

**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

2020

## 1. Предисловие

### Предисловие

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

Генеральный директор – Курилов В.В.

2. Исполнители:

профессор кафедры реабилитации, спортивной медицины и физической культуры педиатрического факультета 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 педиатрического факультета ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России - к. мед.н. Фещенко В.С.

врач по спортивной медицине ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России –  
Завьялов В.В.

врач по спортивной медицине 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.

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 « » \_\_\_\_\_ 2020 г.

5. Введены впервые.

## Содержание

1. Предисловие .....	2
Введение .....	5
1. Область применения .....	6
2. Нормативные ссылки .....	7
3. Обозначения и сокращения .....	8
4. Нормативные ссылки .....	9
<b>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)....</b>	<b>10</b>
<b>5.1 Материально-техническая база .....</b>	<b>10</b>
<b>5.1.1 Требования к мобильному устройству .....</b>	<b>10</b>
<b>5.1.2 Требования к устройству фиксации мобильного устройства к телу спортсмена .....</b>	<b>10</b>
<b>5.2 Инструкция по использованию приложения .....</b>	<b>10</b>
<b>5.3 Методика исследования.....</b>	<b>21</b>
<b>5.3 Стабилометрические тесты .....</b>	<b>22</b>
<b>5.4 Проведение методики.....</b>	<b>25</b>
<b>5.5 Алгоритм оценки балансометрического обследования у спортсменов.....</b>	<b>39</b>
6. Заключение.....	44

## **Введение**

Диагностика постурального баланса является одним из главных этапов биомеханических функций оценки спортсмена.

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.

Инновационными технологиями в диагностике постуральных функций занимается исследования с помощью разнообразных АПК с датчиками движения (акселерометра и гироскопа), основной принцип которых основан на измерении смещения инерционной массы относительно корпуса и преобразовании его в пропорциональный электрический сигнал.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель руководителя Федерального  
медико-биологического агентства

\_\_\_\_\_ Ю.В. Мирошникова

« » \_\_\_\_\_ 2020 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 \_\_\_\_\_ 2020

**1. Область применения**

1. Методические рекомендации предназначены для врачей и других специалистов, участвующих в мероприятиях медико-биологического и психофизиологического обеспечения спортсменов сборных команд Российской Федерации.

2. Настоящий документ может использоваться иным учреждением в своих интересах только при разрешении ФМБА России и по договору с учреждением-разработчиком, в котором предусматривается получение информации о внесении в документ последующих изменений.

## **2. 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 Минздрава РФ от 29.12.2012 г. №1705н «О порядке организации медицинской реабилитации».

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"

### **3. Обозначения и сокращения**

SOT (COT) - Sensory Organization Test (Сенсорный организационный тест)

COG (ВЦТ) – Centre of gravity (Выравнивание по центру тяжести)

AP (ПЗ) - Anteroposterior (переднезадний)

NeuroCom – система балонсометрии

ОЦМ – общий центр массы

BESS - оценка системы оценки ошибок баланса

mBESS - модифицированная оценка системы оценки ошибок баланса

FNT – Finger Nose Test (пальценосовая проба)

SD (CO) - Standard Degree (стандартное отклонение)

ЦД - центр давления

#### **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»

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"

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

### **5.1 Материально-техническая база**

#### **5.1.1 Требования к мобильному устройству**

- Платформа (не ниже): iOS 9
- Дисплей: емкостный, 7,9”, 2048 x 1536 точек, 326 ppi, IPS
- Встроенная память: минимум 16гб
- nanoSIM (Wi-Fi+Cellular)
- Акселерометр, гироскоп, датчик света, цифровой компас
- Размеры: до 203,2 x 134,8 x 6,1 мм
- Вес: до 350 г

#### **5.1.2 Требования к устройству фиксации мобильного устройства к телу спортсмена**

Пояс/бандаж, который должен плотно фиксировать планшетный компьютер на теле спортсмена, при этом, не должен сковывать движения и фиксировать тело спортсмена.

### **5.2 Инструкция по использованию приложения**

#### **1. Регистрация и Вход**

Для того, чтобы начать использовать приложение Вам следует зарегистрироваться. По окончании регистрации на почту придет Ваш пароль для входа в систему. После введенного логина и пароля Вам откроется личный кабинет. (рис. 1)

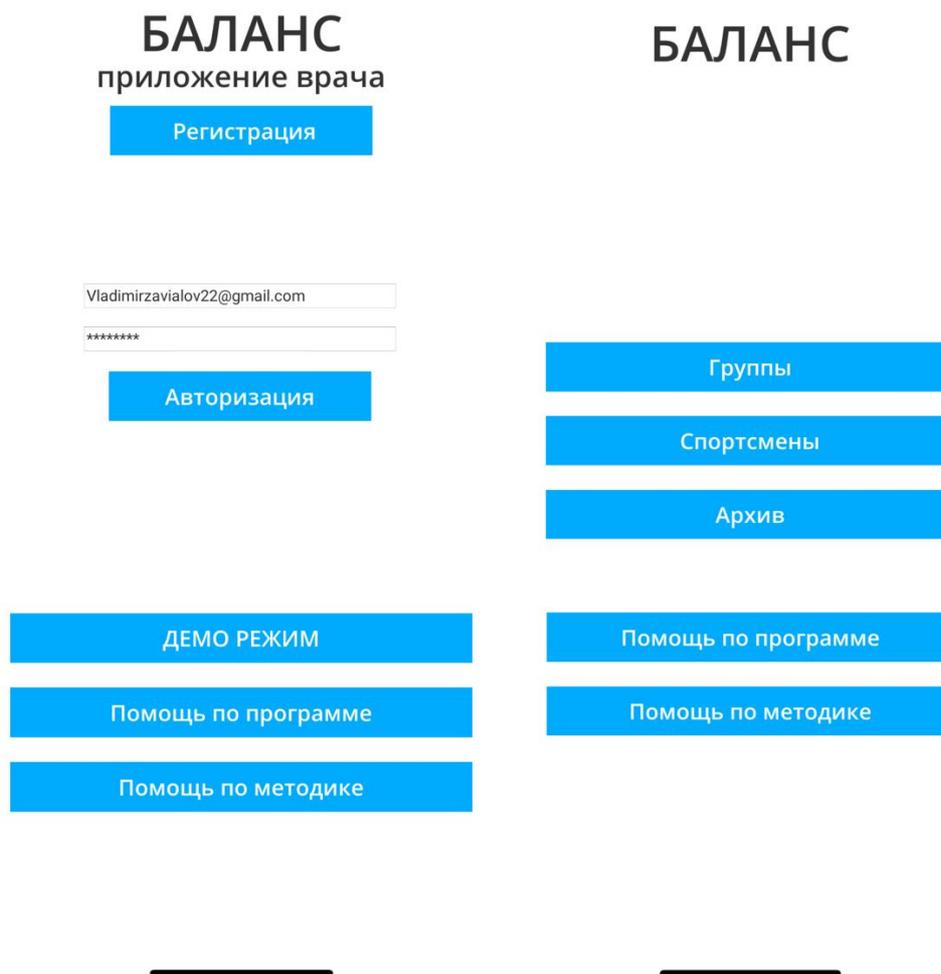


Рис. 1 - Экран приложения при открытии приложения и последующий регистрации

## 2. Экран при входе в приложение

На экране приложения Вы можете добавить спортсмена, сформировать группу из спортсменов и соответственно посмотреть архив исследований. (Рис. 1). Так же на главном экране можно воспользоваться инструкции по использованию приложения и рекомендациями по расшифровке исследования. (рис 2-11)

## 3. Добавление спортсмена

Экран «добавление спортсмена». После добавление спортсмена, он появится на экране «список спортсменов» (рис. 12).

