)

5 Разработка методики оценки постурального баланса спортсменов спортивных сборных команд Российской Федерации с использованием экспериментального образца приложения (тестовой версии электронной программы) для мобильного устройства (планшетного компьютера)

5.1 Разработка и обоснование методики

Для разработки методики были взяты классические подходы для оценки и мониторинга постурального баланса (стабилометрия, балансометрия). В качестве основы для методики был использован протокол modified Balance Error Scoring System (mBESS). При сравнительном анализе экспериментального образца приложения пальценосовая проба не дала значимых статистических данных, поэтому не была включена в нашу методику.

5.1.1 mBESS

Данная система оценки равновесия основана на модифицированной версии системы оценки нарушений равновесия (mBESS). Для проведения данного тестирования потребуется устройство для отсчета времени. Каждая из 20-секундных проб/позиций оценивается путем подсчета количества ошибок. Экзаменатор начинает подсчет ошибок только после того, как спортсмен занял правильную стартовую позицию. Модифицированная система оценки нарушений равновесия вычисляется путем добавления одного балла для каждой ошибки в течение трех 20-секундных тестов.

Тестирование равновесия по mBESS:

1)стойка на двух ногах

2)стойка на одной ноге

3)тандемная стойка

Ошибками при выполнении теста можно считать:

1) Неправильное положение рук

2) Открытые глаза

3) Изменения позы, нарушения равновесия, падение

4) Отведение бедра более чем на 30 градусов

5) Неправильное положение стопы

6) Нахождение в неправильной позе более чем 5 секунд

Для более объективной диагностики все тесты были проведены как с открытыми, так и закрытыми глазами.

В отличие от mBESS, где испытатель считает количество ошибок, которые допускает испытуемый во время выполнения тестов, в классической стабилометрии и балансометрии используются объективные показатели для оценки нарушения постуральных функций.

5.1.2 Тандемная походка

В соответствии с протоколом SCAT тандемная походка проводится следующим образом. Спортсмен встает за линию старта, ноги вместе. Тест лучше всего выполнять без обуви. Далее врач просит спортсмена как можно быстрее идти вдоль линии шириной 38 мм и длиной 3 метра (можно использовать спортивную ленту). Спортсмены должны идти так, чтобы пятка ноги, которая впереди, касалась пальцев ноги, которая позади (это гарантирует, что движения правой и левой ног будут примерно соответствовать друг другу). После преодоления дистанции в 3 метра, спортсмен поворачивается на 180 градусов и таким же образом возвращается на точку старта. Исследование повторяется в общей сложности 2 раза, фиксируется результат теста в секундах, на который спортсмен потратил наибольшее время.

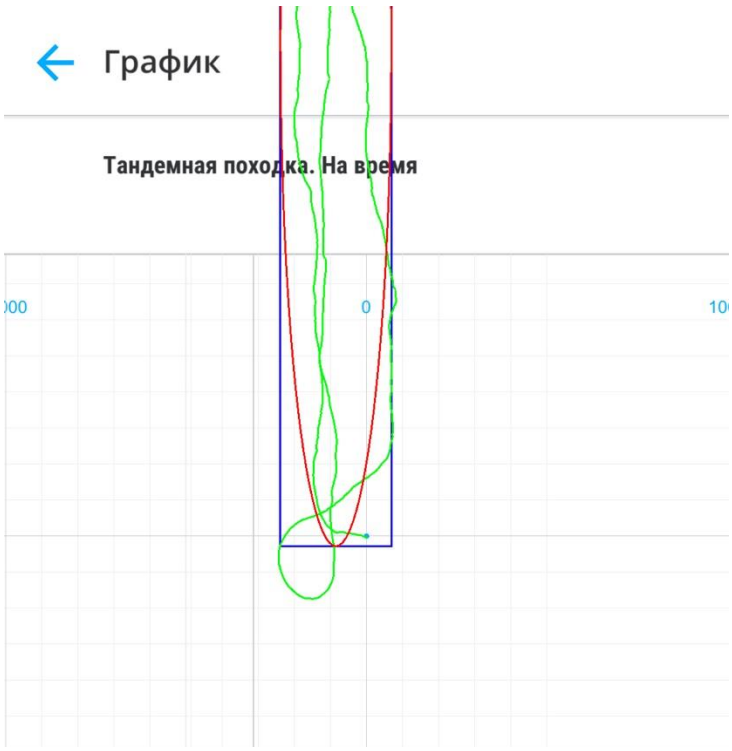


Рис. 1 График «тандемная походка»

С использованием мобильного устройства, расположенном на теле испытуемого, мы провели серию тестов «тандемной ходьбы». При этом производилась запись координат перемещения встроенных датчиков в пространстве. В результате был получен график (рис.1), соответствующий траектории движения испытуемого. Провести объективную оценку отклонения спортсмена во фронтальной плоскости не представлялось возможным. В связи с данными ограничениями в методике представлена другая модификация теста «тандемная походка».

5.1.3 Балансометрия

Балансометрия – оценка вертикальной устойчивости на нестабильной опоре. Аппаратные комплексы (АПК) данного типа обладают особенностью, в которой использование акселерометра и гироскопа, встроенного в платформу, позволяет оценить как линейные скорости, так и скоростно-угловые характеристики в системе координат

Рис.2 Балансометрической платформа Sigma.

Задачи балансометрии:

- Выявление общих параметров устойчивости в условиях динамической нестабильности;

- Верификация локальных нарушений баланса за счет внешней активации системы проприорецепции во всех направлениях.

Задачи данного АПК:

1)Диагностика нарушений равновесия, координации при патологиях опорно-двигательного аппарата, центральной и периферической нервной системы;

2)Диагностика и тренировка зрительного и вестибулярного анализаторов,

3)Разработка опорно-двигательного аппарата

При сравнительном анализе эксперемантального образца приложения и балансометрии, в качестве АПК была взята, балансометрическая платформа Sigma. (Рис. 2)

5.1.4 Стабилометрия

Стабилометрия – это метод количественного, пространственного и временного анализа устойчивости вертикальной позы, предложенный в 1951 году Е.Б. Бабским и его сотрудниками: В.С. Гурфинкелем, Э.Л. Ромелем и Я.С. Якобсоном. Позволяет оценить баланс тела в вертикальном положении. Характеристика колебаний относительно среднего положения в проекции на плоскость опоры (их амплитуда, частота, направление) являются чувствительными параметрами, отражающими состояние различных систем, включенных в поддержание баланса, – проприоцептивной, зрительной, вестибулярной.

При проведении теста используют несколько вариантов положений стоп– европейский и американский Европейский является более простым для проведения стабилометрии. У американского варианта есть явные преимущества, прежде всего, чувствительность к функциональной асимметрии во фронтальной плоскости.

В задачи стабилометрического обследования входят:

- определение направленности и степени фронтальных и сагиттальных смещений ОЦД;

- оценка активности зрительного и проприоцептивного анализаторов по коэфициенту Ромберга.

