



**АКАДЕМИЯ**  
РОССИЙСКОГО ФУТБОЛЬНОГО СОЮЗА



**РОССИЙСКИЙ  
ФУТБОЛЬНЫЙ  
СОЮЗ**

**МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ**

**«МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФУТБОЛА»**

**«Функциональное состояние мышц нижних  
конечностей профессиональных  
футболистов при различных режимах  
тренировки»**

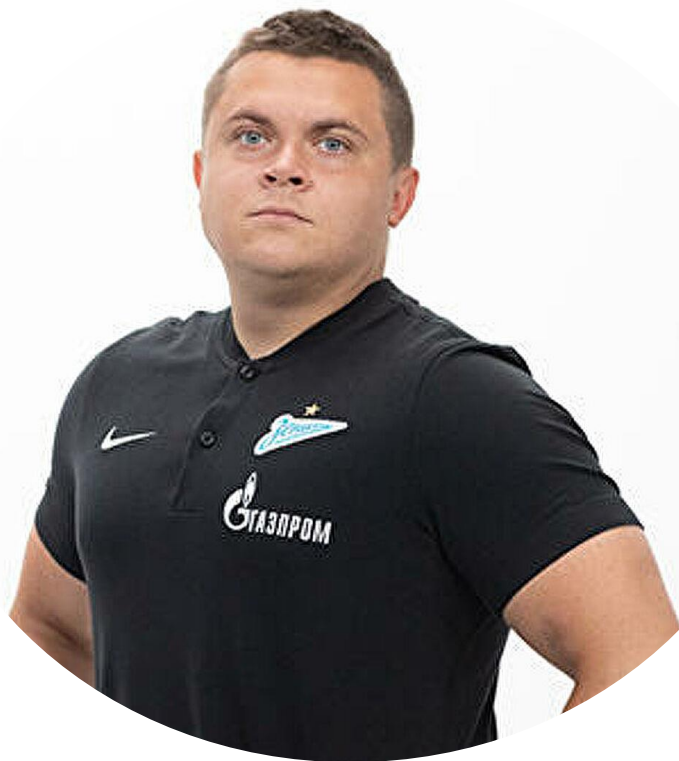
Москва  
28 ноября г.



**АКАДЕМИЯ**  
РОССИЙСКОГО ФУТБОЛЬНОГО СОЮЗА



**РОССИЙСКИЙ  
ФУТБОЛЬНЫЙ  
СОЮЗ**



## **Тема: «Функциональное состояние мышц нижних конечностей профессиональных футболистов при различных режимах тренировки»**

**Хайтин Владимир Юрьевич,**  
к.м.н., старший врач мужской национальной сборной команды России по футболу,  
врач ФК «Зенит»

# Актуальность



АКАДЕМИЯ  
РОССИЙСКОГО ФУТБОЛЬНОГО СОЮЗА

- **10-40% всех** травм в профессиональном спорте [Alonso J.M. et al., 2012; Ekstrand J. et al., 2020].
- **20-46%** всех травм в мужском **профессиональном** футболе и **18-23%** на **любительском** уровне [Ekstrand J., Hagglund M., 2011, 2019; Ueblicher P., Muller-Wohlfahrt H.W., 2015].
- Частота получения мышечных травм у профессиональных футболистов **увеличивается** в среднем на **4% в год** на протяжении 13 лет [Kristenson K. et al., 2013; Ekstrand J., 2019], что указывает на недостаточное развитие скрининговых методов диагностики и профилактики.
- Пол, возраст, опыт и стаж занятий футболом, уровень мастерства, возможные контактные механизмы травм, уровень технического и тактического мастерства, недостаточное восстановление, качество футбольного покрытия, предшествовавшие травмы [Нахйи В. et al., 2015], риск получения мышечного повреждения в 1,4-3,1 раза выше при наличии предшествовавших травм в анамнезе [Hagglund M. et al., 2018].