## ← Справка по работе с программой

В приложении выбираются тесты и время их проведения. (Рис. 1А,1Б)

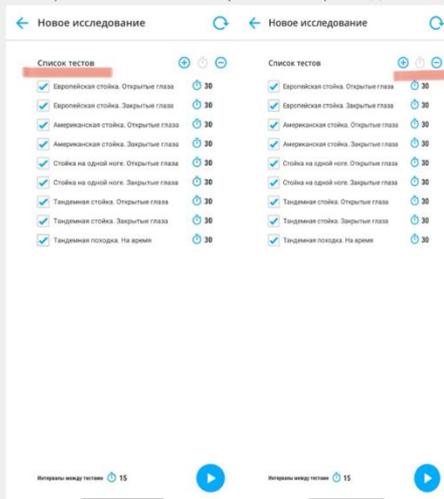


Рис. 1А Пример выбора и времени проведения тестов

После того как специалист указал предыдущие параметры, спортсмен раздевается, встает на жесткую поверхность, и ему закрепляется на пояс планшетный компьютер с запущенным экспериментальным образцом приложения. (Рис. 2)



Рис.2 Стартовая позиция

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

Методика включает в себя 9 последовательных тестов с определенным временем отрезком, с промежутком между тестами в 15 с. (Рис. 3)

Рис. 2 - Экран справка по работе с программой

## ← Справка по работе с программой

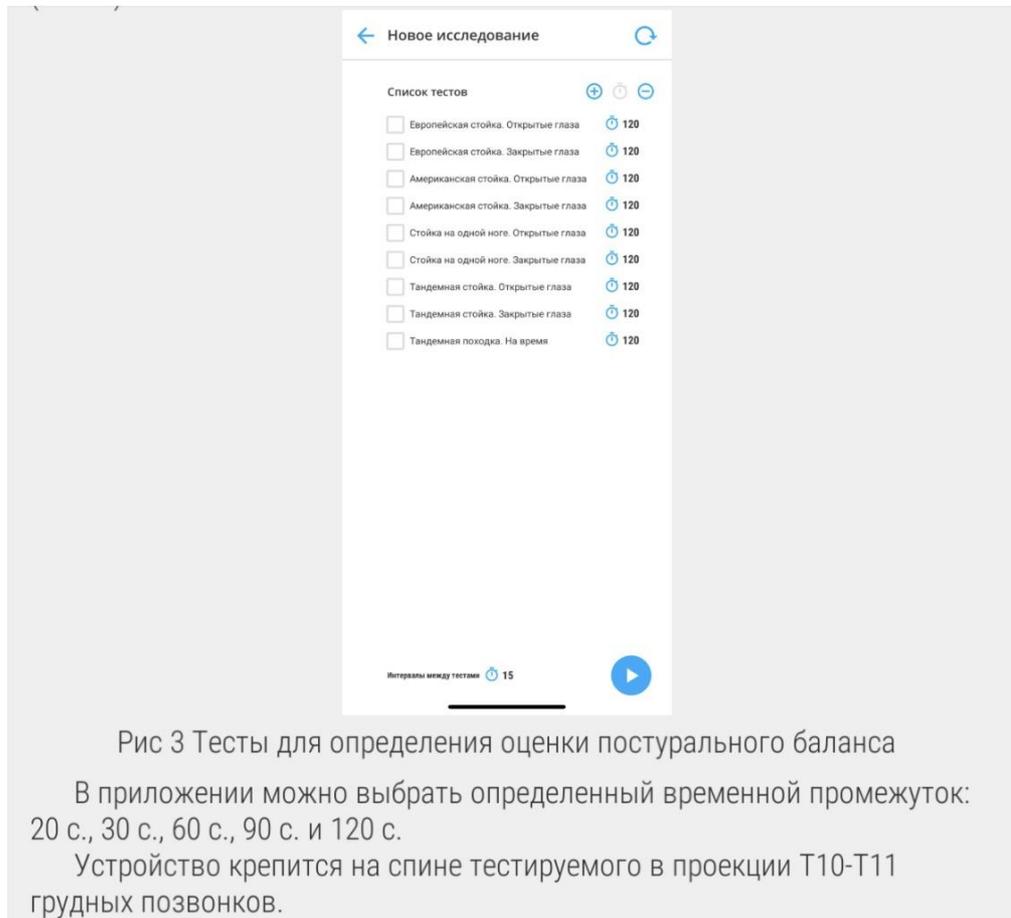


Рис. 3 - Экран справка по работе с программой

### Европейская стойка

Стопы устанавливаются в положении «пятки – вместе, носки – врозь». Стопы оказываются в развороте по внутреннему краю на требуемые  $30^\circ$ . (Рис. 4А,4Б)

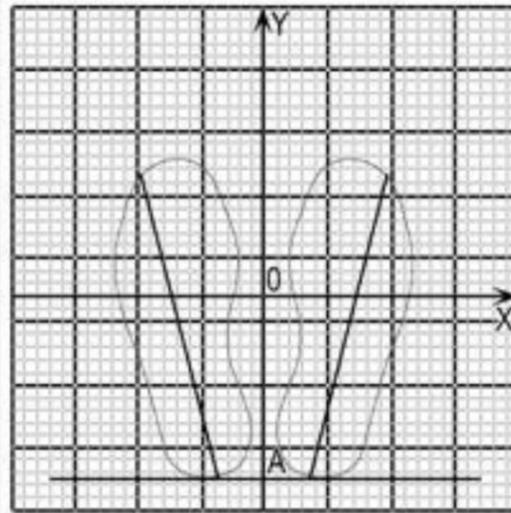


Рис. 4А Европейская установка стоп



Рис.4Б 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 перелно-верхними осями таза.

**Рис. 4 - Экран справки по работе с программой**

## ← Справка по работе с программой

### Американская стойка

Исследования производятся 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 осями таза. (Рис. 5А,5Б)

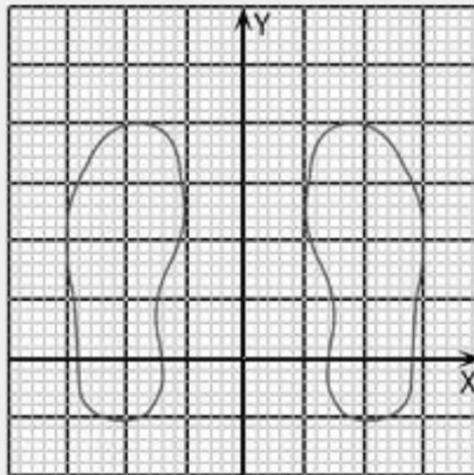


Рис 5А. Американская установка стоп



Рис. 5Б Американская установка стоп

Рис. 5 - Экран справка по работе с программой

## ← Справка по работе с программой

Рис. 5Б Американская установка стоп

### 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. 6)

Доминантная (ведущая) нога как правило та же, что и доминантная рука



Рис.6 Стойка на одной ноге

## Рис. 6 - Экран справка по работе с программой

### Тандемная стойка

Испытуемому необходимо поставить одну стопу непосредственно перед другой. Пятка к носку, не доминантная нога должна быть расположена сзади. (Рис.7)



Рис.7 Тандемная стойка

### Тандемная походка

Тестируемый 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.

## Рис. 7 - Экран справка по работе с программой

## Алгоритм оценки балансометрического обследования у спортсменов.

### Показания к проведению балансометрического исследования.

1. Диагностика - с целью определения функциональных нарушений со стороны опорно-двигательной, нервной систем, вестибулярного и зрительного анализаторов, зубочелюстной системы.
2. Мониторинг эффективности восстановительного лечения восстановительным лечением – контроль эффективности проводимых лечебных мероприятий.

### Противопоказания к проведению балансометрического исследования.

1. Пациент не может удержать равновесие во время исследования самостоятельно или с использованием средств дополнительной опоры.
2. Пациент не может выполнить все необходимые для проведения исследования инструкции.
3. Имеются визуальные, шумовые помехи или какие-либо перемещения людей или предметов во время исследования, резкие изменения яркости освещения и др.

Из других возможных противопоказаний следует отметить возраст обследуемых. Определённый рубеж, в этом смысле, имеется в раннем детском и пожилом возрасте. Например, отечественные исследователи [Осипенко Т.Н., 1997] предлагают проводить стабилметрические исследования в возрасте не моложе четырёх лет. Для обеих категорий очевидно, что важен не сам возраст, а физические и интеллектуальные возможности пациента к проведению исследования, к пониманию инструкций и способности к их выполнению.

При оценке результатов балансометрического исследования необходимо прежде всего понимать различия и особенности регуляции позы при разной установке стоп.

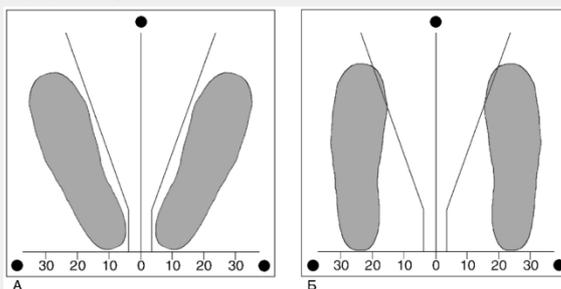


Рисунок 1. Варианты установки стоп пациента при проведении статического балансометрического исследования: А - европейский вариант, Б - американский.