При сравнительном анализе эксперемантального образца приложения и стабилометрии, в качестве АПК была взята, стабилометрическая платформа TECNOBODY PRO-KIN. (Рис. 3)

Рис. 3 Стабилометрическая платформа TECNOBODY PRO-KIN

5.1.5 Макетный образец

Для методики оценки постурального баланса мы использовали экспериментальный образец приложения (тестовой версии электронной программы) для мобильного устройства (планшетного компьютера) на базе операционной системы IOS. Экспериментальный образец приложения (Рис.4) работает на мобильных устройствах с операционной системы IOS версии 13 таких как iPhone 6s и выше, всех моделей iPad Pro, iPad mini 5-го поколения и iPad 6-го поколения.

iOS — мобильная операционная система для мобильных устройств, разрабатываемая и выпускаемая американской компанией Apple. Была выпущена в 2007 году; первоначально — для iPhone, позже — для iPad.

Преимуществом iOS над другими операционными системами является универсальность самой операционный системы. Так как она унифицирована для всего модельного ряда мобильной техники Apple, поэтому она была взята за основу нашего приложения.

К мобильному устройству были предъявлены следующие требования:

1)Наличие гироскопа и акселерометра;

2)Компактный дизайн;

3)Удобное управление;

4)Современная операционная система;

5)Бюджетное устройство;

6) Совместимость с технологией ARKit;

7) Длительное время работы без подзарядки устройства.

Примером мобильного устройства был взят iPad mini 5 (Рис. 4), так как он обладает вышеуказанными характеристиками.

Ниже представлены дополнительные характеристики:

- Процессор A12 Bionicc системой Neural Engine
- Длина - 203,2 мм
- Ширина - 134,8 мм
- Толщина - 6,1 мм
- Вес - 300,5 г
- Встроенный сопроцессор движения M12
- До 10 часов работы в интернете по Wi-Fi, просмотра видео или прослушивания музыки, до 9 часов работы в интернете по сотовой сети
- Зарядка от адаптера питания или через USB-порт компьютера
- Трёхосевой гироскоп Акселерометр с частотой 100 Гц
- Барометр

Рис. 4 Ipad mini 5

5.2 Методика оценки постурального баланса

Методика включает в себя 9 последовательных тестов с определенным временем отрезком, с промежутком между тестами в 15 с. (Рис. 5)

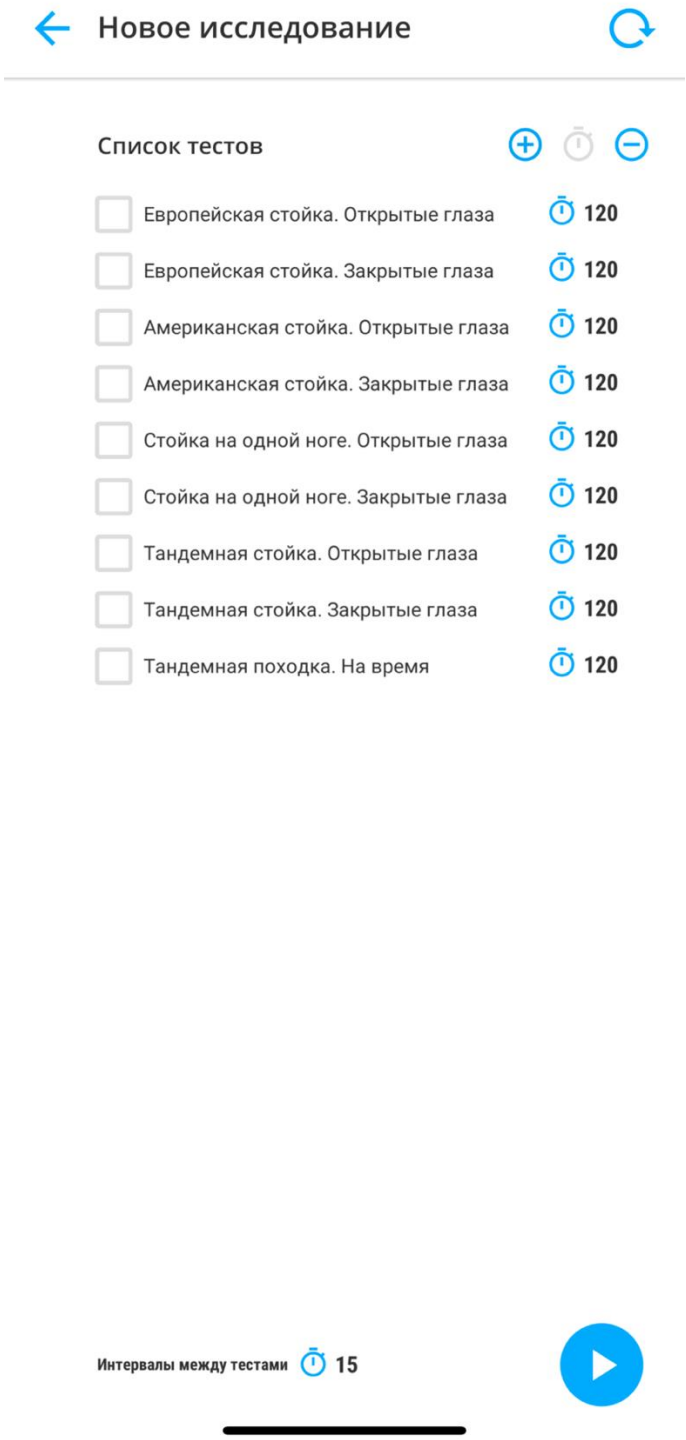


Рис 5 Тесты для определения оценки постурального баланса

На основании существующих традиционных подходов установки положения стоп пациента на платформе были взяты стандартизированные стабилометрические стойки и параметры для методики оценки постурального баланса с использованием экспериментального образца приложения для мобильного устройства (планшетного компьютера). Методика заключается в регистрации параметров при последовательных изменениях стойки.

Для оценки статического равновесия использовали тест «европейская стойка», «американская стойка», «стойка на одной ноге», «тандемная стойка».

Так же для оценки равновесия в динамике использовали тест «тандемная ходьба».

По результатам проведенных многочисленных стабилометрических исследований значение среднеквадратичного отклонения общего центра давления (ОЦД) превышало норму во фронтальной (x) и сагиттальной (y) плоскости при открытых и закрытых глазах в европейской стойке, и в сагиттальной плоскости в американской стойке.

Основная стойка — процесс динамический, поэтому производя измерения с некоторой постоянной частотой, стандартное исследование проводиться 20-30 секунд. За это время можно получить траекторию перемещения равнодействующей нагрузки, т.е. колебаний проекции общего центра масс (ПОЦМ) в течение всего обследования. В действительности центр давления (ЦД) не всегда может совпадать с проекцией центра тяжести [Gurfinkel V.S., 1973; Winter D.A., 1995; Смирнов Г.В., 1994].

Так как за данное время мы можем не получить объективные данные об оценке постурального баланса, в приложении можно выбрать определенный временной промежуток: 20 с., 30 с., 60 с., 90 с. и 120 с.

Ipad крепился на спине испытуемого в проекции Т10-Т11 грудных позвонков.

Европейская стойка

Стопы устанавливаются в положении «пятки – вместе, носки – врозь». Стопы оказываются в развороте по внутреннему краю на требуемые 30°. (Рис. 6А,6Б)

С позиции поддержания баланса такое положение приводит суставы нижних конечностей в сложное взаиморасположение. Плюсы такой позиции состоят в том, что оси подтаранных суставов параллельны и направлены в сагиттальной плоскости.