# Актуальность



АКАДЕМИЯ  
РОССИЙСКОГО ФУТБОЛЬНОГО СОЮЗА

- **92%** мышечных повреждений в футболе происходят с участием четырех основных групп мышц нижней конечности [Hagglund M., 2013; Mueller-Wohlfahrt H., 2013; Crema M.D. et al., 2016; Ekstrand J., 2019]:
  1. задняя поверхность бедра (**двуглавая мышца, 12-37%**),
  2. **приводящая мышца бедра (23%)**,
  3. передняя поверхность бедра (**четырёхглавая мышца, 19%**),
  4. задняя поверхность голени (**трёхглавая мышца, 12-13%**).
- В **95-96%** случаев мышечные травмы являются **бесконтактными** и имеют **перегрузочный** характер [Lopez V.Jr. et al., 2012 ; Ekstrand J., Hagglund M., 2018].
- Около **16%** мышечных травм в элитном футболе являются повторными. **Рецидивирующие** повреждения вызывают **до 30% более длительный** период восстановления, чем первоначальное повреждение [Ekstrand J., 2013, 2019].
- Мышечные травмы являются одними из самых финансово затратных [Ekstrand J., 2016]. Значительные финансовые или стратегические последствия как для самого спортсмена, так и для команды.



# Факторы риска мышечных повреждений

1. **Наличие в анамнезе** травм приводящих мышц бедра и мышц голени **увеличивает риск** получения травм четырехглавой мышцы бедра, а наличие в анамнезе травм мышц задней поверхности бедра увеличивает вероятность получения травм икроножных мышц. Футболисты высокой квалификации с историей травм мышц в паховой области и мышц задней поверхности бедра имеют **в 7 и 12 раз выше риск** получения новых травм приводящих мышц и мышц группы хамстинг соответственно [Hagglund M. et al., 2006, 2017].
2. Чем выше **уровень спортивного мастерства**, тем выше риск получения травм мышц задней поверхности бедра, но меньше частота рецидивов повреждений в этой области [Dadebo B. et al., 2004].
3. У профессиональных футболистов частота травм нижней конечности значимо **выше во время соревновательного периода**, тогда как травмы четырехглавой мышцы бедра чаще происходят во время предсезонной подготовки [Hagglund M. et al., 2013]. Повреждения мышц задней поверхности бедра чаще происходят весной, после зимнего перерыва в соревновательном периоде [Hawkins R.D. et al., 2010].



# Факторы риска мышечных повреждений

4. Высокоскоростные действия, быстрое развитие взрывной силы с многочисленными изменениями направления во время ускорений, торможений, выпрыгиваний и ударов вызывают стресс и требуют, чтобы мышцы задней и передней поверхности бедра работали **в положении экстремального сокращения и растяжения** [Sporis G. et al., 2010 Carvalho A. et al., 2016].

5. Выполнение специальных спортивных элементов требует выполнения множества **эксцентрических мышечных сокращений** [Mougios V. et al., 2007]. Это может приводить к мышечным микротравмам, особенно во время выполнения резких движений [Thompson D. et al., 2001].

6. Показано, что **постнагрузочный мышечный микротравматизм снижает силу** изометрического сокращения мышц нижних конечностей у профессиональных футболистов [Хайтин В.Ю., Безуглов Э.Н., 2018, 2020].

# Сила мышц



АКАДЕМИЯ  
РОССИЙСКОГО ФУТБОЛЬНОГО СОЮЗА

- С точки зрения основных физических качеств, сила считается основным компонентом для многих технико-тактических действий, таких как ускорение, прыжок, удар по мячу и т.д. [Привалов А.В., Нифонтов М.Ю., 2020].
- **Мышечная слабость и дисбаланс** – ключевые фактор риска получения мышечных и других спортивных травм.
- Частота травм мышц задней поверхности бедра **в 4 раза выше** у футболистов с **дисбалансом мышечной силы бедра** по сравнению с группой игроков без каких-либо отклонений в силе [Cloisier J.L. et al., 2008].
- Профессиональные футболисты с **асимметрией эксцентрической силы** мышц передней и задней поверхностей бедра в предсезонный период **в 4 раза чаще** получают повреждения этих групп мышц в течение следующего соревновательного периода [Fousekis K. et al., 2011; Timmis R.G. et al., 2016 ].