Рис. 8 – Рекомендации по проведению и расшифровке тестов

## ← Справка по методике

Для примера влияния стойки в постуральном обследовании на рис. 1 схематично показаны особенности площади и положения ОЦД в сагиттальной и фронтальной плоскостях у теннисиста-правши. Европейская стойка в данном случае характеризует спокойное, расслабленное состояние и следовательно, большую площадь ОЦД и смещение ОЦД несколько влево и кзади. Американская стойка характеризуется более выраженными фронтальными смещениями и возможными колебаниями и в данном случае соответствует балансограмме спортсмена- теннисиста- смещение ОЦД вправо и кпереди, в наиболее нагружаемую область опорной поверхности спортсмена. Необходимо отметить, что данное сравнительное распределение ОЦД является физиологическим и полностью отражает показатели ОЦД в спокойном (европейская стойка) и напряженном («рабочем») (американская стойка) состояниях. В случаях когда площадь ОЦД и смещение ОЦД будут иметь другой (более однородный или разнонаправленный для опорной и ведущей ног) характер, нужно проводить дальнейший диагностический поиск наличия постуральных (возможно доклинических) нарушений или результатов локальной перегрузки тех или иных, задействованных в конкретном виде спорта, мышц и/или суставов с привлечением врача команды и врачей специалистов (при наличии жалоб у пациента).

Следующий аспект оценки постурального стереотипа- исследование с открытыми и закрытыми глазами. Тест с открытыми глазами задействует зрительный и проприоцептивный контроль пациента при стоянии, а во время проведения теста с закрытыми глазами активен только проприоцептивный контроль. Данные различия актуальны при сравнительной оценке активности зрительного и проприоцептивного анализаторов у конкретного спортсмена. Как правило показатели распределения ПОЦМ лучше при задействовании обоих зрительных анализаторов в постуральном контроле, однако есть виды спорта, у представителей которых показатели ОПОЦМ могут быть лучше по результатам теста с закрытыми глазами – данная особенность характерна для стрелков, но также для спортсменов с наличием патологии зрения). Кроме этого одним из важных интегральных показателей эффективности проприоцептивного анализатора является Коэффициент Ромберга- отношение площади ПОЦМ по результатам балансограммы с закрытыми глазами к площади ПОЦМ с открытыми глазами. Полученное значение умножается на 100. Оценка Коэффициента Ромберга должна быть индивидуальной с учетом вида спорта, возраста и этапа тренировочно-соревновательной деятельности, однако увеличение коэффициента Ромберга более 150 может соответствовать снижению проприоцептивного контроля у конкретного спортсмена.

Прежде всего необходимо отметить, что при сохранении вертикального положения в американской и европейской стойке желательно оценить степень фронтальных и сагиттальных итоговых смещений - для этого проводится оценка формы итоговой конфигурации ПОЦМ. На рисунке 1 итоговая ПОЦМ имеет форму овала вытянутого в сагиттальном (передне-заднем направлении). Такая форма свидетельствует о преобладании физиологических сагиттальных смещений при незначительной степени выраженности фронтальных смещений. Если по результатам балансометрического смещения

Рис. 9 – Рекомендации по проведению и расшифровки тестов

## ← Справка по методике

определяется значительное преобладание фронтальных смещений необходимо исключить различные патологические состояния или заболевания НС и/или опорно-двигательного аппарата спортсмена.

Далее проводится оценка показателей ПОЦМ.

### 1. Площадь ПОЦМ.

Данный параметр характеризует устойчивость спортсмена во время стояния в различных стойках с открытыми или закрытыми глазами. Чем ниже этот параметр, тем более устойчиво стоит спортсмен. Как правило данный показатель имеет широкий диапазон в зависимости от условий проведения балансометрического теста, однако если условия теста самые простые, а площадь ПОЦМ при это достигает 250 и выше мм<sup>2</sup>, необходимо исключать патологию НС и/или опорно-двигательного аппарата.

### 2. Скорость ПОЦМ.

Данный параметр характеризует стабильность устойчивости спортсмена во время стояния в различных стойках с открытыми или закрытыми глазами. Чем ниже этот параметр, тем более стабильно сохраняет свою устойчивость спортсмен. При увеличении скорости ПОЦМ выше 25-30 мм/сек необходимо исключать патологию НС и/или опорно-двигательного аппарата спортсмена.

### 3. Длина ПОЦМ.

Данный параметр как и скорость ПОЦМ характеризует стабильность устойчивости спортсмена во время стояния в различных стойках с открытыми или закрытыми глазами. Чем ниже этот параметр, тем более стабильно сохраняет свою устойчивость спортсмен. При увеличении длины ПОЦМ больше 3000 мм необходимо исключать патологию НС и/или опорно-двигательного аппарата спортсмена.

### 4. Средняя скорость по оси X.

Данный параметр характеризует стабильность устойчивости спортсмена во время стояния в различных стойках с открытыми или закрытыми глазами по оценке выраженности фронтальных колебаний ПОЦМ. Чем ниже этот параметр, тем более стабильно сохраняет свою устойчивость спортсмен. При увеличении скорости ПОЦМ выше 10-15 мм/сек необходимо исключать патологию НС и/или опорно-двигательного аппарата спортсмена.

### 5. Средняя скорость по оси Y.

Данный параметр характеризует стабильность устойчивости спортсмена во время стояния в различных стойках с открытыми или закрытыми глазами по оценке выраженности сагиттальных колебаний ПОЦМ. Чем ниже этот параметр, тем более стабильно сохраняет свою устойчивость спортсмен. При увеличении скорости ПОЦМ выше 25-30 мм/сек необходимо исключать патологию НС и/или опорно-двигательного аппарата спортсмена.

### 6. Среднее отклонение по оси X.

Данный параметр характеризует степень фронтальных (вправо/влево) смещений ПОЦМ спортсмена во время стояния в различных стойках с открытыми или закрытыми глазами. Чем ниже этот параметр, тем более центральное положение занимает ПОЦМ. При увеличении этого параметра более 5 мм рекомендовано провести повторное исследование при таких же условиях проведения теста, а при увеличении среднего

Рис. 10 – Рекомендации по проведению и расшифровке тестов

## ← Справка по методике

<p>2. Скорость ПОЦМ.</p> <p>Данный параметр характеризует стабильность устойчивости спортсмена во время стояния в различных стойках с открытыми или закрытыми глазами. Чем ниже этот параметр, тем более стабильно сохраняет свою устойчивость спортсмен. При увеличении скорости ПОЦМ выше 25-30 мм/сек необходимо исключить патологию НС и/или опорно-двигательного аппарата спортсмена.</p>
<p>3. Длина ПОЦМ.</p> <p>Данный параметр как и скорость ПОЦМ характеризует стабильность устойчивости спортсмена во время стояния в различных стойках с открытыми или закрытыми глазами. Чем ниже этот параметр, тем более стабильно сохраняет свою устойчивость спортсмен. При увеличении длины ПОЦМ больше 3000 мм необходимо исключить патологию НС и/или опорно-двигательного аппарата спортсмена.</p>
<p>4. Средняя скорость по оси X.</p> <p>Данный параметр характеризует стабильность устойчивости спортсмена во время стояния в различных стойках с открытыми или закрытыми глазами по оценке выраженности фронтальных колебаний ПОЦМ. Чем ниже этот параметр, тем более стабильно сохраняет свою устойчивость спортсмен. При увеличении скорости ПОЦМ выше 10-15 мм/сек необходимо исключить патологию НС и/или опорно-двигательного аппарата спортсмена.</p>
<p>5. Средняя скорость по оси Y.</p> <p>Данный параметр характеризует стабильность устойчивости спортсмена во время стояния в различных стойках с открытыми или закрытыми глазами по оценке выраженности сагиттальных колебаний ПОЦМ. Чем ниже этот параметр, тем более стабильно сохраняет свою устойчивость спортсмен. При увеличении скорости ПОЦМ выше 25-30 мм/сек необходимо исключить патологию НС и/или опорно-двигательного аппарата спортсмена.</p>
<p>6. Среднее отклонение по оси X.</p> <p>Данный параметр характеризует степень фронтальных (вправо/влево) смещений ПОЦМ спортсмена во время стояния в различных стойках с открытыми или закрытыми глазами. Чем ниже этот параметр, тем более центральное положение занимает ПОЦМ. При увеличении этого параметра более 5 мм рекомендовано провести повторное исследование при таких же условиях проведения теста, а при увеличении среднего отклонения положения ПОЦМ по оси X больше 10мм необходимо исключить патологию НС и/или опорно-двигательного аппарата спортсмена.</p>
<p>7. Среднее отклонение по оси Y.</p> <p>Данный параметр характеризует степень сагиттальных (передне-задних) смещений ПОЦМ спортсмена во время стояния в различных стойках с открытыми или закрытыми глазами. Чем ниже этот параметр, тем более центральное положение занимает ПОЦМ. При увеличении этого параметра более 20 мм рекомендовано провести повторное исследование при таких же условиях проведения теста, а при увеличении среднего отклонения положения ПОЦМ по оси X больше 30 мм необходимо исключить патологию НС и/или опорно-двигательного аппарата спортсмена.</p>