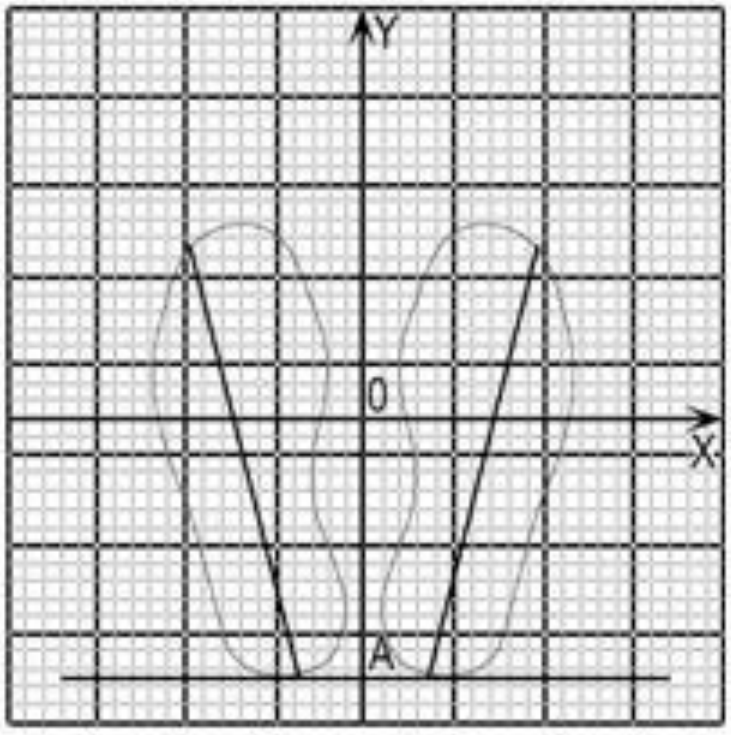


Рис. 6А Европейская установка стоп

Рис.6Б Европейская установка стоп

Американская стойка

Исследования производится в положении стопы ног параллельны и расположены на ширине плеч. При использовании «американской» установки стоп также используется ширина «клинической базы». «Клиническая база» - расстояние между передне-верхними остями таза. (Рис. 7А,7Б)

При этом положении стоп опорно-двигательная система чувствительнее реагирует на различные функциональные асимметрии во фронтальной плоскости.

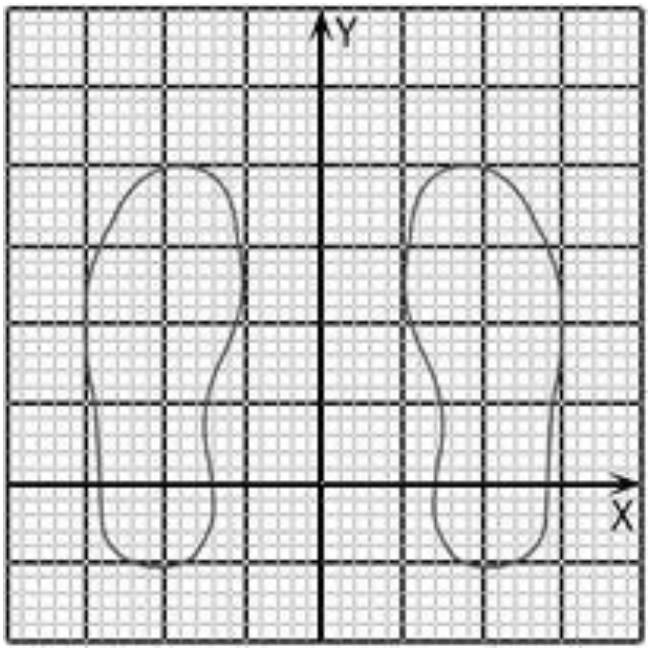


Рис 7А. Американская установка стоп

Рис. 7Б Американская установка стоп

Европейский вариант отличается естественностью и максимальным удобством положения стоп. В американской стойке положение ног нормировано.

Стойка на одной ноге

Стойка на одной не доминантной ноге. Доминантная (ведущая) нога должна быть согнута в бедре приблизительно под углом 30 градусов, и под углом 45 градусов в колене. (Рис. 8)

Доминантная (ведущая) нога как правило та же, что и доминантная рука. Ведущую стопу можно определить с помощью теста Харриса (Harris AJ 1958).

Рис.8 Стойка на одной ноге

Тандемная стойка

Для более детальной диагностики применяют тест «Тандемная стойка», который может показать нарушение постуральной функции, при нормальных показателях тестов при американской и европейской установке стоп. Пациенту необходимо поставить одну стопу непосредственно перед другой. Пятка к носку, не доминантная нога должна быть расположена сзади. (Рис.9)

Рис. 9 Тандемная стойка

Тандемная походка

По техническим причинам и ограничениям реализации теста «тандемная походка» в мобильном приложении мы предложили проводить его следующим образом:

Спортсмен должен встать на обе ноги у линии и по голосовой команде начать тестирование. Тандемная походка выполняется на время и с максимальной скоростью. За 10 секунд спортсмен максимально быстро должен пройти по прямой линии.

В приложении выбираются тесты и время их проведения. (Рис. 10А,10Б)