# Сила мышц



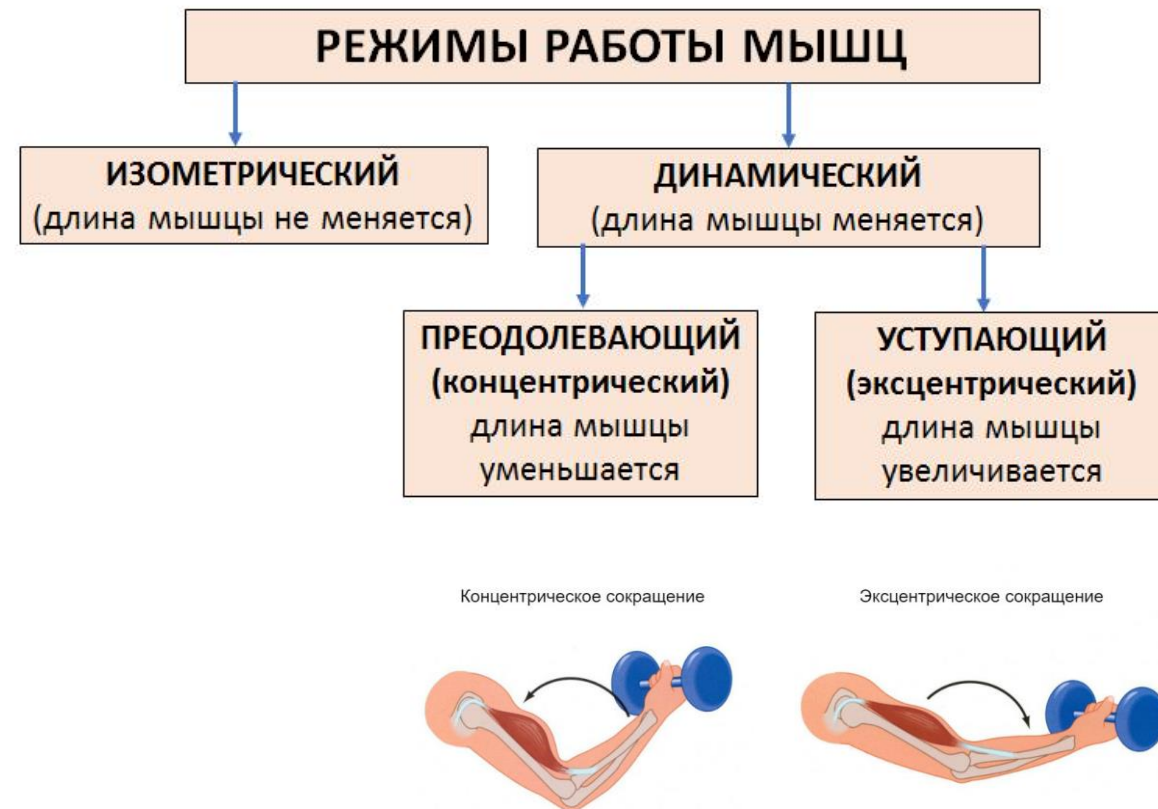
АКАДЕМИЯ  
РОССИЙСКОГО ФУТБОЛЬНОГО СОЮЗА

- У элитных футболистов-профессионалов, испытывающих хроническую боль в области приводящих мышц бедра, сила приводящего комплекса бедра значительно ниже по сравнению с бессимптомными игроками контрольной группы [Thorborg K. et al., 2014; Esteve E. et al., 2018].
- Каждый 2-й испытывает болевой синдром в области приводящих мышц в течение одного футбольного сезона, и каждый 3-й начинает соревновательный сезон с дискомфортом в области проксимального прикрепления приводящих мышц. Таким образом, можно сделать вывод, что межсезонного периода недостаточно для полного выздоровления, а также это указывает на недостаточность методов профилактики и контроля данных состояний [Karlsson M.K. et al., 2014; Thorborg K. et al., 2017].