Рис. 11 – Рекомендации по проведению и расшифровки тестов

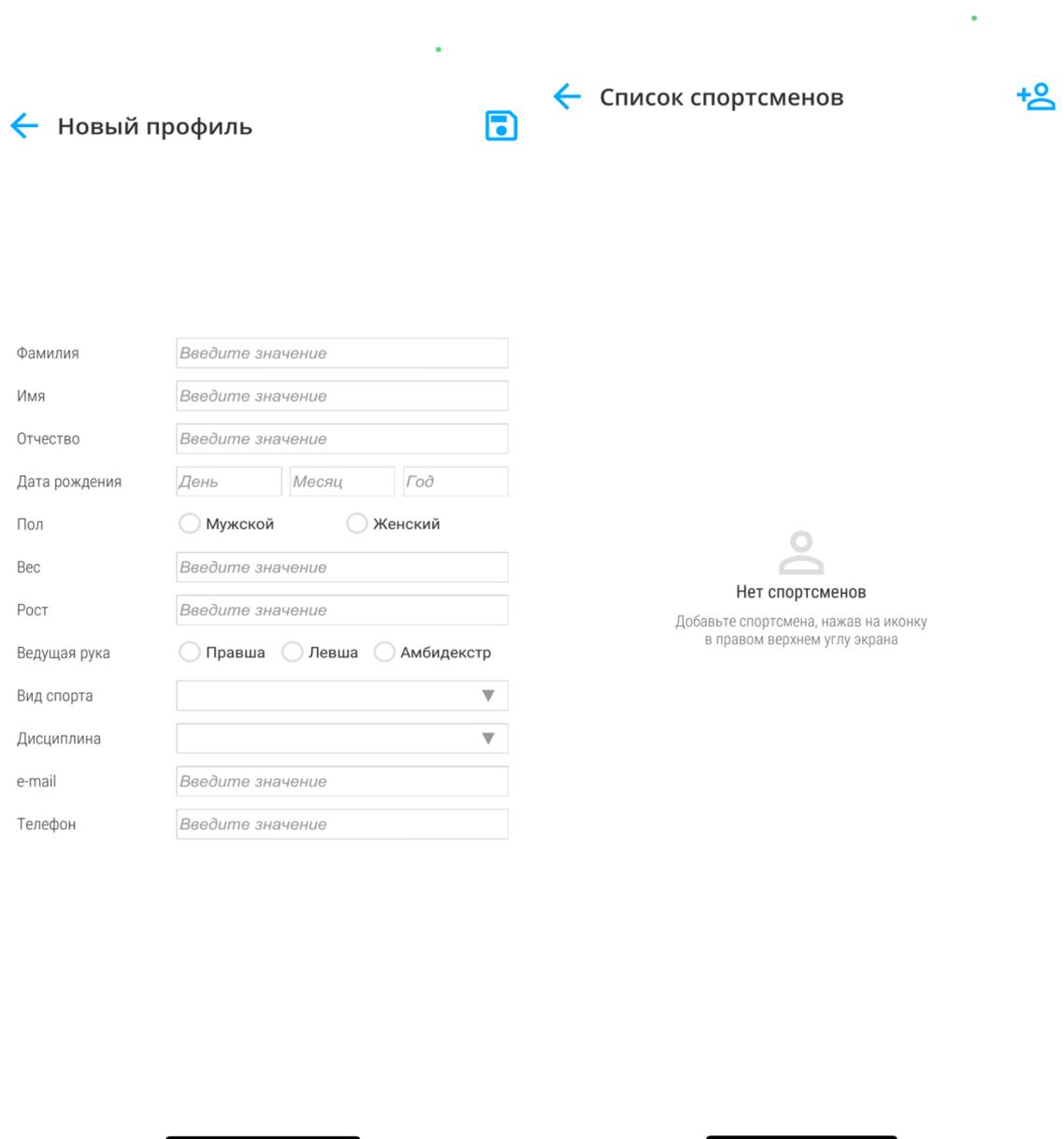


Рис. 12 – Экран «добавление спортсмена» и экран «список спортсменов»

### 5.3 Методика исследования

Для методики оценки пострурального баланса мы использовали АПК, включающие в себя приложение для мобильного устройства (планшетного компьютера) на базе операционной системы IOS. Приложение работает на мобильных устройствах с операционной системы IOS таких iPhone 6s и новее, всех моделей iPad Pro, iPad 5-го поколения и выше.

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

На основании существующих традиционных подходов установки положения стоп пациента на платформе были взяты стандартизированные стабилметрические стойки и параметры для методики оценки постурального баланса с использованием АПК. Методика заключается в регистрации стабилметрических параметров при статических и динамических тестированиях.

Для оценки статического равновесия используются тесты: «европейская стойка», «американская стойка», «стойка на одной ноге», «тандемная стойка». Все тесты проводятся как с открытыми, так и закрытыми глазами. Для регистрации такого параметра как **«Коэффициент Ромберга»**, стабилметрия выполняется с закрытыми и открытыми глазами.

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

Основная стойка — процесс динамический, поэтому производя измерения с некоторой постоянной частотой, стандартное исследование проводится 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.

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.

### 5.3 Стабилметрические тесты

#### Европейская стойка

Стопы устанавливаются в положении «пятки – вместе, носки – врозь». Стопы оказываются в развороте по внутреннему краю на требуемые  $30^\circ$ . (Рис. 13)

С позиции поддержания баланса такое положение приводит суставы нижних конечностей в сложное взаиморасположение.

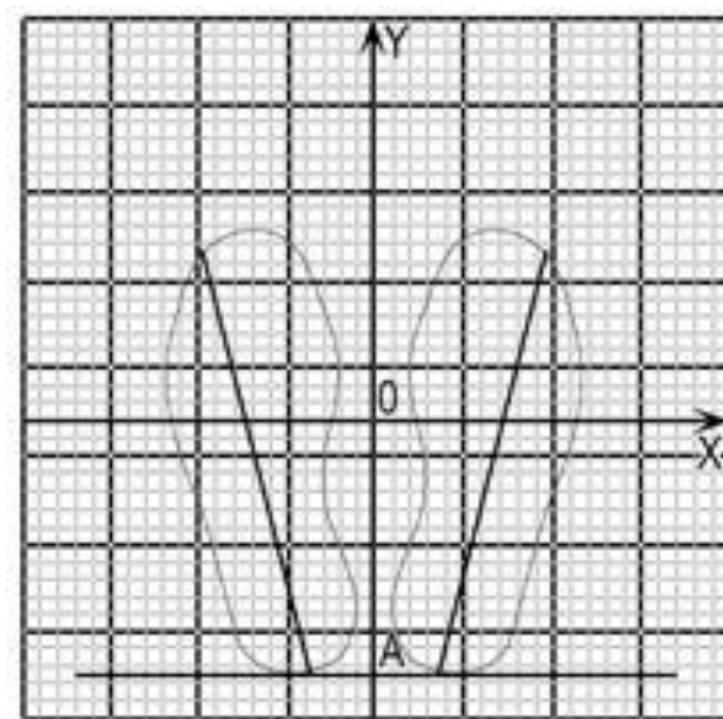


Рис 13 - Европейская установка стоп

#### Американская стойка

Исследования производятся 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 осями таза. (Рис. 14)

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

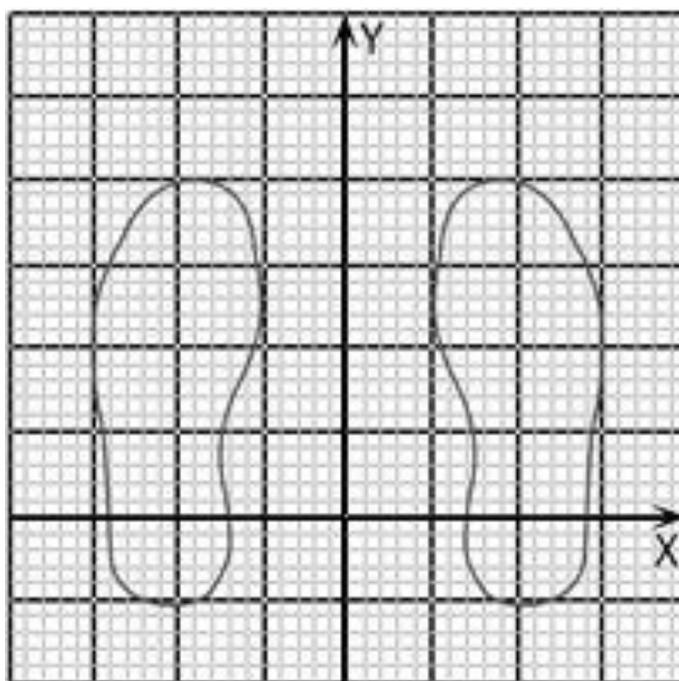


Рис 14 - Американская установка стоп

#### 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.

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

#### 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.15)



Рис. 15 - Тандемная стойка

#### Тандемная ходьба

Спортсмен должен встать на обе ноги у линии. Затем он начинает вдоль 3-метровой линии тандемной ходьбой (пятка к носку), стараясь при каждом шаге приставлять пятку одной ноги к носку другой. Как только он доходит до конца 3-метровой линии, он разворачивается на 180 градусов и идет назад в той же манере. Поворот нужен для усложнения теста и при этом мы можем увидеть отклонения в сагиттальной плоскости.