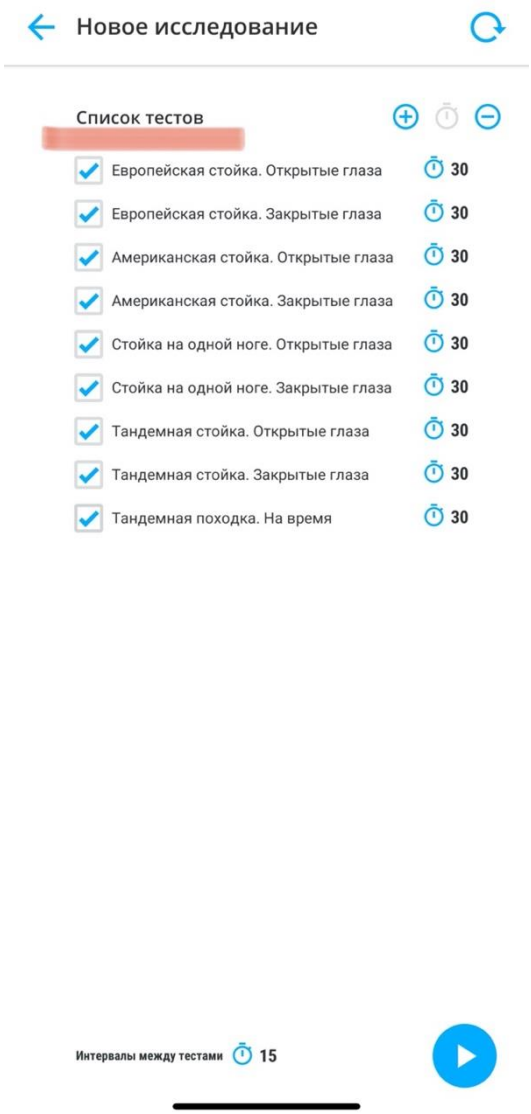


Рис. 10А Пример выбора тестов

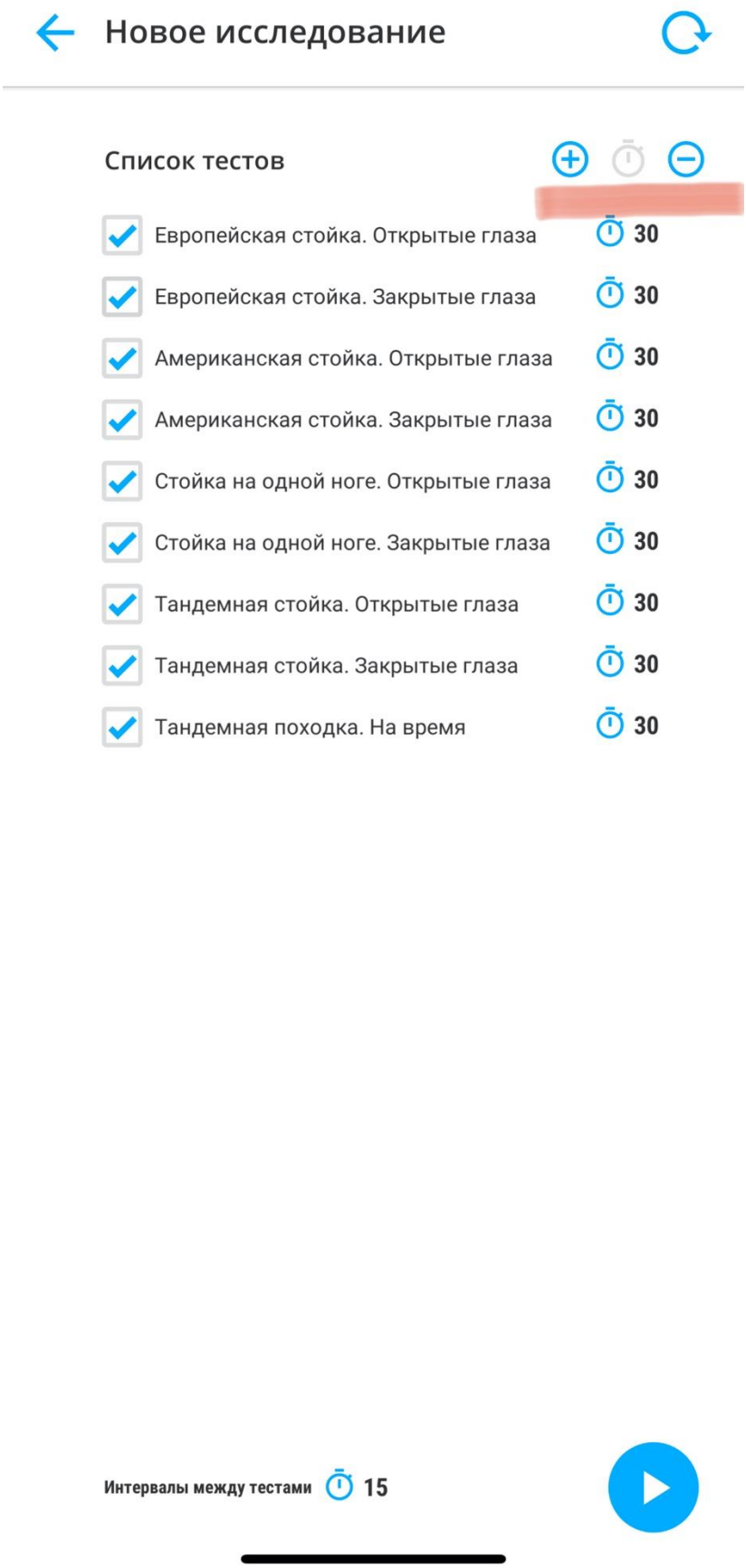


Рис. 10Б Пример выбора времени проведения тестов

После того как специалист указал предыдущие параметры, спортсмен разувается, встает на жесткую поверхность, и ему закрепляется на пояс планшетный компьютер с запущенным экспериментальным образцом приложения. (Рис. 11)

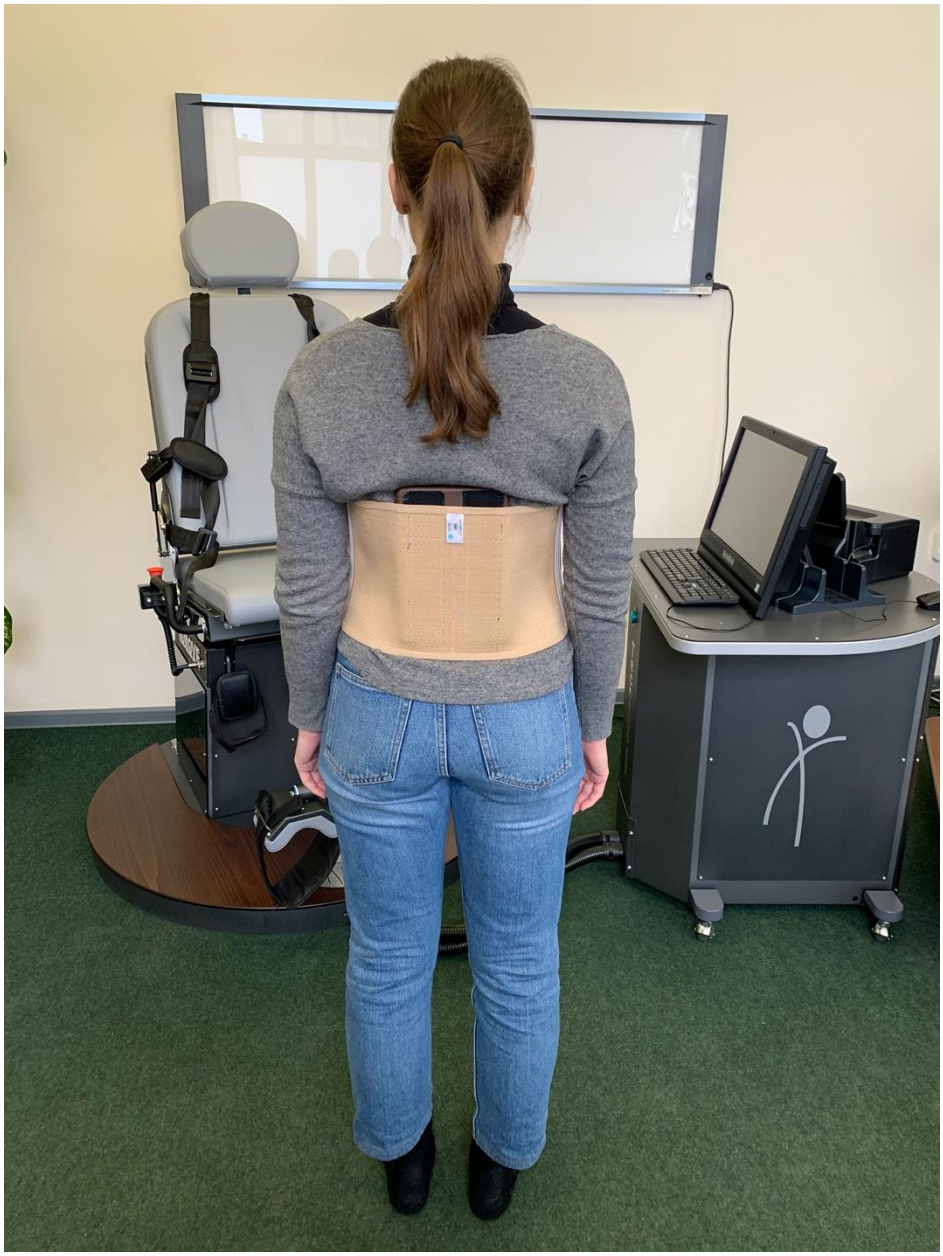


Рис.11 Стартовая позиция

С помощью голосового сопровождения, под контролем специалиста спортсмен выполняет заданные тесты с тем временем, который настроил исследователь.

