

На правах рукописи

Нагорнов Михаил Сергеевич

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ
НАВЫКОВ УДАРНЫХ ДЕЙСТВИЙ У ФУТБОЛИСТОВ
С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

03.03.01 – физиология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

ТОМСК 2019

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Научный руководитель:

Капилевич Леонид Владимирович доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой спортивно-оздоровительного туризма, спортивной физиологии и медицины, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», профессор отделения физической культуры, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Официальные оппоненты:

Айзман Роман Иделевич, доктор биологических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный педагогический университет», кафедра анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности, заведующий кафедрой

Диамант Ирина Ивановна, доктор медицинских наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный педагогический университет», кафедра теории и методики обучения физической культуре и спорту, профессор

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт физиологии и фундаментальной медицины»

Защита состоится " ____ " _____ 20__ г. в _____ часов на заседании диссертационного совета Д 208.096.01 при Сибирском государственном медицинском университете (634050 г. Томск, Московский тракт, 2).

С диссертацией можно ознакомиться в научно-медицинской библиотеке Сибирского государственного медицинского университета и на сайте https://ssmu.ru/ru/nauka/diss_sovet/def_declair/

Автореферат разослан « ____ » _____ 2019 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Петрова Ирина Викторовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования.

Физиологические механизмы, осуществляющие регуляцию двигательной деятельности, определяют эффективность управления движениями при выполнении ударно-целевых действий. Следовательно, совершенствование процессов регуляции движений, от которых зависит эффективность ударов по мячу, является основой технической подготовки спортсменов с точки зрения физиологии (Капилевич Л.В., 2009; Шестаков М. П., 2004).

В наше время высокие достижения в спортивной деятельности возможно получить только при соблюдении следующих важных факторов: объективный контроль функционального состояния организма спортсмена, индивидуальный учет физиологических закономерностей и механизмов управления двигательными действиями конкретного спортсмена (Баланев Д.Ю., 2015; Давлетьярова К.В., 2013; Нагорнов М.С., 2016). Особенно актуальным соблюдением принципов, изложенных выше, становится важно, когда в спортивную деятельность привлекаются спортсмены с ограниченными возможностями здоровья (Шелков О.М., 2011; Bangsbo J., 1994).

Официально сегодня в России закреплен термин «Люди с ограниченными возможностями здоровья» (в частности, этот термин закреплен в Национальной стратегии действий в интересах детей на 2012 -2017 годы (утв. Указом Президента РФ от 1 июня 2012г. №761) и Федеральным законом от 29.12.2012 N 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации"). Однако термин ОВЗ в такой трактовке не совсем соответствует принятому в зарубежной литературе термину «Special needs people», так как исходно несет в себе ограничительно-уничижительный оттенок. Ставить равенство при переводе этих терминов, очевидно, нельзя. В педагогической литературе сегодня многие авторы переходят к другому термину – особые образовательные потребности. Это выглядит более корректным в отношении образовательного процесса, но данный термин вряд ли сможет получить широкое распространение в медицинской литературе.

В последние годы в публикациях медицинской направленности стал использоваться термин «особые возможности здоровья» - как более соответствующий предметной области медико-биологических исследований и в то же время и по духу, и по смыслу наиболее близкий к общепринятому в международном сообществе термину «Special needs people» (Schwartz M.S., 2003).

Основными задачами двигательной активности для указанной категории лиц является сохранение здоровья и повышение качества жизни, социальная адаптация (Нагорнов М.С., 2016; Davlet'yarova K. V., 2015). Футбол относится к видам спорта с большим вкладом динамического компонента и обладает значительным реабилитационно-оздоровительным потенциалом для этой категории лиц (Капилевич Л.В., 2016). Однако особенности движений у молодых людей с ОВЗ при игре в футбол практически не изучены.

Изучение физиологических характеристик двигательных навыков ударных действий у футболистов с ограниченными возможностями здоровья представляет собой актуальную научную проблему для формирования теоретических основ медико-биологического сопровождения параолимпийского движе-

ния в данном виде спорта. Описание закономерностей и характеристика особенностей управления двигательными действиями у спортсменов данной группы позволит в дальнейшем разрабатывать новые эффективные подходы как к тренировке параолимпийских команд, так и к обеспечению оздоровительного эффекта, рекреации и социализации лиц с ограниченными возможностями здоровья. Данная проблема является одним из важных вызовов современного общества.

Степень разработанности темы исследования.

Для контроля физиологических параметров у спортсменов в процессе тренировок и соревнований сегодня используются большое количество методов. Широко применяются информационные технологии, позволяющие существенно снизить временные затраты на процессы обработки и анализ полученной информации, повысить качество ее визуализации. Стоит обратить внимание, что изначально многие из этих методов были разработаны для функциональной диагностики поражений нервной системы на различных уровнях (Прянишникова О.А., 2005; Скворцов Д.В., 2004). В настоящее время многие спортивные компании и федерации активно внедряют данные методы в физиологию спорта, так как эти методы позволяют оценивать функциональные возможности и роль различных отделов нервной системы в формировании двигательных навыков не только у людей с нарушениями в работе организма, но и у спортсменов (Дьякова Е.Ю., 2010; Завьялов А. И., 2008). Среди таких методов важное место занимают стабิโลграфический контроль координации и равновесия, регистрация биоэлектрической активности мышц при выполнении спортивных приемов, биомеханическая оценка перемещения звеньев тела спортсмена.

Однако проблема выполнения сложно координационных двигательных действий у спортсменов и их физиологического обеспечения остается исследованной недостаточно. Особенно недостаточно исследований на данную тему выполняется в области адаптивной физической культуры и параолимпийского спорта.

Все изложенное свидетельствует, что исследование изменений физиологических характеристик нервно-мышечной системы под действием спортивной деятельности с учетом ограниченных возможностей здоровья, вида спорта и уровня спортивного мастерства является актуальной проблемой физиологии. Результаты таких исследований могут стать основой для физиологического сопровождения тренировочного процесса, для разработки методических рекомендаций по организации отбора на различных этапах спортивного совершенствования, и разработки методов оперативного контроля.

Цель исследования: изучить физиологические характеристики двигательных навыков ударных действий у футболистов с ограниченными возможностями здоровья, обусловленными нарушениями со стороны опорно-двигательного аппарата.

Задачи:

1. Изучить биомеханические характеристики ударов по мячу у футболистов с ограниченными возможностями здоровья, обусловленными нарушениями со стороны опорно-двигательного аппарата.

2. Исследовать показатели координации и равновесия у футболистов с ограниченными возможностями здоровья, обусловленными нарушениями со стороны опорно-двигательного аппарата.

3. Исследовать особенности координации и равновесия при выполнении удара по мячу у футболистов с ограниченными возможностями здоровья, обусловленными нарушениями со стороны опорно-двигательного аппарата.

4. Исследовать особенности биоэлектрической активности мышц нижних конечностей при выполнении удара по мячу у футболистов с ограниченными возможностями здоровья, обусловленными нарушениями со стороны опорно-двигательного аппарата.