#### 6.4 Проведение методики

В приложении выбираются тесты и время их проведения. (Рис. 16)

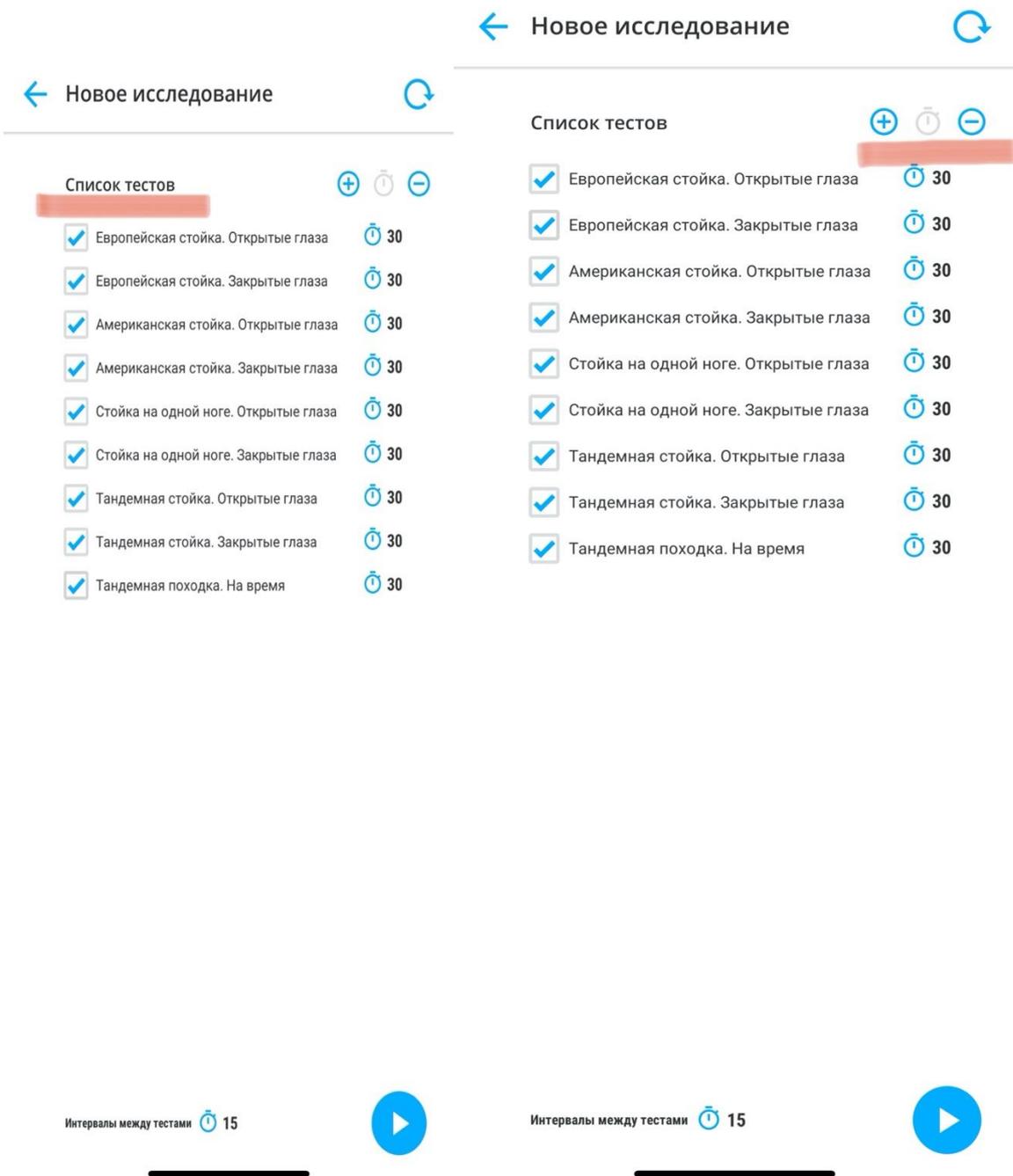


Рис. 16 - Пример выбора и времени проведения тестов

После того как специалист указал предыдущие параметры, спортсмен разувается, встает на жесткую поверхность, и ему закрепляется на пояс АПК. (Рис. 17)



Рис.17 - Стартовая позиция

С помощью голосового сопровождения, под контролем специалиста спортсмен выполняет заданные тесты с за ранее заданным временем.

При завершении теста, АПК выдает протокол приведённого исследования.

Протокол нашего исследования представляет собой цифровые и графические данные спортсмена.

Также в строке ПРИМЕЧАНИЕ, можно описать проведение теста. (Рис. 18 -26)

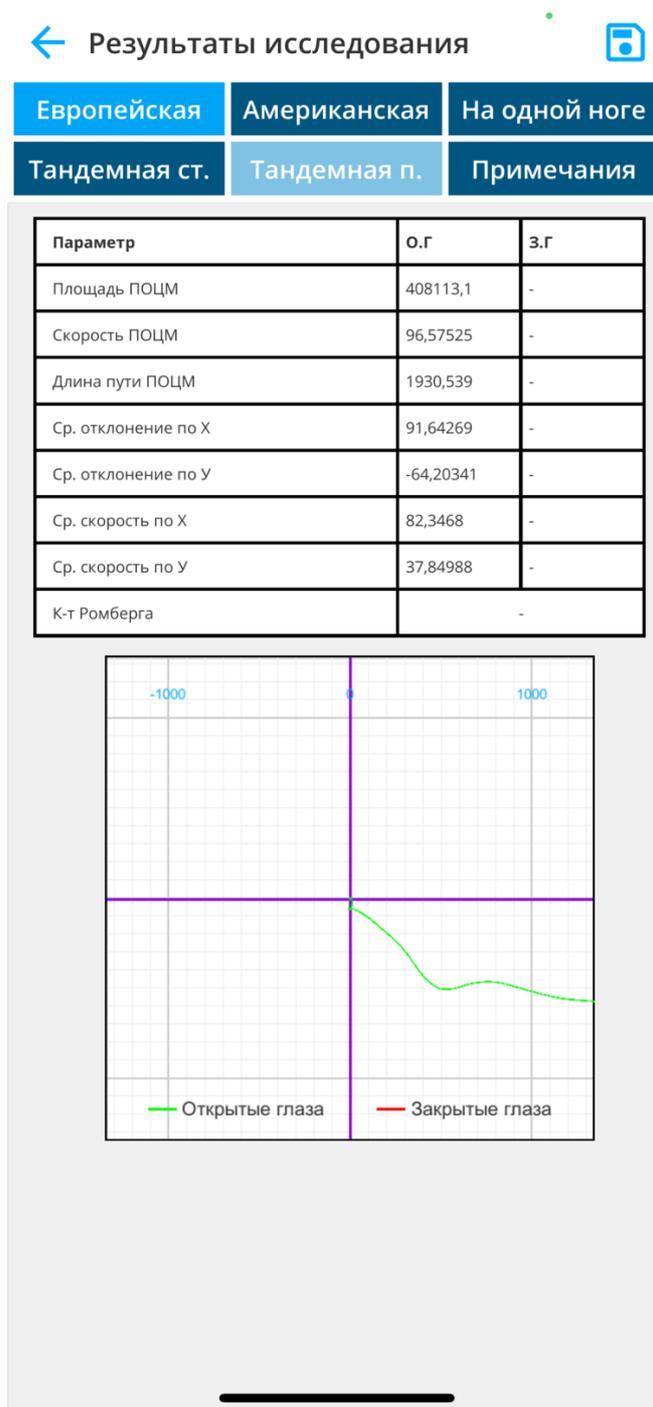


Рис. 18 - протокол приведённого исследования



Европейская	Американская	На одной ноге
Тандемная ст.	Тандемная п.	Примечания

Параметр	О.Г	З.Г
Площадь ПОЦМ	290,4966	4304,39
Скорость ПОЦМ	13,92618	24,61625
Длина пути ПОЦМ	278,3844	492,0788
Ср. отклонение по X	7,947832	70,95282
Ср. отклонение по Y	-19,05197	5,341621
Ср. скорость по X	7,424103	13,29572
Ср. скорость по Y	9,98421	17,60467
К-т Ромберга	1481,735%	