При завершении теста, экспериментальный образец приложения выдает протокол приведённого исследования. (Рис. 12)

Протокол нашего исследования представляет собой цифровые и графические данные спортсмена. После проведенного исследования на экране мобильного устройства отображаются следующие параметры:

- площадь ПОЦМ;
- скорость ПОЦМ;
- ср отклонение, ось X;
- ср отклонение, ось Y;
- график - статокинезиограмма

Протокол исследования формируется на компьютере врача и всключает расширенный набор параметров:

1. Для статических тестов:
- площадь ПОЦМ (мм2);
- скорость ПОЦМ (мм/сек);
- длина пути ПОЦМ (мм);
- среднее отклонение по оси Х (мм);
- средняя скорость по оси Х (мм/сек);
- среднее отклонение по оси У (мм);
- средняя скорость по оси У (мм/сек);
- коэффициент Ромберга;
- график – статокинезиограмма.

2. Для тандемной походки:
- длина пути ПОЦМ (мм);
- среднее отклонение по оси Х (мм);
- средняя скорость по оси Х (мм/сек).

Пример протокола результатов исследования постурального баланса на экране мобильного устройства

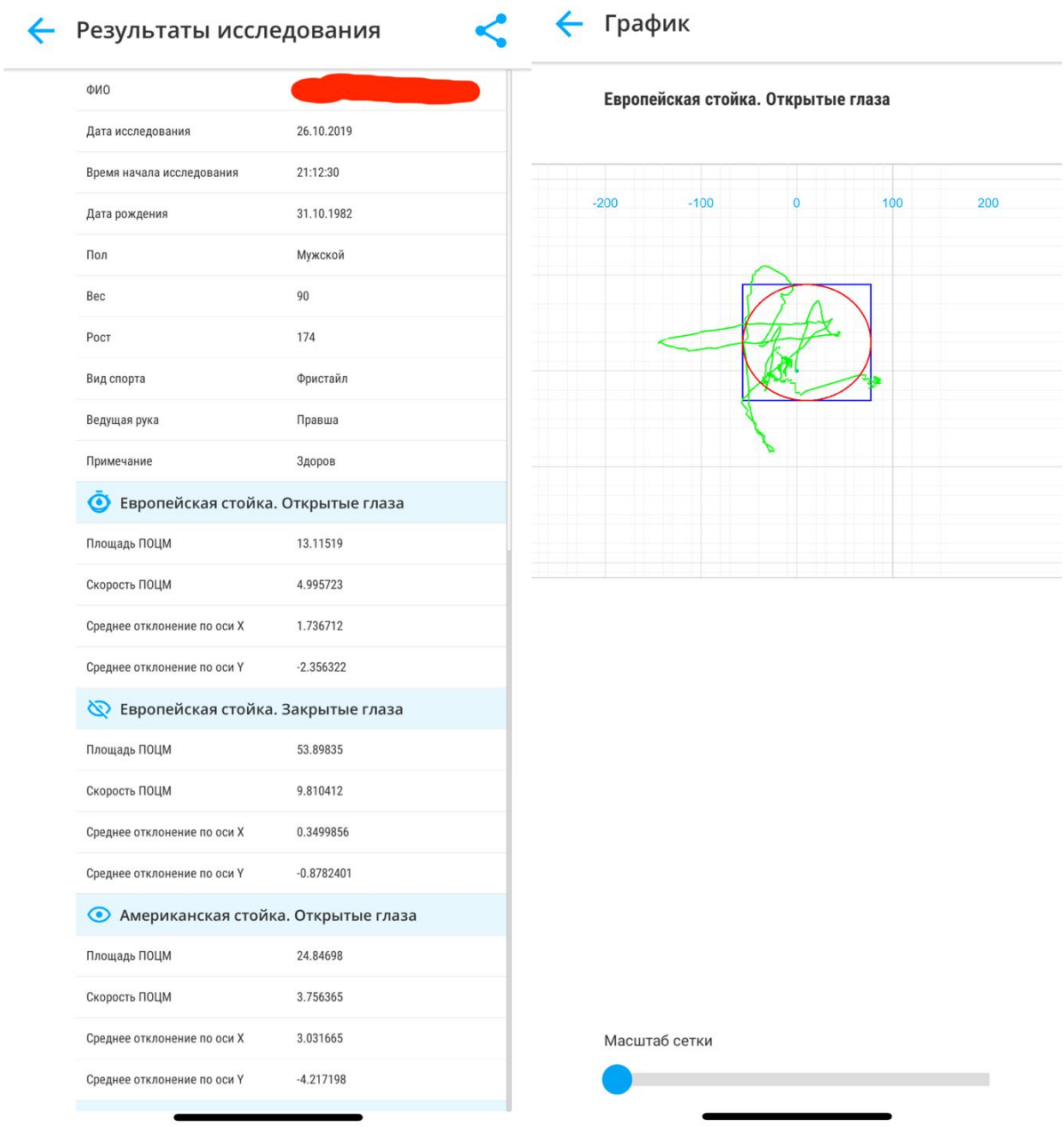


Рис 13 Пример протокола исследования

Стабилометрические параметры постурального баланса

Положение ЦД при спокойном стоянии взрослого человека с открытыми глазами в европейской системе координат описывается двумя показателями: координаты X и Y. Единица измерения — миллиметр [Normes 85, 1985].

Для оценки изменения регуляции баланса при тесте Ромберга эти же показатели приводятся в положении основной стойки, глаза закрыты.

Коэффициент Ромберга применяется для количественного определения соотношения между зрительной и проприорецептивной системами для контроля баланса в основной стойке. В настоящее время Тест Ромберга в его стабилометрическом инструментальном варианте широко используется в клинической практике [Кривошей И.В. с соавт. 2006; Лучихин Л.А. с соавт. 2006; Lanska D.J., 2002].

В литературе известно несколько вариантов расчета коэффициента, показывающего разность стабилометрических показателей при открытых и закрытых глазах.

Площадь ПОЦМ (S) — часть плоскости, ограниченная кривой статокинезиограммы; показатель, характеризующий поверхность, занимаемую статокинезиограммой. Измеряется в квадратных миллиметрах. Результат вычисляется как площадь статистически обработанной статокинезиограммы, т.е. эллипса. S — площадь эллипса, образуемого при математической обработке статокинезиограммы. Статистическая обработка, используемая в данной методике, представляет 90%-95% площади статокинезиограммы. (Рис.14) Единица измерения — квадратный миллиметр.