**В соревновательных видах спорта, и в частности в футболе, спортивным врачам дополнительно требуются объективные, достоверные, чувствительные и легко выполнимые тесты для объективизации силовых показателей у спортсменов.**



- Эксцентрические сокращения являются основным механизмом естественной локомоции, позволяют рассеивать механическую энергию во время замедления тела, преобразовывать кинетическую энергию в упругую энергию сухожилий [Konow N., Roberts T., 2015].
- Изометрическое сокращение мышцы подразумевает развитие мышечного усилия без изменения длины мышцы и не сопровождается движением в суставах [Schaefer L.V., Bittmann F.N., 2017, Franchi M.V. et al., 2017, Hessel A.L. et al., 2017].
- Тренировки с сопротивлением с использованием изометрических сокращений приводят к **мышечной гипертрофии** [Чурсинов В.Е., 2008; Adams G.R et al., 2004] и **увеличению площади поперечного сечения мышечных волокон** [Воронов А.В. с соавт., 2019; Garfinkel S., Cafarelli E., 1992], с эксцентрическим компонентом – к **увеличению крутящего момента**, а также **скорости развития максимальной силы** [Kubo K. et al., 2001].
- Эксцентрическая сила in vivo ниже чем в in vitro, в 1,2 раза больше максимальной изометрической силы.



# Динамометрия



АКАДЕМИЯ  
РОССИЙСКОГО ФУТБОЛЬНОГО СОЮЗА

- Динамометрия используется для клинической оценки физиологической функции мышечной силы и широко применяется для изучения различных видов мышечного сокращения, предоставляя исследователям достоверные данные [Drouin J.M. et al., 2014].
- В настоящее время компьютеризированная **изокинетическая динамометрия** считается «золотым стандартом» для оценки силы мышц бедра [Арьков В.В. с соавт., 2011; Stark T. et al., 2011; Lehnert M. et al., 2018; Van Dyk N. et al., 2018]. Однако такое оборудование дорогостояще, требует специального обучения и опыта работы с ним. Более простым средством является **ручной динамометр**.
- Надежность ручной динамометрии вызывает вопросы и зависит от физической силы экзаменатора (особенно когда субъект способен производить большее количество силы, чем то, которому экзаменатор может физически сопротивляться) [Lu T.W., et al., 2007].
- Использование **стабилизированной динамометрии** для оценки силы мышц бедра, устраняющей любые смешанные переменные, которые могут быть введены экзаменатором (например сила, техника стабилизации и ориентация датчика относительно положения конечности) [Thorborg K. et al., 2017; Mentiplay B.F., 2015; Ushiyama N., 2017; Хайтин В.Ю., Безуглов Э.Н. 2020].



# Функциональное тестирование мышц передней и задней поверхностей бедра



АКАДЕМИЯ  
РОССИЙСКОГО ФУТБОЛЬНОГО СОЮЗА

- 45 профессиональных футболистов. Средний возраст –  $27,1 \pm 3,2$  года, масса тела –  $84,4 \pm 3,3$  кг, длина тела –  $182,5 \pm 4,6$  см.
- **Критерии исключения:** зафиксированные мышечные повреждения 2-й и 3-й степени, травмы коленного и голеностопных суставов, а также неврологические проблемы в предшествующие 6 месяцев.
- Одинаковые тренировочные сессии, никаких дополнительных силовых тренировок.
- Исследование проводилось в течение 4 недель. Рандомным методом были определены три группы участников исследования. В каждой группе были представители различных футбольных игровых амплуа (защитники, полузащитники и нападающие).





1. Участники первой группы (n=15) выполняли приседания на твердой ровной поверхности.
2. Вторая группа (n=15) – на нестабильной поверхности, балансирующей терапевтической платформе Posturomed 202 (Haider Bioswing GmbH, Pullenreuth, Германия).
3. Третья группа (n=15) выполняла приседания на виброплатформе G-Plate 5.0 (POWRX GmbH, Koengen, Германия).



# Функциональное тестирование мышц передней и задней поверхностей бедра

- Перед началом исследования и спустя 4 недели после тренировочной программы всем участникам было проведено тестирование на изокинетическом комплексе Humac Norm (Csmi medical, Stoughton, USA).
- Оценивались показатели мышц сгибателей и разгибателей коленного сустава правой и левой ноги.