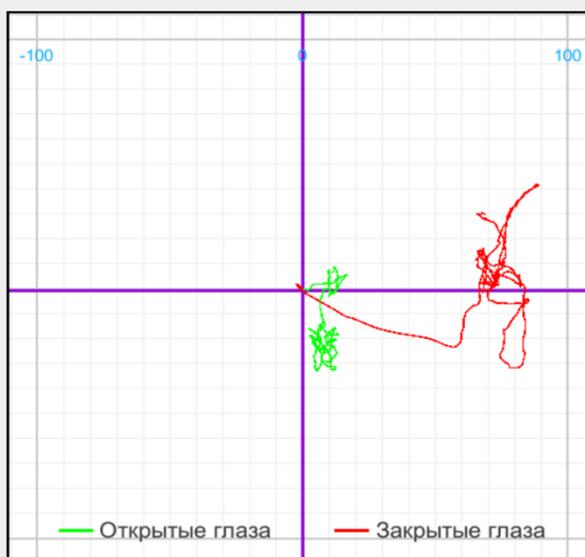


Рис. 19 - протокол приведённого исследования



Европейская	Американская	На одной ноге
Тандемная ст.	Тандемная п.	Примечания

Параметр	О.Г	З.Г
Площадь ПОЦМ	45,79498	25,01084
Скорость ПОЦМ	4,960094	6,445334
Длина пути ПОЦМ	99,10268	128,7778
Ср. отклонение по X	3,382909	-3,262911
Ср. отклонение по Y	2,188619	0,1299241
Ср. скорость по X	2,160995	2,073769
Ср. скорость по Y	3,972924	5,705513
К-т Ромберга	54,61482%	

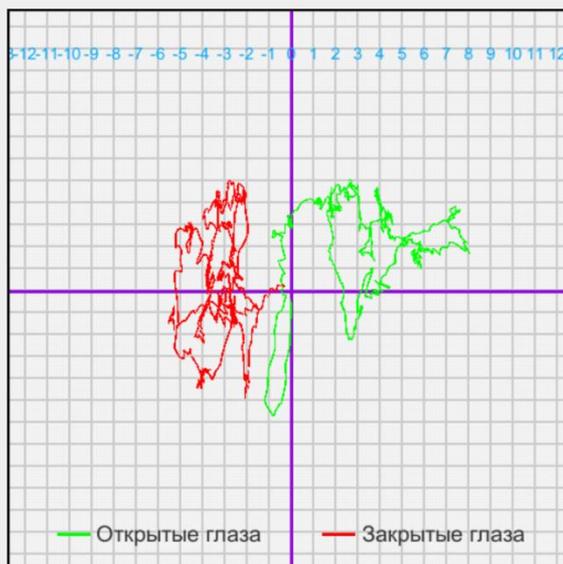


Рис. 20 - протокол приведённого исследования



Европейская	Американская	На одной ноге
Тандемная ст.	Тандемная п.	Примечания

Параметр	о.г	з.г
Площадь ПОЦМ	76,61732	48,96081
Скорость ПОЦМ	6,536438	7,882445
Длина пути ПОЦМ	130,6634	157,5701
Ср. отклонение по X	-2,38063	1,105544
Ср. отклонение по Y	-11,43828	1,177064
Ср. скорость по X	3,417806	3,293747
Ср. скорость по Y	4,793354	6,474608
К-т Ромберга	63,90306%	

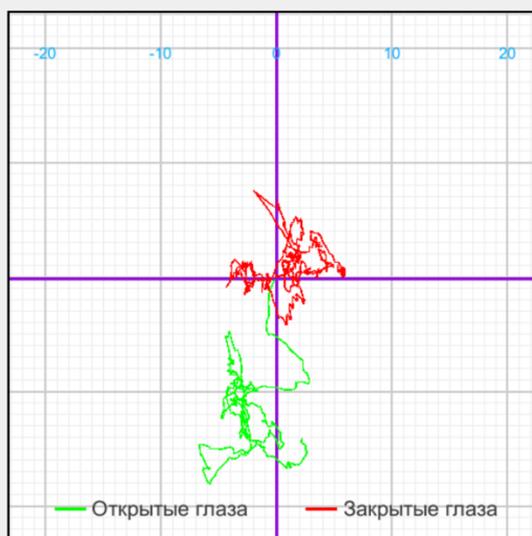


Рис. 21 - протокол приведённого исследования



Европейская	Американская	На одной ноге
Тандемная ст.	Тандемная п.	Примечания

Параметр	о.г	з.г
Площадь ПОЦМ	-	597,44
Скорость ПОЦМ	-	16,35026
Длина пути ПОЦМ	-	326,8418
Ср. отклонение по X	-	25,0523
Ср. отклонение по Y	-	-3,30769
Ср. скорость по X	-	12,35404
Ср. скорость по Y	-	8,277754
К-т Ромберга	-	

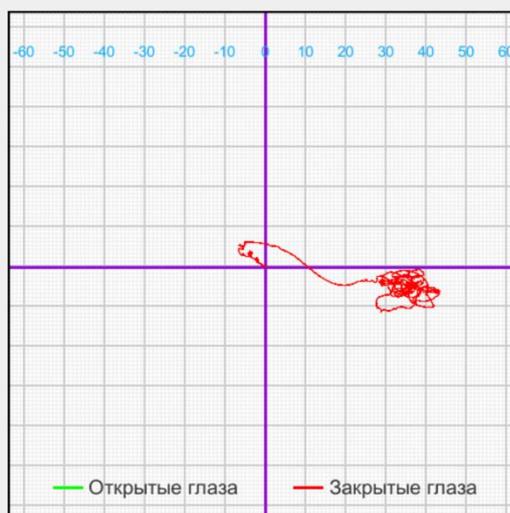


Рис. 22 - протокол приведённого исследования



Европейская	Американская	На одной ноге
Тандемная ст.	Тандемная п.	Примечания

Параметр	О.Г	З.Г
Площадь ПОЦМ	-	1060,209
Скорость ПОЦМ	-	34,05518
Длина пути ПОЦМ	-	680,4225
Ср. отклонение по X	-	23,88255
Ср. отклонение по Y	-	0,1673658
Ср. скорость по X	-	23,33681
Ср. скорость по Y	-	19,75011
К-т Ромберга	-	

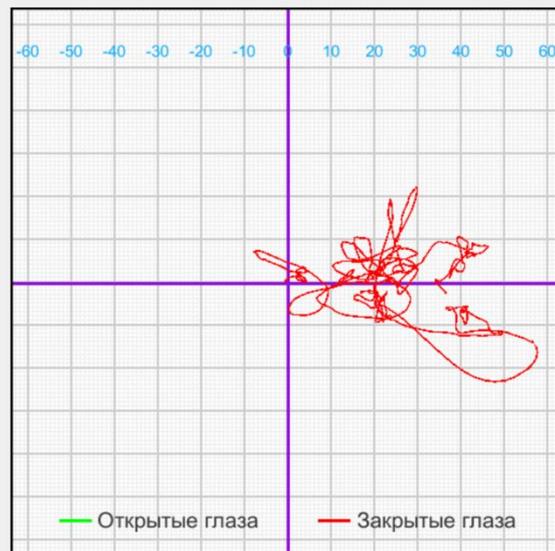


Рис.23 - протокол приведённого исследования



Европейская	Американская	На одной ноге
Тандемная ст.	Тандемная п.	Примечания

Параметр	о.г	з.г
Площадь ПОЦМ	9,02967E+07	3367661
Скорость ПОЦМ	1205,663	282,2761
Длина пути ПОЦМ	24101,2	5639,876
Ср. отклонение по X	3497,144	850,1667
Ср. отклонение по Y	-10478,52	-1759,736
Ср. скорость по X	473,7392	140,321
Ср. скорость по Y	978,5676	216,3027
К-т Ромберга	3,729551%	

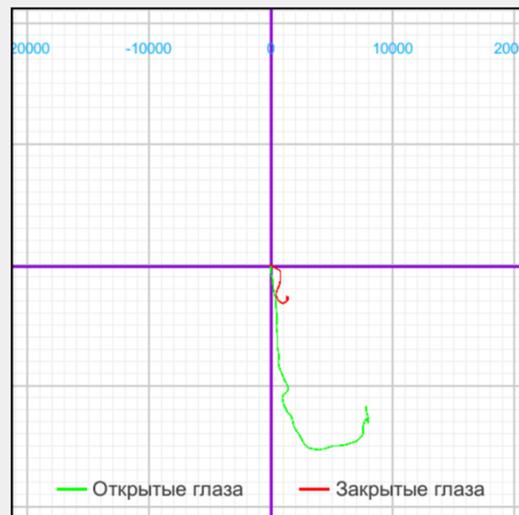


Рис. 24 - протокол приведённого исследования



Европейская	Американская	На одной ноге
Тандемная ст.	Тандемная п.	Примечания

Параметр	О.Г	З.Г
Площадь ПОЦМ	79,22915	211,1663
Скорость ПОЦМ	7,05843	15,04459
Длина пути ПОЦМ	141,098	300,591
Ср. отклонение по X	-3,45632	-6,609417
Ср. отклонение по Y	2,375104	-1,878742
Ср. скорость по X	4,14048	11,05931
Ср. скорость по Y	4,873493	7,724472
К-т Ромберга	266,5261%	