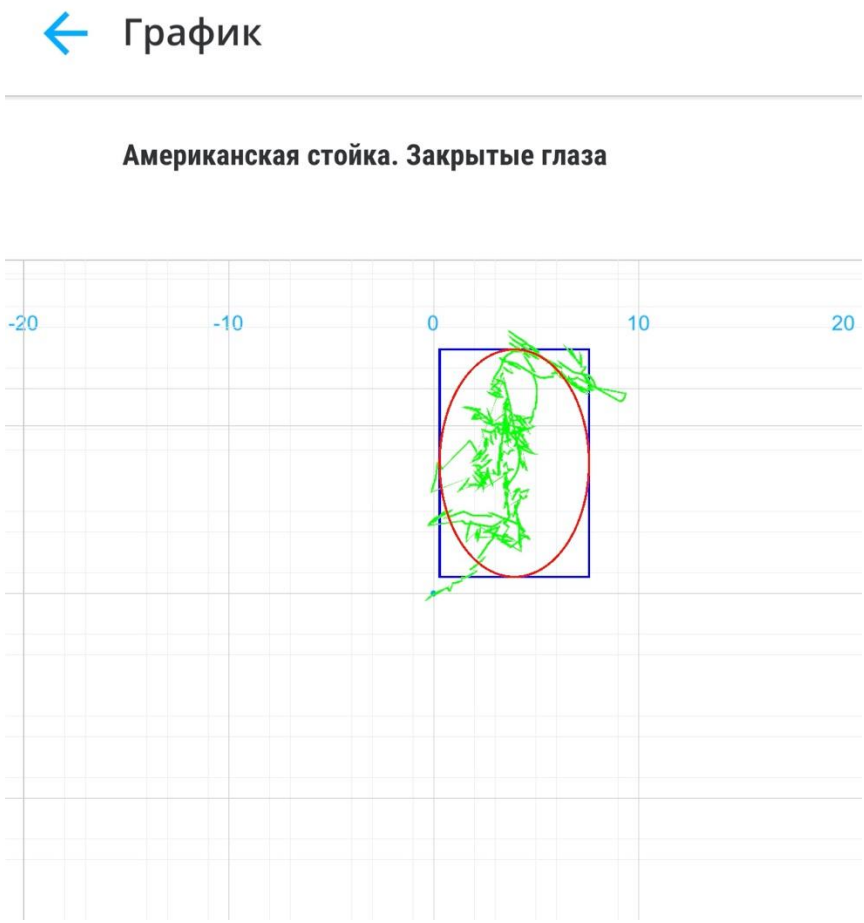


Рис.14 Площадь ПОЦМ (S)

Скорость перемещения ПОЦМ (V) — величина, определяющаяся отношением длины пути ПОЦМ за время исследования ко времени исследования. Этот параметр является комплексным. На него оказывают влияние два основных фактора: величина девиаций ПОЦМ и частота, с которыми они происходят. Скорость перемещения ПОЦМ является удобным сборным, зависимым параметром. В клинической практике измеряется в мм/с.

Для более подробной оценки функций баланса предусмотрен экспорт данных на персональный компьютер (ПК), где можно сформировать подробный отчет по каждому исследованию.

Форма отчета по результатам исследования

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОСТУРАЛЬНОГО БАЛАНСА

31 октября 2019 г. 11:34

ИВАНОВ ИВАН ИВАНОВИЧ, 26.09.2001 г.р.

Пол мужской, 87 кг, 189 см

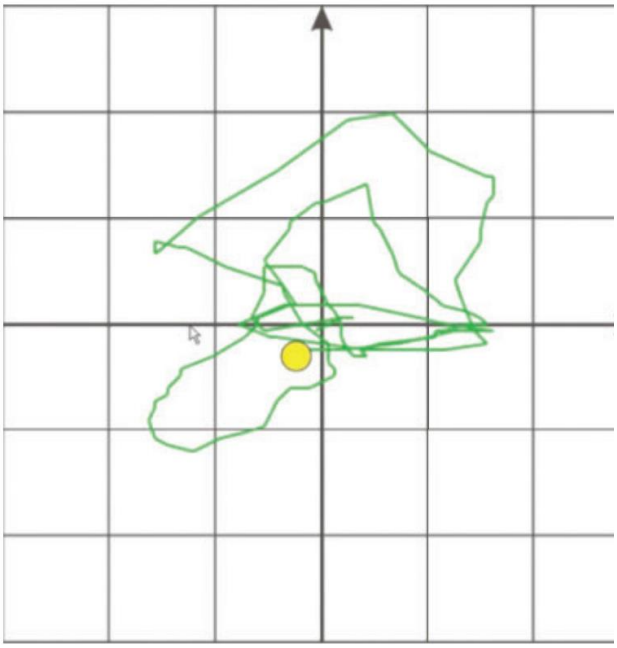
Вид спорта: баскетбол

Ведущая рука: левая

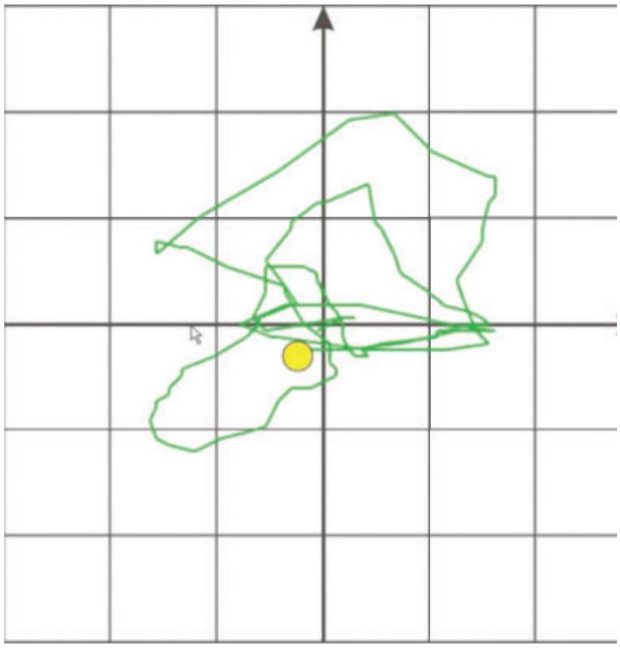
Примечание: ЧМТ в 2015 г.

ЕВРОПЕЙСКАЯ СТОЙКА

Параметры	Открытые глаза	Закрытые глаза
Площадь ПОЦМ ($мм^2$)	56,80	145,32
Скорость ПОЦМ (мм/сек)	4	10
Длина пути ПОЦМ (мм)	320	562
Среднее отклонение по оси X (мм)	6	13
Средняя скорость по оси X (мм/сек)	3	6
Среднее отклонение по оси У (мм)	7	11
Средняя скорость по оси У (мм/сек)	4	7
Коэффициент Ромберга	165%	