Научная новизна:

Впервые показано, что у футболистов с ограниченными возможностями здоровья, обусловленными нарушениями со стороны опорно-двигательного аппарата, формируется специфический двигательный стереотип выполнения ударных движений, который характеризуется следующими особенностями:

- у спортсменов с ОВЗ при выполнении ударов по мячу движение голеностопа меньше по амплитуде в горизонтальной плоскости, вертикальная компонента удара направлена преимущественно вниз и имеет большую скорость; движение выполняется неравномерно - скорость перемещение голеностопа постоянно меняется.
- у спортсменов с ОВЗ более выражены перемещения головы вперед и вниз.

Впервые показано, что при выполнении стабиллографического теста Ромберга у футболистов с ОВЗ в сравнении с контрольной группой снижены такие показатели, как разброс по сагиттали, средних скоростей перемещения ЦД и линейной скорости, площади эллипса, скорости изменения площади статокинезиграммы, и повышены такие показатели, как качество функции равновесия и разброс по фронтالي. У футболистов с ОВЗ более выражены изменения в стабиллограмме при закрывании глаз и при повороте головы в сторону.

Впервые показано, что у футболистов с ОВЗ факторы, связанные со смещением общего центра тяжести тела, приводят к нарушению линейности движений; траектория движения ЦД при выполнении ударов по мячу во всех фазах искривляется. Однако у спортсменов, получается компенсировать данные нарушения за счет снижения показателей разброса в сагиттальной и фронтальной плоскостях, площади эллипса, скорости изменения статокинезиграммы, средних скоростей перемещения ЦД и линейной скорости. Так же отмечается увеличение качества функции равновесия у футболистов с ОВЗ.

При выполнении всех типов ударов по мячу у футболистов с ОВЗ в значительной степени задействованы мышцы бедра и голени, тогда как у спортсменов без ОВЗ - в большей степени задействованы мышцы бедра. У спортсменов с ОВЗ выражены различия в биоэлектрической активности мышц голени при выполнении разных типов ударов, тогда как у контрольной группы такие различия отсутствуют.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Полученные результаты раскрывают ряд важных физиологических закономерностей, лежащих в основе формирования двигательных навыков у футболистов с ограниченными возможностями здоровья, обусловленными нарушениями со стороны опорно-двигательного аппарата. В то же время, данные закономерности могут послужить основой для разработки новых, имеющих физиологическое обоснование, методов тренировки футболистов с ОВЗ, улучшения техники выполнения ударов по мячу и повышения эффективности ударно-целевых действий у этих спортсменов.

Результаты диссертации внедрены в учебный процесс в отделении физической культуры национального исследовательского Томского политехнического университета.

Методология и методы исследования.

Методология настоящего исследования основана на схеме рефлексорного кольца Н. А. Бернштейна и на концепции взаимосвязи основных положений теории адаптации и методики формирования двигательных навыков. В работе использовался комплекс физиологических методов: компьютерная стабилорафия, электромиография, MotionTracking (фотосъемка движений высокоскоростной цифровой камерой с компьютерным покадровым анализом изображений).

Положения, выносимые на защиту:

1. У футболистов с ограниченными возможностями здоровья, обусловленными нарушениями со стороны опорно-двигательного аппарата, формируется специфический двигательный стереотип выполнения ударных движений, который характеризуется снижением амплитуды и увеличением скоростей компонентов ударных движений, значительным усилением неоднородности движений, более выраженным вовлечением в движение верхней части туловища и головы.
2. Футболисты с ограниченными возможностями здоровья, обусловленными нарушениями со стороны опорно-двигательного аппарата при выполнении ударов по мячу в значительной степени задействуют мышцы бедра и голени, тогда как спортсмены без ОВЗ - в большей степени задействуют мышцы бедра. У спортсменов с ОВЗ выражены различия в биоэлектрической активности мышц голени при выполнении разных типов ударов, тогда как у контрольной группы такие различия отсутствуют.

Апробация результатов исследования.

Основные результаты диссертации были представлены на всероссийских и международных конференциях: межрегиональной научно-практической конференции «Физическая культура и спорт на современном этапе: проблемы, поиски решений» (Томск, 2014); II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием студентов и аспирантов (Томск, 2014); «Современные проблемы системной регуляции физиологических функций» (Москва, 2015); «Neuroscience for Medicine and Psychology» (Sudak, Crimea, Russia, 2015); Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти В.С. Пирусского (Томск, 2015, 2016, 2018)

По теме диссертации опубликовано 8 печатных работ, из них 6 – в журналах, рекомендованных ВАК РФ, в том числе – 3 статьи в журналах, входящих в международные базы цитирования WoS и SCOPUS.

Степень достоверности.

Достоверность полученных результатов определяется высоким методическим уровнем исследования, использованием современных методов и сертифицированного оборудования, корректным формированием исследуемых групп и использованием методов статистического анализа. Все оборудование, применяемое в работе, имело необходимые сертификаты и своевременно проходило поверку, подбор групп для исследования выполнялся методом рандомизации и в соответствии с критерием репрезентативности. Методы статистического анализа полностью соответствовали размерам выборок и характеру распределения экспериментальных данных.

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации.

Автором самостоятельно разработано теоретическое обоснование физиологических подходов к оценке и анализу движений спортсменов при выполнении ударов по мячу, определено направление исследования, сформулированы цель и задачи, составлен дизайн исследования. Самостоятельно выполнены биомеханические и физиологические исследования, проведена статистическая обработка результатов, их научный анализ и организовано их обсуждение, сформулированы положения и выводы, выносимые на защиту.

Структура и объем диссертации.

Диссертация изложена на 123 страницах машинописного текста и состоит из введения, трех глав: «Обзор литературы», «Материалы и методы», «Результаты и их обсуждение», заключения, списка сокращений и списка литературы, включающего 111 наименования, в том числе 49 – на иностранном языке. Работа содержит 12 таблиц и иллюстрирована 67 рисунками.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объекта исследования была выбрана группа студентов – мужского пола I–III курса ($n=100$) Томского государственного университета и Томского политехнического университета. Возраст студентов составлял $20,5 \pm 1,6$ лет. Класс футболистов соответствовал уровню сборной университета. Группа была поделена на основную группу ($n=50$) и контрольную группу ($n=50$). К основной группе были отнесены футболисты с нарушениями опорно-двигательного аппарата (плоскостопием II–III степени в сочетании с сколиозом II–III степени). В контрольную группу вошли футболисты без нарушений опорно-двигательного аппарата.

Частота тренировок и уровень нагрузок во время тренировочного процесса были идентичны. Тренировки проходили в подготовительный период 3 раза в неделю. Каждая тренировка длилась 120 минут и включала в себя упражнения на совершенствование технического мастерства, передачи мяча в парах и тройках, и удары по мячу по воротам. Также совершенствовалась тактическое ма-

стерство спортсменов с помощью различных упражнений на групповое взаимодействие.

Для биомеханического анализа использовался метод MotionTracking – по кадровой фотосъемке движения высокоскоростной цифровой камерой. Оценивались кинематические параметры (угол, угловая скорость, угловое ускорение) и анализировались производные характеристики движения.

Компьютерная стабиллография выполнялась на стабиллоанализаторе "Стабилан-01". Использовались тест Ромберга, тест с поворотом головы, тест на устойчивость и стабиллографический тест при исполнении удара по мячу. Всем обследуемым было необходимо выполнить 3 удара стопой по мячу: внутренней стороной стопы, тыльной и внешней стороной стопы.