**Индикаторы силы** (абсолютной и взрывной): Абсолютная сила (Н/м) и время достижения максимума силы мышц (с)

**Уровень нейромышечного контроля:** Время смены направления (с) и общая работа.

Тестирование начиналось с доминирующей ноги, которая определялась как «ударная». Настройки аппарата – согласно рекомендациям производителя. Рабочий объем движения в суставе пассивно определен от угла 0° (полное разгибание) до угла 90° (сгибание).

Для ознакомления с изокинетическими скоростями сокращения, испытуемые выполняли по четыре субмаксимальных повторения со скоростью 60 и 180°/с в режиме концентрических сокращений, с нарастающей мощностью работы от 25%, через 50 и 75% мощность, с выполнением последнего сокращения на 100% возможной мощности.

Выполнялось 5 повторений в режиме 60°/с и 15 повторений в режиме 180°/с.



АКАДЕМИЯ  
РОССИЙСКОГО ФУТБОЛЬНОГО СОЮЗА

Т.10 №2 2020

Спортивная  
Медицина:  
наука и практика

DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.2.65  
УДК 612.115.3-615.273.53

## Использование изокинетического тренажера в практике спортивного врача

П.С. Плешков<sup>1</sup>, В.Ю. Хайтин<sup>1,2</sup>, Э.Н. Безуглов<sup>3</sup>, С.В. Матвеев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>АО ФК «Зенит», Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, Министерство здравоохранения РФ, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup>ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Министерство здравоохранения РФ, Москва, Россия

### РЕЗЮМЕ

В обзоре литературы рассмотрены современные тенденции использования изокинетического тренажера (ИКТ) как в тренировочных, так и в лечебно-диагностических целях. Проведен анализ широкого спектра применения, результатов, получаемых при тестировании и тренировках, продемонстрирован прикладной характер использования данного тренажера. Освещены вопросы использования ИКТ в спорте высших достижений. Сделан вывод о широком спектре применения ИКТ как в теоретической, так и практической медицине. Несмотря на некоторые недостатки тренажера (высокая стоимость, необходимость специального обучения персонала, различные результаты тестирования в зависимости от модели), при его наличии врач получает мощный инструмент в своей работе, который позволяет вывести ее на новый качественный уровень.

**Ключевые слова:** изокинетический тренажер, тестирование, реабилитация, тренировка

Для цитирования: Плешков П.С., Хайтин В.Ю., Безуглов Э.Н., Матвеев С.В. Использование изокинетического тренажера в практике спортивного врача // Спортивная медицина: наука и практика. 2020. Т.10, №2. С.65-72. DOI:10.17238/ISSN2223-2524.2020.2.65





# Результаты



АКАДЕМИЯ  
РОССИЙСКОГО ФУТБОЛЬНОГО СОЮЗА

- Исследованы различия между результатами тестов до и после выполнения приседаний на разных поверхностях:

группа 1 – на ровной поверхности

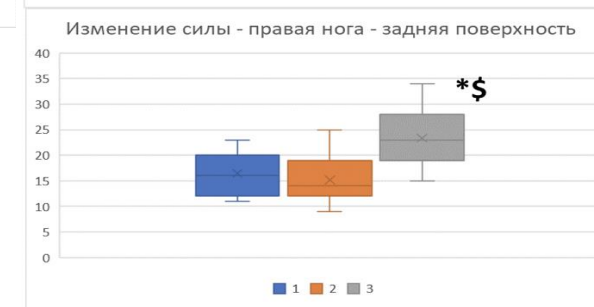
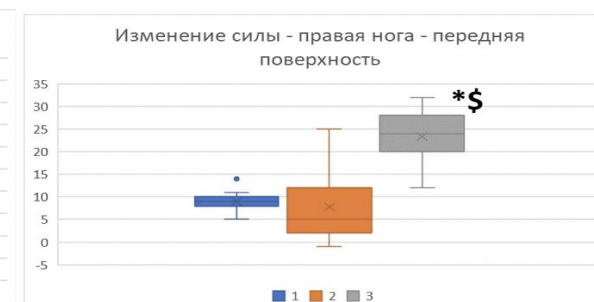
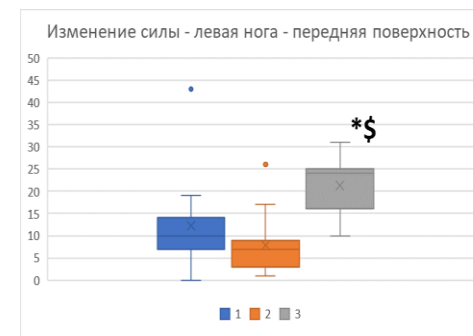
группа 2 – на нестабильной поверхности

группа 3 – на виброплатформе

- **Сила мышц** («peak torque» – пиковый крутящий момент, N/m, показывает максимальную силовую способность мышцы) обеих поверхностей правой и левой ноги статистически значимо увеличилась во всех трех группах.