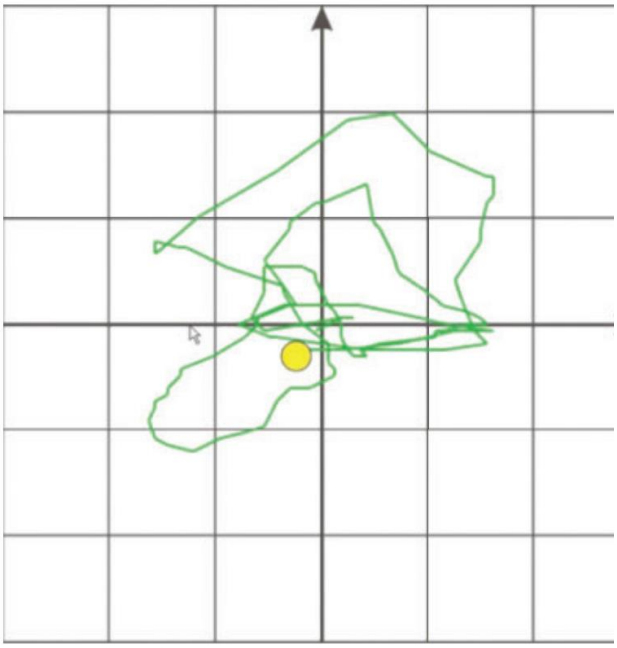
Открытые глаза



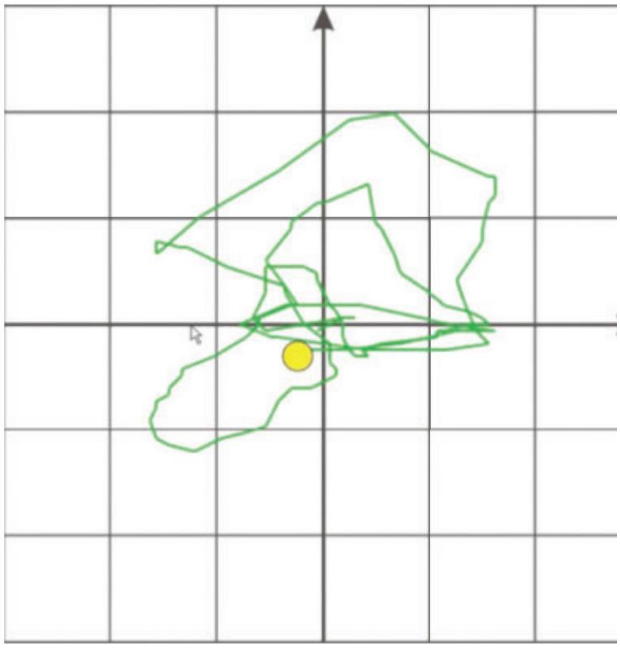
Закрытые глаза

АМЕРИКАНСКАЯ СТОЙКА

Параметры	Открытые глаза	Закрытые глаза
Площадь ПОЦМ (мм^2)	56,80	145,32
Скорость ПОЦМ (мм/сек)	4	10
Длина пути ПОЦМ (мм)	320	562
Среднее отклонение по оси X (мм)	6	13
Средняя скорость по оси X (мм/сек)	3	6
Среднее отклонение по оси У (мм)	7	11
Средняя скорость по оси У (мм/сек)	4	7
Коэффициент Ромберга	165%	



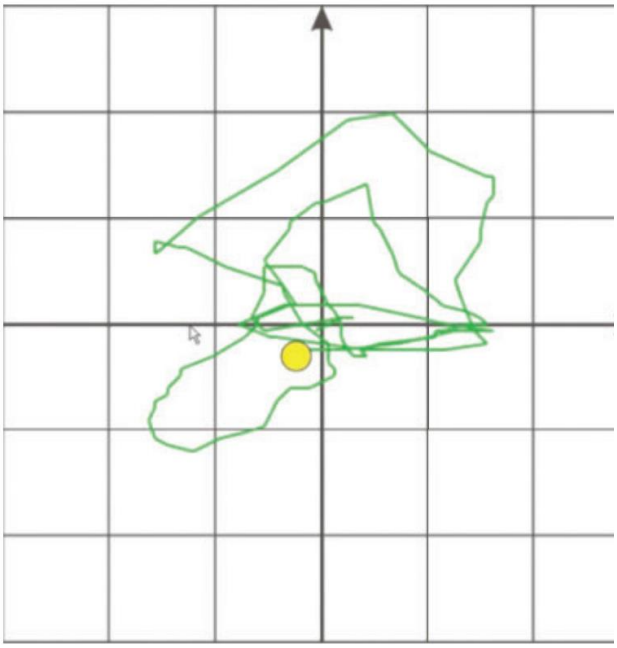
Открытые глаза



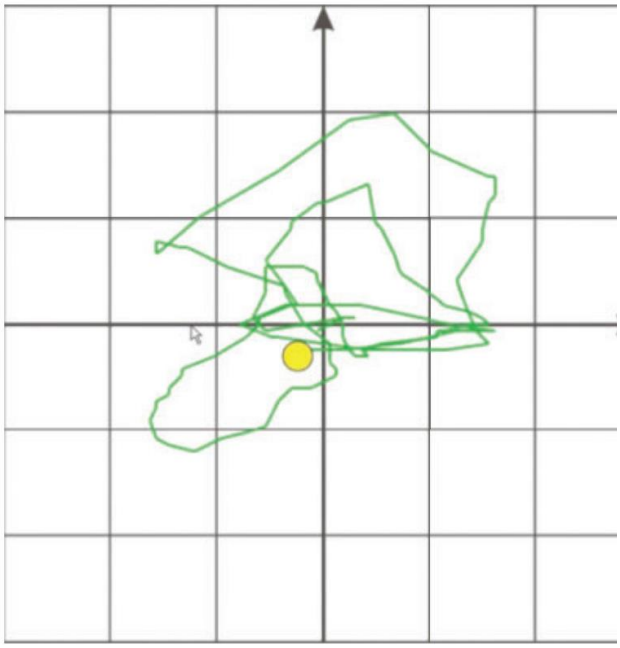
Закрытые глаза

СТОЙКА НА ОДНОЙ НОГЕ

Параметры	Открытые глаза	Закрытые глаза
Площадь ПОЦМ (мм^2)	56,80	145,32
Скорость ПОЦМ (мм/сек)	4	10
Длина пути ПОЦМ (мм)	320	562
Среднее отклонение по оси X (мм)	6	13
Средняя скорость по оси X (мм/сек)	3	6
Среднее отклонение по оси У (мм)	7	11
Средняя скорость по оси У (мм/сек)	4	7
Коэффициент Ромберга	165%	