Электромиографическое исследование выполнялось на многофункциональном компьютерном комплексе электронейромиограф «Нейро-МВП-4». Электроды накладываются исходя из анатомического расположения мышц. Два электрода фиксировались на икроножной мышце и один на широкой мышце. Первый электрод – на латеральной головке икроножной мышцы, второй электрод – на медиальной головке икроножной мышцы и третий – на нижнюю треть широкой мышцы. Четвертый электрод фиксировался в зависимости от типа удара по мячу: при ударе внутренней стороной стопы на верхнюю треть латеральной широкой мышцы; при ударе внешней стороной стопы на длинную приводящую мышцу; при ударе средней частью подъема на прямую мышцу бедра.

Статистическая обработка материала проведена с использованием прикладного программного пакета Statistica 10.0 for Windows фирмы Statsoft.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Биомеханические характеристики ударных движений у футболистов с ограниченными возможностями здоровья

Существенные различия выявлены при перемещении голеностопного сустава по горизонтали и вертикали во время удара по мячу внешней частью подъема (рис. 1). При перемещениях по горизонтали величина смещения в основной группе (750 ± 25 мм, $p < 0.05$) вдвое ниже уровня в контрольной группе (1400 ± 25 мм). Уже в предварительной фазе при подготовке к удару величина смещения составляет 521 ± 25 мм. Далее она продолжает увеличиваться и достигает максимального значения во время завершающей фазы.

При оценке перемещения по вертикали отличаются не только величины, но и характер изменений. Величины перемещения голеностопного сустава в основной группе в первой и второй фазах остаются на одном уровне 1015 ± 25 мм. Затем они снижаются до уровня 976 мм. Со второго этапа подготовительной фазы начинается увеличение до второго этапа рабочей фазы (с 976 ± 25 мм до 1033 ± 25 мм). И в завершающей стадии происходит небольшое снижение. В свою очередь величина перемещений в контрольной группе начинается в предварительной фазе с 1023 ± 25 мм. В подготовительной фазе происходит уменьшение перемещений до 1011 ± 25 мм, на первом этапе рабочей фазы увеличивается до 1022 ± 25 мм и опять снижается в завершающей фазе.

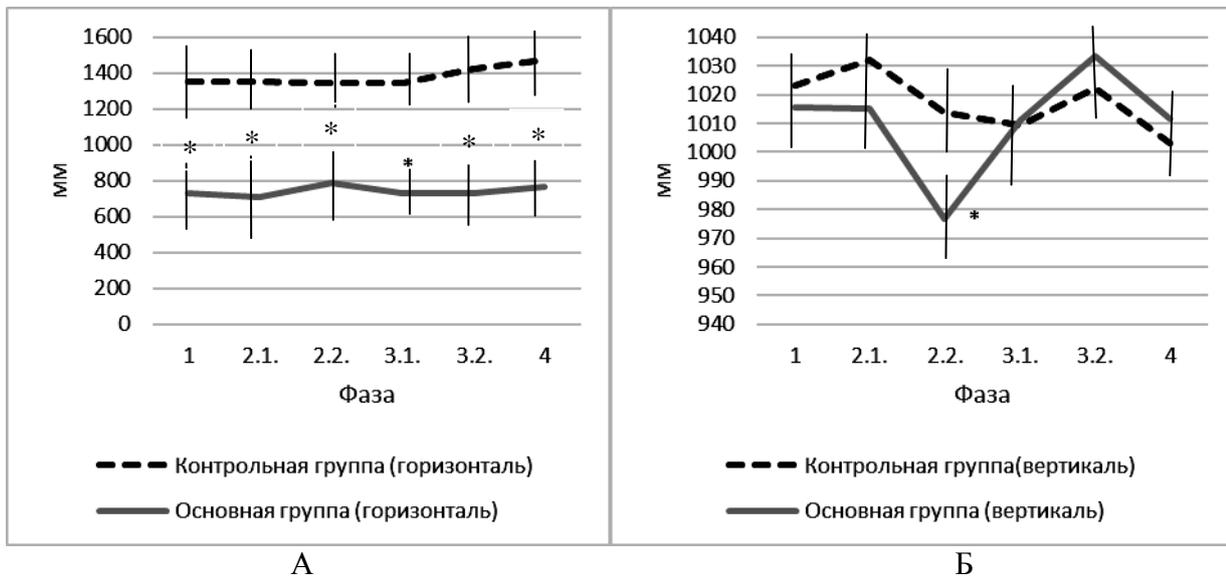


Рис.1 – Величины перемещения (мм.) голеностопного сустава по горизонтали (А) и по вертикали (Б) при ударе внутренней частью стопы.

* - достоверность различий между группами ($p < 0,05$)

Еще одним важным показателем, как уже было сказано является скорость перемещения звеньев тела. Достоверные различия были выявлены при ударе по мячу внешней частью подъема в коленном суставе (рис. 2). Они наблюдаются при движении по горизонтали и вертикали. Скорость движения коленного сустава у спортсменов из основной группы начинается с приближения к началу координат со скоростью 1851 ± 25 мм/с и полным приближением к началу в предварительной фазе. Затем плечевой сустав начинает удаляться от центра до рабочей фазы первого этапа и скорости 444 ± 25 мм/с ($p < 0,05$). А во время постановки опорной ноги приближается к началу координат и не меняет своего положения вплоть до завершающей стадии. В свою очередь в контрольной группе происходит приближение к началу координат со скоростью около 2196 ± 25 мм/с. Затем идет медленное приближение к началу координат на протяжении подготовительной фазы с изменением скорости на положительную, т.е. начинается отдаление тазобедренного сустава от начала координат до скорости 2408 ± 25 мм/с в завершающей стадии.

По вертикали динамика скоростей в исследуемых группах также имеет различия. В предварительной фазе в основной группе движение начинается с удаления от начала координат со скоростью 931 ± 15 мм/с ($p < 0,05$). А скорость контрольной группы со скоростью 1403 ± 15 мм/с. На протяжении второй подготовительной фазы в основной группе скорость тазобедренного сустава значительно не меняется и находится на уровне $2 \pm 0,2$ мм/с. В третьей фазе на этапе ударного движения начинается отдаление от центра координат со скоростью 230 ± 15 мм/с. А во время этапа постановки опорной ноги в основной группе происходит приближение к началу координат со скоростью 201 ± 15 мм/с и полное приближение к началу координат в завершающей стадии. В то время как в контрольной группе голеностопный сустав постоянно меняет характер движения с отдалением от центра в предварительной и рабочей фазе (ударное движе-

ние), и приближением в подготовительной фазе (постановка опорной ноги) и рабочей фазе (проводка).