- Изменение силы было **более значимым в группе 3** по сравнению с группами 1 и 2 во всех измерениях, кроме задней поверхности левого бедра, что указывает на потенциальную роль доминирующей ноги в эффективности различных видов тренировки (?)

	Группа 1	Группа 2	Группа 3
Сила Правая-передняя 60	▲	▲	▲
Сила Правая-задняя 60	▲	▲	▲
Сила Левая-передняя 60	▲	▲	▲
Сила Левая-задняя 60	▲	▲	▲
t <sub>max</sub> Правая -передняя	▼	▼	▼
t <sub>max</sub> Правая -задняя	▲	▼	▼
t <sub>max</sub> Левая -передняя	▼	▼	▼
t <sub>max</sub> Левая -задняя	▲	▼	▼
t <sub>смены</sub> Правая -передняя			▼
t <sub>смены</sub> Правая -задняя		▼	▼
t <sub>смены</sub> Левая -передняя			▼
t <sub>смены</sub> Левая -задняя		▼	▼
Работа 60гр Правая-передн.	▲	▲	▲
Раб 60гр Правая-задняя	▲	▲	▲
Раб 60гр Левая-передняя	▲	▲	▲
Раб 60гр Левая-задняя	▲	▲	▲
Раб 180гр Правая-передн.	▲	▲	▲
Раб 180гр Правая-задняя	▲	▲	▲
Раб 180гр Левая-передн.	▲	▲	▲
Раб 180гр Левая-задняя	▲	▲	▲



Обозначения на графиках:

- \* — значимое отличие от группы 1,
- \$ — значимое отличие от группы 2,
- # — значимое отличие от группы 3.

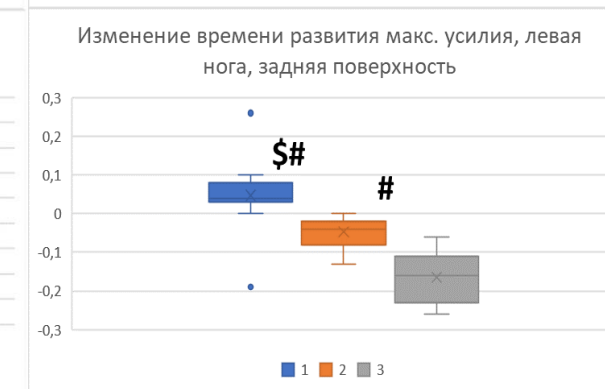
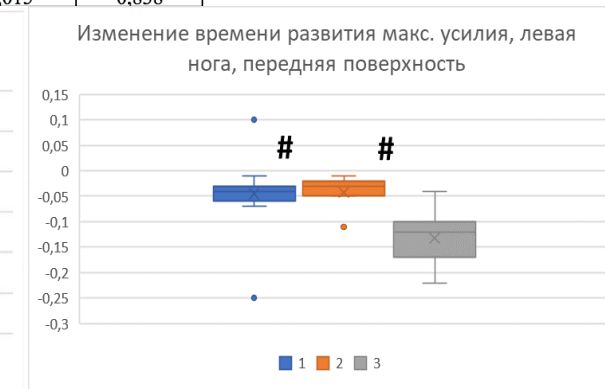
# Результаты

- **Время достижения максимума силы** («time to peak torque» – время от начала движения динамометра до достижения максимального мышечного усилия) **во 2-й и 3-й группах** значительно уменьшилось для работы мышц обеих поверхностей обеих ног, что свидетельствует об **увеличении взрывной силы** в этих группах мышц. В 1-й группе – только для мышц задних поверхностей правой и левой ног, что указывает на эффективность тренировок на взрывную силу на ровной поверхности только для мышц задней поверхности бедра.