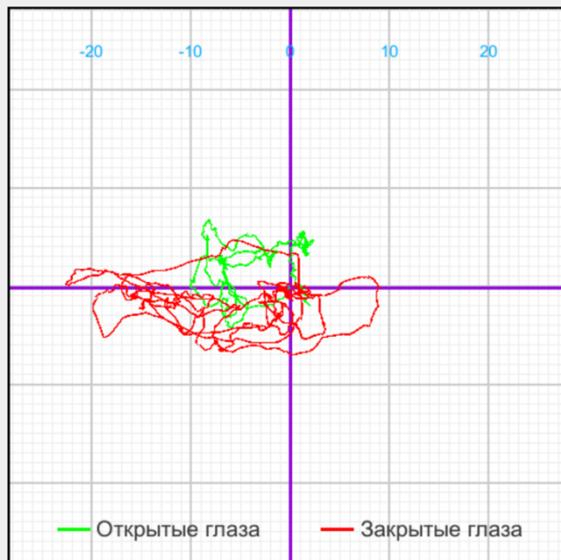


Рис. 25 - протокол приведённого исследования

← Результаты исследования 📄

Европейская	Американская	На одной ноге
Тандемная ст.	Тандемная п.	Примечания

**Карточка исследования**

Дата исследования: 26.11.2020

Время начала исследования: 11:26:22

Комментарий: *Введите значение*

**Карточка спортсмена**

Фамилия: Тарасова

Имя: Мария

Отчество: Сергеевна

Дата рождения: 21 10 1990

Пол:  Мужской  Женский

Вес: 168

Рост: 56

Ведущая рука:  Правша  Левша  Амбидекстр

Вид спорта: Легкая атлетика

Дисциплина: спортивная ходьба

e-mail: M.tarasova21@yandex.ru

Телефон: 89639267969

Рис. 26 - протокол приведенного исследования

Также имеется возможность выгрузить данные исследование файлом PDF и EXEL с помощью онлайн обработчика. (рис 27-28)

**Карточка исследования**

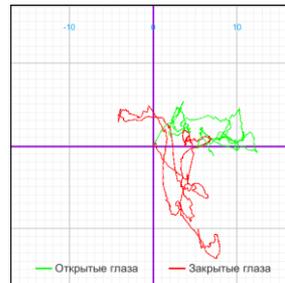
Дата исследования 25.11.2020  
 Время начала исследования 18:36:08  
 Комментарий

**Карточка спортсмена**

Фамилия Тест  
 Имя Тест  
 Отчество  
 Дата рождения NaN.NaN.NaN  
 Пол мужской  
 Ведущая рука обе  
 Вес 160  
 Рост 60

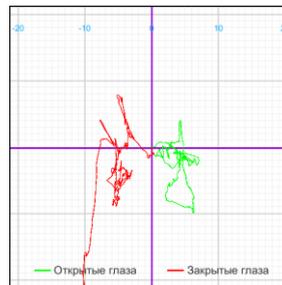
**Европейская стойка**

Параметр	О.Г.	З.Г.
Площадь ПОЦМ	40.241	152.115
Скорость ПОЦМ	5.083	6.231
Длина пути ПОЦМ	101.604	124.549
Ср.отклонение по X	6.897	3.502
Ср.скорость по X	2.985	2.946
Ср.отклонение по Y	1.68	-3.712
Ср.скорость по Y	3.493	4.824
К-т Ромберга	<b>378.013</b>	



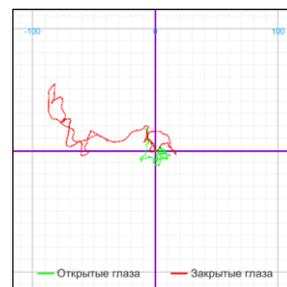
**Американская стойка**

Параметр	О.Г.	З.Г.
Площадь ПОЦМ	57.427	171.371
Скорость ПОЦМ	4.803	7.114
Длина пути ПОЦМ	95.971	142.135
Ср.отклонение по X	3.933	-4.805
Ср.скорость по X	2.358	2.376
Ср.отклонение по Y	-2.097	-2.862
Ср.скорость по Y	3.618	6.282
К-т Ромберга	<b>298.414</b>	



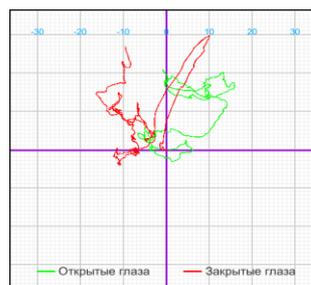
**Стойка на одной ноге**

Параметр	О.Г.	З.Г.
Площадь ПОЦМ	479.792	4186.549
Скорость ПОЦМ	10.421	21.736
Длина пути ПОЦМ	208.318	434.497
Ср.отклонение по X	1.612	-38.463
Ср.скорость по X	6.137	12.274
Ср.отклонение по Y	-3.145	17.21
Ср.скорость по Y	7.001	15.071
К-т Ромберга	<b>872.575</b>	



### Тандемная стойка

Параметр	О.Г.	З.Г.
Площадь ПОЦМ	322.33	471.056
Скорость ПОЦМ	8.869	11.859
Длина пути ПОЦМ	177.282	237.066
Ср.отклонение по X	4.815	-7.458
Ср.скорость по X	5.481	6.39
Ср.отклонение по Y	11.229	7.108
Ср.скорость по Y	5.661	8.761
К-т Ромберга	<b>146.141</b>	



### Тандемная походка

Параметр	О.Г.	З.Г.
Площадь ПОЦМ	458160.75	-
Скорость ПОЦМ	316.999	-
Длина пути ПОЦМ	3163.646	-
Ср.отклонение по X	112.02	-
Ср.скорость по X	48.372	-
Ср.отклонение по Y	1527.584	-
Ср.скорость по Y	310.761	-
К-т Ромберга	-	

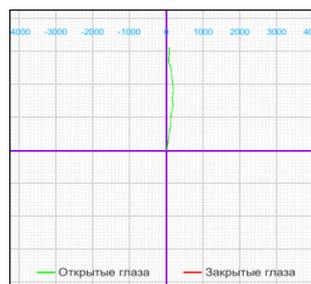


Рис. 26 – форма отчета PDF

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	N	O	P	Q	R	S	T							
1	№ исслед.	Дата иссле	Время иссл	ФИО	Число	Месяц	Год рожде	Пол	Вес	Рост	Вид спорта	Ведущая р	ЕСОГ	площадь ПОЦМ	ЕСОГ	скорость ПОЦМ	ЕСОГ	длина пути ПОЦМ	ЕСОГ	ср.отклонение по X	ЕСОГ	ср.скорость по X	ЕСОГ	ср.отклонение по Y	ЕСОГ	ср.скорость по Y
2	1	06.03.2021	07:37:55	Долгатова	30	10	1988	Женский	68	166	Бокс	Правая	174,3028107	16,85042953	505,1758761	-0,920622051	-0,009207344	-10,0203352	-0,100176877							
3																										

Рис. 27 - данные исследование файлом EXEL

## **5.5 Алгоритм оценки балансометрического обследования у спортсменов**

### **Показания к проведению балансометрического исследования.**

1. Диагностика - с целью определения функциональных нарушений со стороны опорно-двигательной, нервной систем, вестибулярного и зрительного анализаторов, зубочелюстной системы.

2. Мониторинг эффективности восстановительного лечения восстановительным лечением – контроль эффективности проводимых лечебных мероприятий.

### **Противопоказания к проведению балансометрического исследования.**

1. Пациент не может удержать равновесие во время исследования самостоятельно или с использованием средств дополнительной опоры.

2. Пациент не может выполнить все необходимые для проведения исследования инструкции.

3. Имеются визуальные, шумовые помехи или какие-либо перемещения людей или предметов во время исследования, резкие изменения яркости освещения и др.

Из других возможных противопоказаний следует отметить возраст обследуемых. Определённый рубеж, в этом смысле, имеется в раннем детском и пожилом возрасте. Например, отечественные исследователи [Осипенко Т.Н., 1997] предлагают проводить стабилметрические исследования в возрасте не моложе четырёх лет. Для обеих категорий очевидно, что важен не сам возраст, а физические и интеллектуальные возможности пациента к проведению исследования, к пониманию инструкций и способности к их выполнению.

При оценке результатов балансометрического исследования необходимо прежде всего понимать различия и особенности регуляции позы при разной установке стоп.