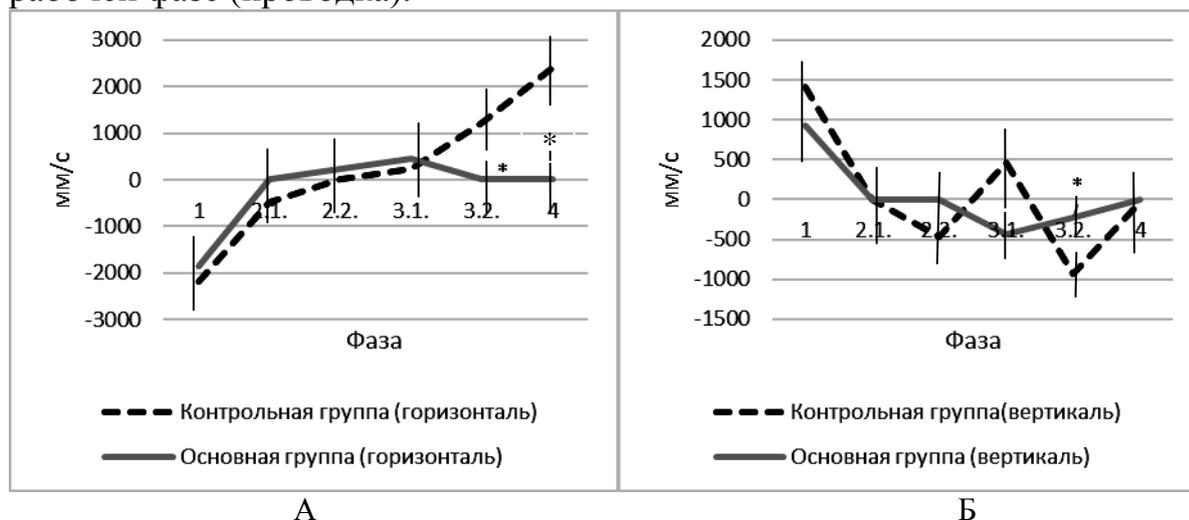


Рис.2 – Величины скорости (мм/с) движения тазобедренного сустава по горизонтали (А) и по вертикали (Б) при ударе внутренней частью стопы.

* - достоверность различий между группами ($p < 0,05$)

Характеристики координации и равновесия у футболистов с нарушениями опорно-двигательного аппарата

В таблице 1 представлены результаты стабиллографического анализа при выполнении теста Ромберга с закрытыми и открытыми глазами.

Таблица 1 – Стабиллографические величины при выполнении теста Ромберга с закрытыми глазами ($X \pm m$)

Группы	Закрытые глаза		Открытые глаза	
	Основная группа	Контрольная группа	Основная группа	Контрольная группа
Фронтальная ось (разброс), мм	3,1±0,4	2,7±0,5	3,2±0,5	2,2±0,3
Сагиттальная ось (разброс), мм	4,7±0,3	6,7±3,1	4,0±0,5	5,0±0,4
Средняя скорость перемещения ЦД, мм/сек	20,3±2,7*#	36,0±3,9#	9,1±0,7	9,1±1,1
Площадь эллипса, кв.мм	219,3±29,3*#	342,3±13,8#	142,4±33,0*	179,1±22,4
Скорость изменения площади статокинезиграмм, кв. мм/сек	12,0±0,7	14,4±1,5	13,5±2,4	15,8±5,6
Качество функции равновесия (КФР),%	72,1±2,6*#	63,0±5,2#	82,5±2,4	82,2±3,8

* - достоверность различий с контрольной группой, $p < 0,05$

- достоверность изменений после открывания глаз, $p < 0,05$

При выполнении теста Ромберга с закрытыми глазами, у спортсменов основной группы имеются достоверное уменьшение в следующих показателях по сравнению с контрольной группой: площадь эллипса (219,3±29,3), скорость изменения площади статокинезиграмм. Также наблюдается достоверное увеличение качества функции равновесия (72,1±2,6) по сравнению с контрольной группой спортсменов (63,0±5,2).

При анализе стабиллографических показателей при выполнении теста Ромберга с закрытыми глазами видно, что в основной группе футболистов происходит снижение таких показателей как разброс по сагиттали, средняя ско-

рость перемещения ЦД, скорость изменения площади статокинезиграммы, средняя линейная скорость площадь эллипса при сравнении с контрольной группой, и повышение таких показателей как разброс по фронтали и качество функции равновесия.

Исследования стабиллографических показателей теста Ромберга с открытыми и закрытыми глазами показали, что у футболистов контрольной группы изменение показателей незначительны. У спортсменов же основной группы показатели ухудшаются при отмене зрительного контроля.

При анализе стабиллографических показателей в тесте Ромберга с поворотом головы налево и направо (таблица 2) можно отметить, что у спортсменов контрольной группы изменения показателей при сравнении поворота головы в обе стороны незначительны. А в основной группе, наоборот, наоборот, показатели ухудшаются при повороте головы налево и направо в равной степени. При исследовании качества функции равновесия мы наблюдали снижение в контрольной группе в тесте с поворотом головы налево при сравнении с основной группой, и не значительное снижение в экспериментальной группе в тесте с поворотом головы направо при сравнении с контрольной группой.

Таким образом, у футболистов с ограниченными возможностями здоровья более выражены изменения в стабиллограмме при закрывании глаз и при повороте головы в сторону. По все вероятности, искривление позвоночника приводит к нарушению кровообращения в вертебро-базиллярном бассейне, что негативно сказывается на поддержании равновесия при резких движениях головы и при выключении зрительного контроля.

Особенности поддержания равновесия при выполнении удара по мячу у футболистов с ограниченными возможностями здоровья

Результаты стабиллографического анализа исполнения удара средней частью подъема футболистами различной квалификации представлены на рисунках 3-4. При анализе рисунка 4 видно, что спортсмен контрольной группы в подготовительной фазе удерживает ОЦТ в исходном положении, а затем ОЦТ перемещается вперед по траектории удара и возвращается назад. При исполнении удара по мячу у группы футболистов основной группы в подготовительной фазе происходит перемещение ОЦТ назад (рис. 3). Отличительной особенностью удара по мячу в основной группе являются колебательные движения в две стороны в завершающей стадии для удержания равновесия. А в рабочей фазе в момент удара по мячу происходит снижение эффективности исполнения удара за счет изогнутой траектории движения ОЦТ.

Таблица 2 – Стабилографические величины при исполнении теста Ромберга с поворотом головы налево и направо

($X \pm m$)

Величина	Фронтальная ось (разброс), мм		Сагиттальная ось (разброс), мм		Средняя скорость перемещения ЦД, мм/сек		Площадь эллипса, кв. мм		Скорость изменения площади ста-токинезиграмм, кв. мм/сек		Качество функции равновесия, %		Средняя линейная скорость, мм/с	
	Основная	Контрольная	Основная	Контрольная	Основная	Контрольная	Основная	Контрольная	Основная	Контрольная	Основная	Контрольная	Основная	Контрольная
Поворот головы направо	2,7±0,4	2,6±0,4	3,4±0,6	2,8±0,2	10,5±0,5	11,7±1,3	130,9±25,5	98,5±13,7	13,7±2,5	14,0±2,3	77,6±1,9	77,7±4,8	10,5±0,5	11,7±1,3
Поворот головы налево	3,1±0,3	2,5±0,3	3,7±0,3	3,7±0,8	11,1±0,5	11,5±1,3	152,2±17,2*	131,8±332,4	15,7±1,8	15,7±3,2	75,2±2,0*	73,6±4,4	11,1±0,5	11,5±1,3