**АКАДЕМИЯ**  
РОССИЙСКОГО ФУТБОЛЬНОГО СОЮЗА

Показатель	Общее Р	Сравнение групп 1 и 2	Сравнение групп 1 и 3	Сравнение групп 2 и 3
Сила_правая нога, передняя поверхность	0,001*	0,098	0,001*	0,001*
Сила_правая нога, задняя поверхность	0,001*	0,389	0,001*	0,001*
Сила_левая нога, передняя поверхность	0,001*	0,089	0,001*	0,001*
Сила_левая нога, задняя поверхность	0,111	–	–	–
Время макс_правая, передняя	0,001*	0,021*	0,001*	0,001*
Время макс_правая, задняя	0,001*	0,001*	0,001*	0,001*
Время макс_левая, передняя	0,001*	0,624	0,001*	0,001*
Время макс_левая, задняя	0,001*	0,001*	0,001*	0,001*
Время смены_правая, передняя	0,001*	0,202	0,001*	0,001*
Время смены_правая, задняя	0,002*	0,002*	0,008*	0,325
Время смены_левая, передняя	0,001*	0,285	0,001*	0,003*
Время смены_левая, задняя	0,014*	0,026*	0,015*	0,838



# Результаты

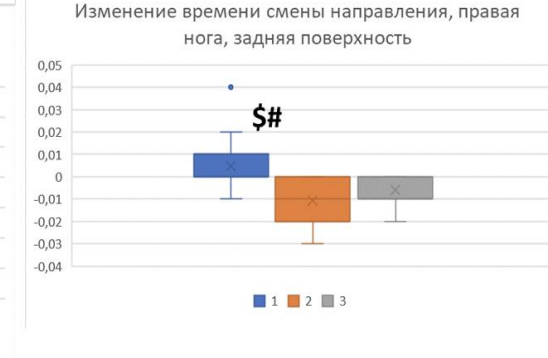
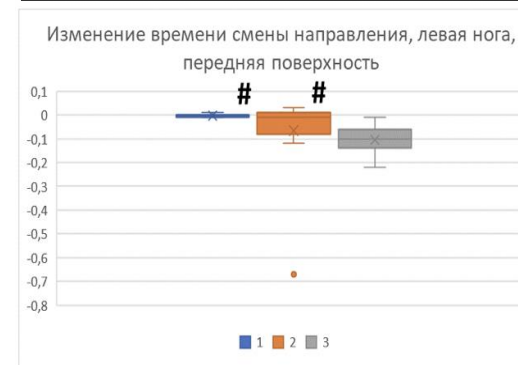


АКАДЕМИЯ  
РОССИЙСКОГО ФУТБОЛЬНОГО СОЮЗА

- **Время смены направления** («reciprocal time», с, – время, затраченное на изменение направления движения конечности) значительно уменьшилось для работы мышц всех поверхностей обеих ног **в 3-й группе**, только для задних поверхностей во 2-й группе и не изменилось для 1-й группы.

Таким образом, тренировки на вибрационной платформе достоверно улучшают нейромышечный контроль во всех группах мышц бедра.

Показатель	Общее Р	Сравнение групп 1 и 2	Сравнение групп 1 и 3	Сравнение групп 2 и 3
Сила_правая нога, передняя поверхность	0,001*	0,098	0,001*	0,001*
Сила_правая нога, задняя поверхность	0,001*	0,389	0,001*	0,001*
Сила_левая нога, передняя поверхность	0,001*	0,089	0,001*	0,001*
Сила_левая нога, задняя поверхность	0,111	–	–	–
Время макс_правая, передняя	0,001*	0,021*	0,001*	0,001*
Время макс_правая, задняя	0,001*	0,001*	0,001*	0,001*
Время макс_левая, передняя	0,001*	0,624	0,001*	0,001*
Время макс_левая, задняя	0,001*	0,001*	0,001*	0,001*
Время смены_правая, передняя	0,001*	0,202	0,001*	0,001*
Время смены_правая, задняя	0,002*	0,002*	0,008*	0,325
Время смены_левая, передняя	0,001*	0,285	0,001*	0,003*
Время смены_левая, задняя	0,014*	0,026*	0,015*	0,838