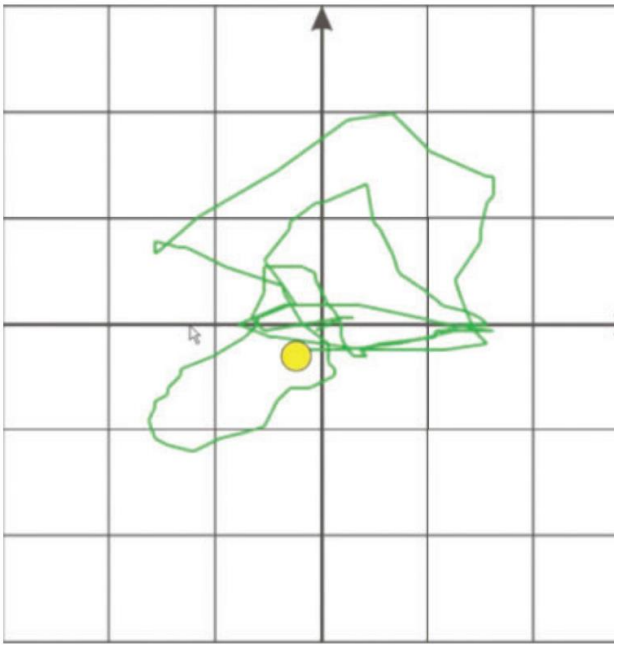
Открытые глаза



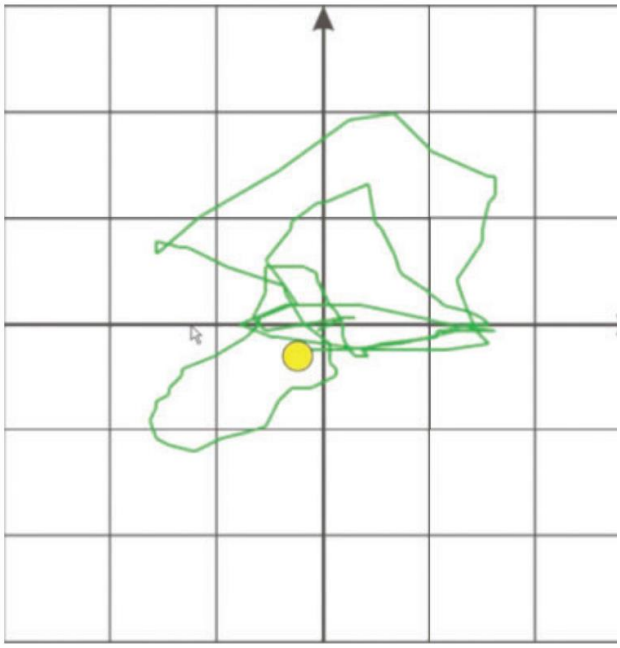
Закрытые глаза

ТАНДЕМНАЯ СТОЙКА

Параметры	Открытые глаза	Закрытые глаза
Площадь ПОЦМ (мм^2)	56,80	145,32
Скорость ПОЦМ (мм/сек)	4	10
Длина пути ПОЦМ (мм)	320	562
Среднее отклонение по оси X (мм)	6	13
Средняя скорость по оси X (мм/сек)	3	6
Среднее отклонение по оси У (мм)	7	11
Средняя скорость по оси У (мм/сек)	4	7
Коэффициент Ромберга	165%	



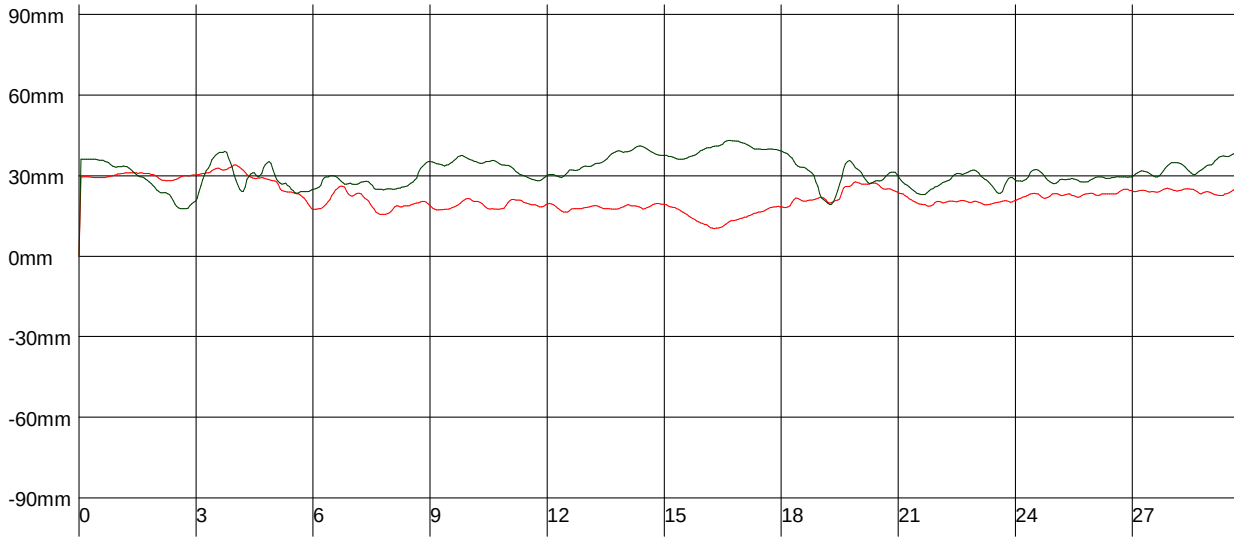
Открытые глаза



Закрытые глаза

ТАНДЕМНАЯ ПОХОДКА

Длина пути ПОЦМ (мм)	5489
Среднее отклонение по оси X (мм)	153
Средняя скорость по оси X (мм/сек)	34



Заключение

В человеческом организме постуральный контроль осуществляется с использованием афферентной информации от источников различной модальности: зрительной, соматосенсорной, вестибулярной, при участии опорно-двигательного аппарата, чтобы произвести работу, гарантирующую сохранение баланса и надлежащую ориентацию и стабилизацию тела относительно вертикального положения (K. M. Gill-Body, 2001).

Учитывая полисистемный характер регулирования постурального баланса, его диагностика является сложной, но, безусловно, важной задачей при биомеханическом обследовании. Объективно оценить и провести дифференциальную диагностику причин постуральных нарушений и позволяет метод компьютерной стабилометрии [Гурфинкель В.С. Регуляция позы человека. М.: Наука, 1965. С. 189-195. 2. Скворцов Д.В. Стабилометрия человека – история, методология, стандартизация. Таганрог: Медицинские информационные системы, 1995. С. 132-135; Гурфинкель В.С., Левик Ю.С. Мышечная рецепция и обобщенное описание положения тела // Физиология человека. 1999. Т. 25. № 1. С. 87-97. 9. Гурфинкель В.С. Физиология двигательной системы // Успехи физиологических наук. 1994. Т. 25. № 2. С. 83-88. 10. Gagey P.M., Weber B. Posturologie. Regulation et dereglements de la station debout. Paris: Masson, 1995. 145 p.].

На сегодняшний день существует достаточно большое количество медицинского оборудования для исследования постуральных функций. Но все они достаточно дорогостоящие и имеют большие габариты. Исходя из этого, необходима мобильная методика оценки постуральных функций, которую можно применить не только в отделениях биомеханики, но и, которую врач команды может применить непосредственно на сборах.

Предложенная нами методика может быть проведена с использованием общедоступных мобильных устройств. Стоит добавить, что методика, представленная нами, требует дополненной клинической апробации, по

результатам которой скорее всего потребуется модификация экспериментального образца приложения. Опыт применения методики в практике спортивной медицины позволит разработать рекомендации по ее использованию в различных областях медико-биологического обеспечения (функциональная диагностика, реабилитация и т.д.) спортсменов спортивных сборных команд Российской Федерации.

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 ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПРОГРАММЫ ДИАГНОСТИКИ И КОРРЕКЦИИ НАРУШЕНИЙ РИТМИЧЕСКОГО ПРАКСИСА У СПОРТСМЕНОВ РАЗНОГО УРОВНЯ КВАЛИФИКАЦИИ

Методические рекомендации
МР ФМБА России_____- 2019

Руководитель работы,

профессор кафедры реабилитации, спортивной медицины и физической культуры ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России В.А. Курашвили

Исполнители:

врач по лечебной физкультуре В.В. Кармазин

ассистент кафедры В.С. Фещенко
младший научный сотрудник В.В. Завьялов
младший научный сотрудник М.В. Купеев
младший научный сотрудник С.А. Базанович

аспирант НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева	М.Я. Ядгаров
Руководитель ООО «ИСЗ»	Н.А. Осадчая
Разработчик ООО «ИСЗ»	А.В. Малочка