* - достоверность различий с контрольной группой, $p < 0,05$

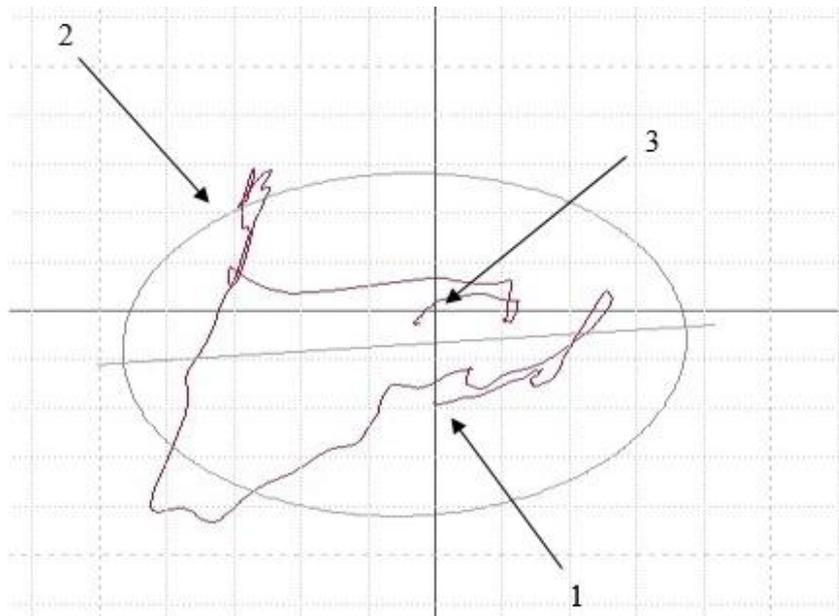


Рис. 3 – Статокинезиграмма исполнения удара средней частью подъема футболистом основной группы

Примечание: стрелками указаны: начало исполнения движения; 2 - момент удара по мячу; 3 - окончание движения.

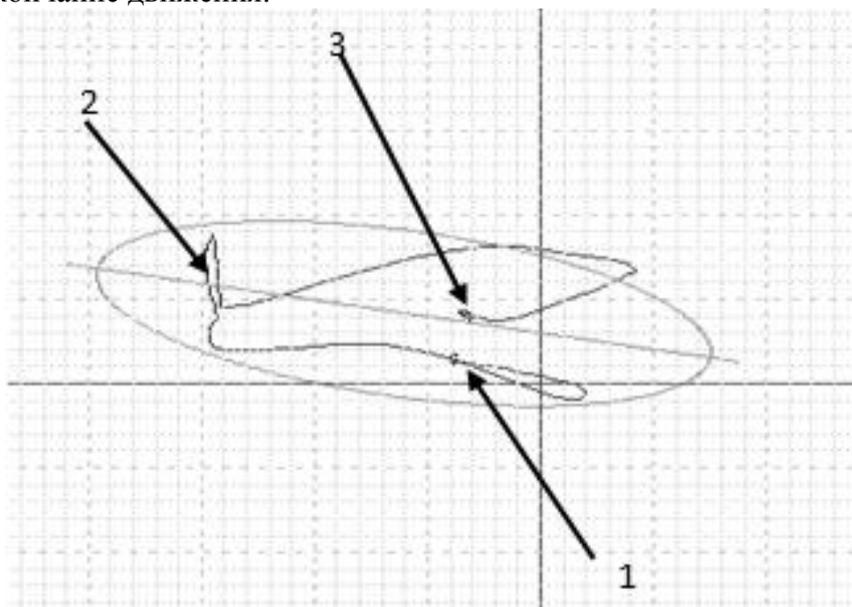


Рис. 4 – Статокинезиграмма исполнения удара средней частью подъема футболистом контрольной группы

Примечание: обозначения см. рис. 3.

При исследовании биомеханических показателей спортсменов при выполнении удара по мячу средней частью подъема стопы были выявлены следующие различия между группами (таблица 3).

У футболистов основной группы разброс по фронтالي ($34,8 \pm 2,6$) и сагиттали ($18,5 \pm 1,5$), средняя скорость перемещения ЦД ($112,5 \pm 9,2$), площадь эллипса ($7879,7 \pm 1101,5$), скорость изменения площади статокинезиграммы ($1330,2 \pm 168,4$), средняя линейная скорость ($113,3 \pm 9,3$) достоверно ниже, чем у спортсменов контрольной группы ($p < 0,05$).

Тем не менее, качество функции равновесия ($16,7 \pm 1,9$) достоверно выше, чем в контрольной группе спортсменов ($11,4 \pm 1,5$).

Таблица 3 – Стабилографические величины при выполнении удара средней частью подъема стопы

Величина	($X \pm m$)	
	Основная группа	Контрольная группа
Фронтальная ось (разброс), мм	$34,8 \pm 2,6^*$	$45,9 \pm 2,2$
Сагиттальная ось (разброс), мм	$18,5 \pm 1,5$	$29,0 \pm 4,4$
Сагиттальная ось (смещение), мм	$112,5 \pm 9,2^*$	$141,8 \pm 6,2$
Средняя скорость перемещения ЦД, мм/сек	$7879,7 \pm 1101,5^*$	$13005,8 \pm 1468,1$
Площадь эллипса, кв.мм	$1330,2 \pm 168,4^*$	$2403,3 \pm 266,7$
Скорость изменения площади статокинезиграммы, кв. мм/сек	$16,7 \pm 1,9$	$11,4 \pm 1,5$
Качество функции равновесия (КФР),%	$113,3 \pm 9,3^*$	$142,9 \pm 6,3$

* - достоверность различий с контрольной группой, $p < 0,05$

Анализируя результаты статокинезиграммы при выполнении удара внутренней стороной стопы футболистами основной группы можно сделать вывод, что уже в подготовительной фазе при выполнении удара совершается перемещение ОЦТ назад. Непосредственно в момент выполнения удара траектория ОЦТ изогнута, что свидетельствует о снижении эффективности выполнения движения. В завершающей фазе для удержания равновесия спортсмен вынужден выполнять колебательные движения в обе стороны. Происходит снижение таких стабилографических показателей как разброс по фронтали, разброс по сагиттали средняя скорость перемещения ЦД, площадь эллипса, скорость изменения площади статокинезиграммы, средняя линейная скорость при сравнении с футболистами контрольной группы. И все это на фоне повышения такого показателя как качество функции равновесия при сравнении с контрольной группой спортсменов.