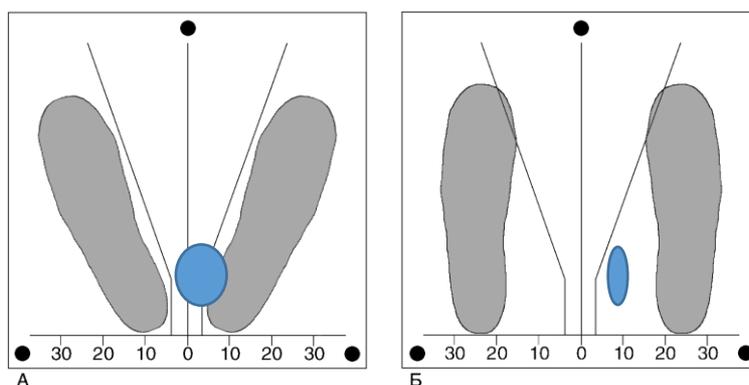


Рисунок 29 - Варианты установки стоп пациента при проведении статического балансометрического исследования: А - европейский вариант, Б - американский.

Для примера влияния стойки в поструральном обследовании на рис. 29 схематично показаны особенности площади и положения ОЦД в сагиттальной и фронтальной плоскостях у теннисиста-правши. Европейская стойка в данном случае характеризует спокойное, расслабленное состояние и следовательно, большую площадь ОЦД и смещение ОЦД несколько влево и кзади. Американская стойка характеризуется более выраженными фронтальными смещениями и возможными колебаниями и в данном случае соответствует балансограмме спортсмена-теннисиста- смещение ОЦД вправо и кпереди, в наиболее нагружаемую область опорной поверхности спортсмена. Необходимо отметить, что данное сравнительное распределение ОЦД является физиологическим и полностью отражает показатели ОЦД в спокойном (европейская стойка) и напряженном («рабочем») (американская стойка) состояниях. В случаях когда площадь ОЦД и смещение ОЦД будут иметь другой (более однородный или разнонаправленный для опорной и ведущей ног) характер, нужно проводить дальнейший диагностический поиск наличия поструральных (возможно доклинических) нарушений или результатов локальной перегрузки тех или иных, задействованных в конкретном виде спорта, мышц и/или суставов с привлечением врача команды и врачей специалистов (при наличии жалоб у пациента).

Следующий аспект оценки пострурального стереотипа- исследование с открытыми и закрытыми глазами. Тест с открытыми глазами задействует зрительный и проприоцептивный контроль пациента при стоянии, а во время проведения теста с закрытыми глазами активен только проприоцептивный контроль. Данные различия актуальны при сравнительной оценке активности зрительного и проприоцептивного анализаторов у конкретного спортсмена. Как правило показатели распределения ПОЦМ лучше при задействовании обоих зрительных анализаторов в поструральном контроле, однако есть виды спорта, у представителей которых показатели ОПОЦМ могут быть лучше по результатам теста с закрытыми глазами – данная особенность характерна для стрелков, но также для спортсменов с наличием патологии зрения). Кроме этого одним из важных интегральных показателей эффективности проприоцептивного анализатора является Коэффициент Ромберга- отношение площади ПОЦМ по результатам балансограммы с закрытыми глазами к площади ПОЦМ с открытыми глазами. Полученное значение умножается на 100. Оценка Коэффициента Ромберга должна быть индивидуальной с учетом вида спорта, возраста и этапа тренировочно-соревновательной деятельности, однако увеличение коэффициента Ромберга более 150 может соответствовать снижению проприоцептивного контроля у конкретного спортсмена.

Прежде всего необходимо отметить, что при сохранении вертикального положения в американской и европейской стойке желательна оценка степень фронтальных и сагиттальных итоговых смещений - для этого проводится оценка формы итоговой конфигурации ПОЦМ. На рисунке 1 итоговая ПОЦМ имеет форму овала вытянутого в сагиттальном (передне-заднем направлении). Такая форма свидетельствует о преобладании физиологических сагиттальных смещений при незначительной степени выраженности фронтальных смещений. Если по результатам балансометрического смещения определяется значительное преобладание фронтальных смещений необходимо исключить различные патологические состояния или заболевания НС и/или опорно-двигательного аппарата спортсмена.

Далее проводится оценка показателей ПОЦМ.

1. Площадь ПОЦМ.

Данный параметр характеризует устойчивость спортсмена во время стояния в различных стойках с открытыми или закрытыми глазами. Чем ниже этот параметр, тем более устойчиво стоит спортсмен. Как правило данный показатель имеет широкий диапазон в зависимости от условий проведения балансометрического теста, однако если условия теста самые простые, а площадь ПОЦМ при это достигает 250 и выше мм<sup>2</sup>, необходимо исключать патологию НС и/или опорно-двигательного аппарата.

2. Скорость ПОЦМ.

Данный параметр характеризует стабильность устойчивости спортсмена во время стояния в различных стойках с открытыми или закрытыми глазами. Чем ниже этот параметр, тем более стабильно сохраняет свою устойчивость спортсмен. При увеличении скорости ПОЦМ выше 25-30 мм/сек необходимо исключать патологию НС и/или опорно-двигательного аппарата спортсмена.

3. Длина ПОЦМ.

Данный параметр, как и скорость ПОЦМ характеризует стабильность устойчивости спортсмена во время стояния в различных стойках с открытыми или закрытыми глазами. Чем ниже этот параметр, тем более стабильно сохраняет свою устойчивость спортсмен. При увеличении длины ПОЦМ больше 3000 мм необходимо исключать патологию НС и/или опорно-двигательного аппарата спортсмена.

4. Средняя скорость по оси X.

Данный параметр характеризует стабильность устойчивости спортсмена во время стояния в различных стойках с открытыми или закрытыми глазами по оценке выраженности фронтальных колебаний ПОЦМ. Чем ниже этот параметр, тем более стабильно сохраняет свою устойчивость спортсмен. При увеличении скорости ПОЦМ выше 10-15 мм/сек необходимо исключать патологию НС и/или опорно-двигательного аппарата спортсмена.

5. Средняя скорость по оси Y.

Данный параметр характеризует стабильность устойчивости спортсмена во время стояния в различных стойках с открытыми или закрытыми глазами по оценке выраженности сагиттальных колебаний ПОЦМ. Чем ниже этот параметр, тем более стабильно сохраняет свою устойчивость спортсмен. При увеличении скорости ПОЦМ выше 25-30 мм/сек необходимо исключать патологию НС и/или опорно-двигательного аппарата спортсмена.

б. Среднее отклонение по оси X.

Данный параметр характеризует степень фронтальных (вправо/влево) смещений ПОЦМ спортсмена во время стояния в различных стойках с открытыми или закрытыми глазами. Чем ниже этот параметр, тем более центральное положение занимает ПОЦМ. При увеличении этого параметра более 5 мм рекомендовано провести повторное исследование при таких же условиях проведения теста, а при увеличении среднего отклонения положения ПОЦМ по оси X больше 10мм необходимо исключать патологию НС и/или опорно-двигательного аппарата спортсмена.

1. Среднее отклонение по оси X.

Данный параметр характеризует степень сагиттальных (передне-задних) смещений ПОЦМ спортсмена во время стояния в различных стойках с открытыми или закрытыми глазами. Чем ниже этот параметр, тем более центральное положение занимает ПОЦМ. При увеличении этого параметра более 20 мм рекомендовано провести повторное исследование при таких же условиях проведения теста, а при увеличении среднего отклонения положения ПОЦМ по оси X больше 30 мм необходимо исключать патологию НС и/или опорно-двигательного аппарата спортсмена.

## **6. 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 (К. М. Gill-Body, 2001).

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 потребуются 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.

## **Библиографические данные**

УДК 61:796/799

Ключевые слова: высококвалифицированные спортсмены, постуральный баланс, мобильные приложения, планшетный компьютер, тренировочный процесс

## Список исполнителей

**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)**

**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 \_\_\_\_\_ - 2020

Генеральный директор

В.В Курилов

Руководитель работы,

---

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

Минздрава России

В.А. Курашвили

---

Исполнители:

Врач по лечебной  
физкультуре ФГБУ ФНКЦСМ  
ФМБА России, к.м.н.

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

В.В. Кармазин

Ассистент кафедры  
реабилитации, спортивной  
медицины и физической  
культуры педиатрического  
факультета ФГАОУ ВО РНИМУ  
им. Н.И. Пирогова Минздрава  
России, к.м.н.

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

В.С. Фещенко

Врач по спортивной  
медицине ФГБУ ФНКЦСМ  
ФМБА России

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

В.В. Завьялов

Врач по спортивной  
медицине ФГБУ ФНКЦСМ  
ФМБА России

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

М.В. Купеев

Аспирант НМИЦ ДГОИ  
им. Дмитрия Рогачева

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

М.Я. Ядгаров

Младший научный  
сотрудник ФГБУ ФНКЦСМ  
ФМБА России

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

С.А. Базанович

Разработчик ООО «ИСЗ»

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

А.В. Малочка