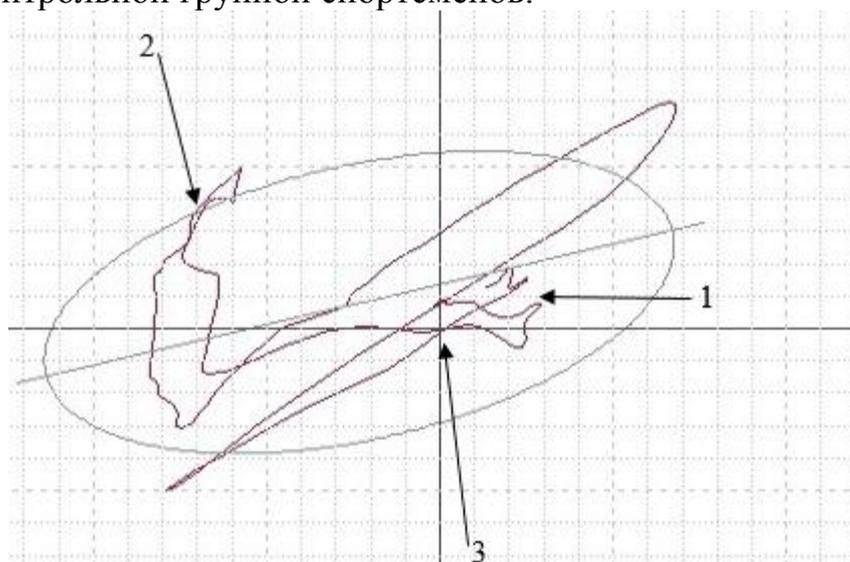


Рис. 5 – Статокинезиграмма исполнения удара внешней стороной стопы футболистом основной группы

Примечание: стрелками указаны: начало исполнения движения; 2- момент удара по мячу; 3 - окончание движения.

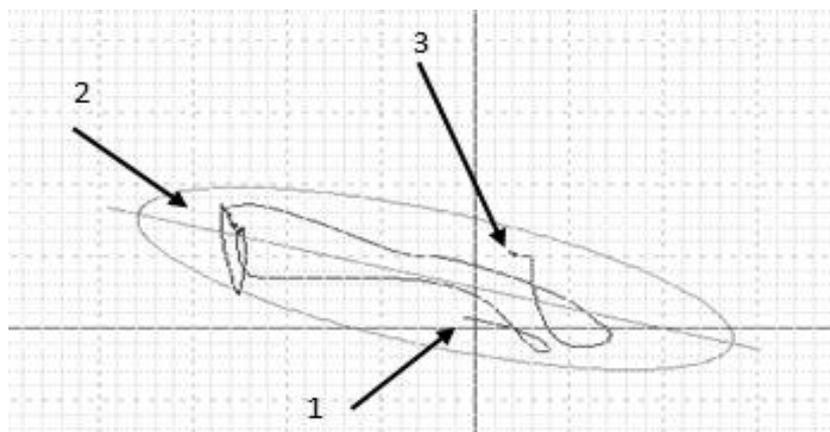


Рис. 6 – Статокинезиграмма исполнения удара внешней стороной стопы футболистом контрольной группы

Примечание: обозначения см. рис. 5.

Особенностями удара внешней стороной стопы (рисунки 5-6) на статокинезиграмме футболистов основной группы является перемещение ОЦТ назад в подготовительной фазе, в момент удара траектория движения ОЦТ изгибается, что приводит к снижению эффективности выполнения движения и в завершающей фазе для удержания равновесия спортсмен выполняет колебательные движения в обе стороны. Происходит снижение таких стабилотографических показателей как разброс по фронтالي, разброс по сагиттали, смещение по сагиттали, средняя скорость перемещения ЦД, площадь эллипса, скорость изменения статокинезиграммы, средняя линейная скорость при сравнении с футболистами контрольной группы (таблица 4), и повышение такого показателя как качество функции равновесия при сравнении с контрольной группой.

Таблица 4 – Стабилотографические величина при исполнении удара внешней стороной стопы

Величина	(X±m)	
	Основная группа Удар внешней стороной стопы	Контрольная группа Удар внешней стороной стопы
Фронтальная ось (разброс), мм	38,4±4,0*	55,1±3,3
Сагиттальная ось (разброс), мм	15,1±1,4*	27,2±3,0
Сагиттальная ось (смещение), мм	2,6±3,3*	17,6±3,1
Средняя скорость перемещения ЦД, мм/сек	114,5±11,9*	158,5±6,8
Площадь эллипса, кв.мм	7044,6±981,6*	15242,1±1591,3
Скорость изменения площади статокинезиграммы, кв. мм/сек	1489,9±241,8*	2870,9±268,6
Качество функции равновесия (КФР),%	17,9±2,3*	9,9±1,3
Средняя линейная скорость, мм/с	155,2±10,2	159,8±6,8

* - достоверность различий с контрольной группой, $p < 0,05$

Полученные результаты свидетельствуют о наличии принципиальных различий в технике выполнения ударов по мячу у футболистов основной группы и у контрольной группы спортсменов. Выявленные различия связаны

как с техникой исполнения различных ударов, так и с характером перемещения ОЦТ спортсменов основной группы.

Характеристики биоэлектрической активности мышц нижних конечностей при выполнении удара по мячу

Был проведен электромиографический анализ активности мышц нижних конечностей (икроножная мышца (латеральная и медиальная головки), латеральная широкая мышца (нижняя треть), латеральная широкая мышца (верхняя треть), прямая мышца бедра) при исполнении удара по мячу у футболистов основной группы (сколиоз II-III степени и плоскостопие II-III степени), а также у футболистов контрольной группы. В качестве экспериментальной модели были выбраны удары по мячу из стандартного положения без разбега с тремя вариантами техники: удар внутренней стороной стопы, удар внешней стороной стопы и удар средней частью подъема.

Таблица 5 – Биоэлектрическая активность мышц нижних конечностей футболистов при исполнении удара по мячу внешней стороной стопы (X±m)

Группы	Основная группа	Контрольная группа
m. gastrocnemius, caputlaterale	331,9±92,1*	959±190,0
m. gastrocnemius, caputmediale	846,2±275,9	1259±108,2
m. vastuslateralis	421,2±95,2*	608,4±6991,8
m. adductorlongus	248,4±64,1*	2819±739,3

* - достоверность различий с контрольной группой, $p < 0,05$

Как видно из представленных данных (таблицы 5-6), максимальная амплитуда биоэлектрической активности икроножной мышцы (латеральная головка), максимальная амплитуда биоэлектрической активности латеральной широкой мышцы (нижняя треть) и максимальная амплитуда биоэлектрической активности приводящей мышцы бедра у футболистов основной группы достоверно ниже, чем у контрольной группы футболистов ($p < 0,05$). При ударе внешней стороной стопы в основной группе спортсменов основной группы больше задействованы медиальная головка икроножной мышцы, а у спортсменов контрольной группы мышцы бедра.

Таблица 6 – Биоэлектрическая активность мышц нижних конечностей футболистов при исполнении удара по мячу внутренней стороной стопы

Группы	Основная группа	Контрольная группа
m. gastrocnemius, caputlaterale	1594,4±521,1	1023,2±151,4
m. gastrocnemius, caputmediale	1009,1±298,1	3730,4±1898,1
m. vastuslateralis	478,9±91,8*	2243±297,2
m. vastuslateralis	391,4±104,6*	2554±940,0

* - достоверность различий с контрольной группой, $p < 0,05$

При ударе внутренней стороной стопы в основной группе спортсменов основной группы больше задействованы мышцы голени, а у спортсменов контрольной группы мышцы бедра.

Таким образом, результаты исследования электрической активности мышц свидетельствуют, что физиологическое обеспечение стандартных ударных действий у футболистов основной группы и контрольной имеет целый ряд существенных различий. При исследовании биоэлектрической активности мышц нижних конечностей при выполнении ударов по мячу футболистами с ОВЗ наблюдается перераспределение нагрузки на опорно-двигательный аппарат. Прежде всего, футболисты основной группы при выполнении ударов по мячу в равной степени задействуют мышцы бедра и голени, тогда как у контрольной группы преимущественно вовлекаются в выполнение данного двигательного действия мышцы бедра. Изменения электрической активности, связанные с техническими особенностями ударов, у основной группы отмечается на всех мышцах нижней конечности, тогда как у контрольной группы - только на мышцах бедра, на мышцах голени изменения ЭМГ по типам ударов выражены слабее.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследований позволили обнаружить целый ряд физиологических и биомеханических особенностей, характеризующих выполнение ударов по мячу у футболистов с ограниченными возможностями здоровья, обусловленными нарушениями со стороны опорно-двигательного аппарата. Так, в группе спортсменов с ОВЗ движение голеностопа при выполнении удара по мячу меньше по амплитуде в горизонтальной плоскости, чем в контроле; вертикальная компонента удара направлена преимущественно вниз и с большей скоростью. При этом у спортсменов с ОВЗ движение выполняется неравномерно, скорость перемещения голеностопа постоянно меняется. Одновременно у них более выражены перемещения головы вперед и вниз по сравнению с контролем.

Анализируя результаты статокинезиграмм при выполнении удара внутренней стороной стопы футболистами с ОВЗ, можно сделать вывод, что уже в подготовительной фазе при выполнении удара совершается перемещение ОЦТ назад. В момент выполнения удара траектория ОЦТ изгибается, что свидетельствует о снижении эффективности выполнения движения и в завершающей фазе для удержания равновесия спортсмен выполняет колебательные движения в обе стороны. При анализе стабิโลграфических показателей видно, что в основной группе величины таких показателей как разброс по фронтالي, разброс по сагиттали средняя скорость перемещения ЦД, площадь эллипса, скорость изменения площади статокинезиграмм, средняя линейная скорость ниже по сравнению с футболистами без ОДА, тогда как показатель качества функции равновесия выше по сравнению с контрольной группой спортсменов. На первый взгляд, полученные данные кажутся противоречащими друг другу – колебания траектории сопровождаются снижением разброса в обеих плоскостях. Можно предположить, что ключевую роль здесь играет снижение скорости перемещения ЦД – именно за счет этого искривления траектории компенсируются снижением разброса, а качество

функции равновесия возрастает за счет снижения площади фигуры, описываемой центром давления при выполнении удара.

Особенностями удара внешней стороной стопы на статокинезиграмме футболистов с ОВЗ является перемещение ОЦТ назад в подготовительной фазе, в момент удара траектория движения ОЦТ изогнута, что существенно снижает эффективность выполнения движения и в завершающей фазе для удержания равновесия спортсмен выполняет колебательные движения в обе стороны. При анализе стабิโลграфических показателей видно, что происходит снижение таких показателей как разброс по фронтالي, разброс по сагиттали, смещение по сагиттали, средняя скорость перемещения ЦД, площадь эллипса, скорость изменения статокинезиграммы, средняя линейная скорость при сравнении с футболистами контрольной группы, и повышение такого показателя как качество функции равновесия.

При исследовании футболистов с ОВЗ при выполнении удара средней частью подъема на статокинезиграмме были выявлены следующие изменения: происходит перемещения ОЦТ назад в подготовительной фазе, в момент удара траектория ОЦТ изогнута, что снижает эффективность выполнения движения. В стабิโลграфических показателях происходит снижение разброса по фронтали, разброса по сагиттали, средней скорости перемещения ЦД, площади эллипса, скорости изменения площади статокинезиграммы, средней линейной скорости при сравнении с контрольной группой, и повышение такого показателя как качество функции равновесия при сравнении с футболистами контрольной группы.

При выполнении теста Ромберга с закрытыми глазами в группе футболистов с ОВЗ происходит снижение ряда стабิโลграфических показателей: разброс по сагиттали, средняя скорость перемещения ЦД, скорость изменения площади статокинезиграммы, средняя линейная скорость площадь эллипса при сравнении с контрольной группой, и повышение таких показателей как разброс по фронтали, качество функции равновесия.

При исследовании стабิโลграфических показателей теста Ромберга с открытыми глазами происходит снижение таких показателей как разброс по сагиттали, площадь эллипса, скорость изменения площади статокинезиграммы в группе с ОВЗ при сравнении с контрольной группой, и повышение таких показателей как разброс по фронтали, качество функции равновесия при сравнении с контрольной группой.

Исследования стабิโลграфических показателей теста Ромберга с открытыми и закрытыми глазами показали, что у футболистов контрольной группы изменение показателей незначительны, в то время как у спортсменов с ОВЗ показатели ухудшаются при отмене зрительного контроля. По всей вероятности, у футболистов с нарушениями осанки и плоскостопием хуже осуществляется работа проприоцептивного афферентного звена. Это может быть как следствием сколиоза, так и причиной его развития.

При исследовании стабิโลграфического сигнала при выполнении теста с поворотом головы налево, у спортсменов с ОВЗ наблюдается увеличение

площади эллипса и качества функции равновесия по сравнению с контрольной группой футболистов. При выполнении теста с поворотом головы направо у футболистов с ОВЗ происходит повышения таких показателей как площадь эллипса при сравнении с контрольной группой футболистов.

Результаты исследования электрической активности мышц свидетельствуют, что физиологическое обеспечение стандартных ударных действий у футболистов основной группы и контрольной имеет целый ряд существенных различий. При исследовании биоэлектрической активности мышц нижних конечностей при выполнении ударов по мячу футболистами с ОВЗ наблюдается перераспределение нагрузки на опорно-двигательный аппарат. Прежде всего, футболисты основной группы при выполнении ударов по мячу в значительной степени задействуют мышцы бедра и голени, тогда как у контрольной группы преимущественно вовлекаются в выполнение данного двигательного действия мышцы бедра. Изменения электрической активности, связанные с техническими особенностями ударов, у основной группы отмечается на всех мышцах нижней конечности, тогда как у контрольной группы - только на мышцах бедра, на мышцах голени изменения ЭМГ по типам ударов отсутствует.

По всей видимости, формирование особого динамического стереотипа выполнения ударов по мячу у спортсменов с ОВЗ является результатом трудностей с поддержанием равновесия и координацией движений. В тренировочном процессе футболистов данной группы необходимо больше внимания уделять развитию равновесия и координации, а также вестибулярной чувствительности.

Все изложенное позволило нам предложить схему формирования двигательной адаптации у футболистов с ограниченными возможностями здоровья, обусловленными нарушениями со стороны опорно-двигательного аппарата (рисунок 7). Исходным звеном обстановочной афферентации, обуславливающим потребность в адаптации, являются нарушения равновесия и координации, приводящее к нарушению эффективности ударных движений, а основным фактором мотивации, конечной целью процесса адаптации – максимальное восстановление координационных способностей.

Мы выделили два фактора нарушения координации и равновесия у спортсменов с ОВЗ, каждый из которых запускает один или несколько компенсаторных механизмов, на основе которых формируется новый двигательный стереотип. Первый фактор – искривление позвоночника, что главным образом приводит к смещению общего центра тяжести тела, к расстройству механизмов поддержания вертикальной позы и к нарушению координации при выполнении движений. Влияние данного фактора проявляется в основном в снижении устойчивости в позе Ромберга, в усилении значимости зрительного контроля движений и дискоординации движений нижних конечностей при выполнении ударов по мячу. Одновременно нарушения со стороны позвоночного столба приводят к нарушению кровообращения в бассейне вертебро-базиллярных артерий. Гемодинамические расстройства приводят к

нарушению равновесия при поворотах головы, а так же при резких движениях верхней части туловища.

Вторым фактором, способствующим нарушению координации и равновесия у футболистов с ОВЗ, являются дефекты стопы. Нарушения опорной реакции искажают афферентацию от нервных окончаний стопы, тем самым нарушая работу системы поддержания равновесия при вертикальной опоре. Этот фактор приводит к дискоординации работы мышц нижних конечностей при выполнении сложнокоординационных движений в вертикальной опоре (стоя), особенно при опоре на одну ногу (именно это имеет место при выполнении удара по мячу).

Для компенсации описанных нарушений и для обеспечения полноценной физиологической адаптации к условиям игры в футбол организм спортсменов вовлекает целый ряд механизмов, которые представлены на рисунке 67. Компенсация описанных расстройств происходит преимущественно на уровне двигательных зон коры и подкорковых узлов за счет формирования новых стабильных связей. Искривление позвоночника и вызванная им дискоординация движений конечностей компенсируется за счет снижения скорости движений и амплитуды колебаний общего центра тяжести, а так же за счет вовлечения в движение верхней части туловища (плечевого пояса и верхних конечностей).

Рост значимости зрительного контроля приводит к формированию позы, способствующей его осуществлению – смещению головы вперед и вниз. Эти же изменения способствуют и компенсации гемодинамических расстройств в бассейне вертебро-базиллярной артерии. Нарушения опорной реакции, формирующиеся из-за дефектов стопы, компенсируются вовлечением в работу дополнительных групп мышц, прежде всего – мышц голени. В итоге взаимодействия перечисленных факторов – ограничивающих и компенсаторных – достигается полезный результат – формируется новый двигательный стереотип, позволяющий сформировать двигательную адаптацию у спортсменов с ОВЗ и обеспечить достижение полезного результата – высокой эффективности ударных действий футболистов.



Рисунок 7 – Факторы формирования двигательной адаптации у футболистов с ОВЗ

ВЫВОДЫ

1. У спортсменов с ограниченными возможностями здоровья при выполнении ударов по мячу движение голеностопа в сравнении с контролем меньше по амплитуде в горизонтальной плоскости, вертикальная компонента удара направлена преимущественно вниз и имеет большую скорость; движение выполняется неравномерно - скорость перемещение голеностопа постоянно меняется. Кроме этого, у спортсменов с ограниченными возможностями здоровья более выражены перемещения головы вперед и вниз.
2. При выполнении стабиллографического теста Ромберга у футболистов с ограниченными возможностями здоровья показатели разброса в сагиттальной плоскости, средняя скорость перемещения центра давления, скорость изменения площади статокинезиграммы ниже в сравнении с контрольной группой, тогда как показатели разброса во фронтальной плоскости и качества функции равновесия - выше. У футболистов с ограниченными возможностями здоровья более выражены изменения в стабиллограмме при закрытии глаз и при повороте головы в сторону.
3. У футболистов с ограниченными возможностями здоровья смещение общего центра тяжести тела приводит к нарушению линейности движений; траектория движения центра давления при выполнении ударов во всех фазах искривлена. Однако спортсмены компенсируют эти нарушения за счет снижения таких показателей, как разброс во фронтальной и сагиттальной плоскостях, площадь эллипса, скорость изменения статокинезиграммы, средняя линейная скорость и средняя скорость перемещения центра давления. Так же отмечено увеличение качества функции равновесия у футболистов с ограниченными возможностями здоровья.
4. При выполнении всех типов ударов по мячу у футболистов с ограниченными возможностями здоровья в значительной степени задействованы мышцы бедра и голени, тогда как у спортсменов без ОВЗ - в большей степени задействованы мышцы бедра. У спортсменов с ОВЗ выражены различия в биоэлектрической активности мышц голени при выполнении разных типов ударов, тогда как у контрольной группы такие различия отсутствуют.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Давлетьярова К.В., Нагорнов М.С., Капилевич Л.В. Особенности координации движений при выполнении ударов по мячу у футболистов с нарушениями опорно-двигательного аппарата // Вестник Томского Государственного Университета, 2013, №8(373), С.163-165.

2. Давлетьярова К.В., Нагорнов М.С., Капилевич Л.В., Кошельская Е.В. Особенности биоэлектрической активности мышц нижних конечностей при выполнении удара по мячу у футболистов с заболеваниями опорно-двигательного аппарата // Вестник Томского Государственного Университета, 2014, №3(380), С.173-175.

3. Давлетьярова К.В., Капилевич Л.В., Нагорнов М.С. Физиологические особенности биоэлектрической активности мышц нижних конечностей при выполнении удара по мячу у футболистов с заболеваниями опорно-двигательного аппарата // Neuroscience for Medicine and Psychology, Sudak, Crimea, Russia, 2015, с.145.

4. Нагорнов М.С., Давлетьярова К.В., Ильин А.А., Капилевич Л.В. Физиологические особенности техники удара по мячу у футболистов с нарушениями опорно-двигательного аппарата // Теория и практика физической культуры, 2015, №7, С.8-10.

5. Нагорнов М.С., Давлетьярова К.В., Капилевич Л.В. Биомеханические особенности локомоций при выполнении удара по мячу у футболистов с заболеваниями опорно-двигательного аппарата // Вестник Томского Государственного Университета, 2015, №8 (397), С. 228–232.

6. Нагорнов М.С., Давлетьярова К.В., Капилевич Л.В. Биомеханические индикаторы локомоций при выполнении удара по мячу у испытуемых с заболеваниями опорно-двигательного аппарата // Современные проблемы системной регуляции физиологических функций. Москва, 2015. С. 501-504.

7. Нагорнов М.С., Давлетьярова К.В., Капилевич Л.В. Особенности координации движений при выполнении удара по мячу у футболистов с заболеваниями опорно-двигательного аппарата // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета, 2016, №.1, С.121-130.

8. Капилевич Л.В., Давлетьярова К.В., Нагорнов М.С., Ильин А.А., Гаевая Ю.А. Физиолого-биомеханические основы физической реабилитации студентов с заболеваниями опорно-двигательного аппарата средствами игры в футбол // Теория и практика физической культуры, 2016, №7, С.35-37.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

КФР – коэффициент функции равновесия;

ОВЗ – ограниченные возможности здоровья;

ОЦТ – общий центр тяжести;

ЦД – центр давления;

ЧСС – частота сердечных сокращений;

ЭКГ – электрокардиограмма;

ЭМГ – электромиография;

Mv – количество движения.

Подписано в печать _____ . _____ 20__ г.

Усл.печ.листов 1,0. Печать на ризографе.

Отпечатано в _____

634050, г. Томск,

тел.

Заказ № _____

Тираж 100 экземпляров