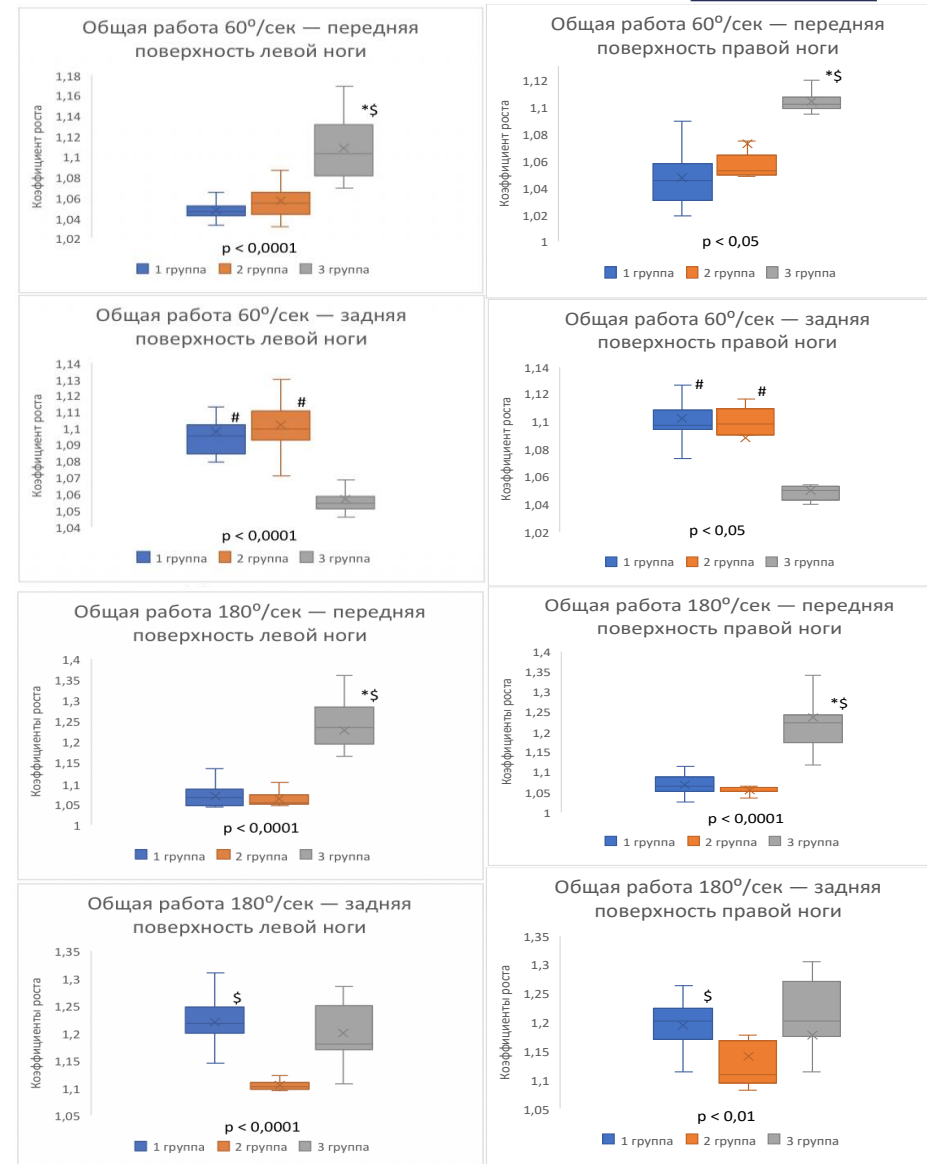


# Результаты

- **Общая работа** («total work», N/m, – способность поддерживать работу на заданной скорости на протяжении всего теста) при 60°/с (в режиме силовой тренировки), 180°/с (в режиме тренировки на силовую выносливость) **увеличилась** для обеих поверхностей обеих ног **во всех группах**, что свидетельствует об улучшении нейромышечного контроля при всех видах тренировок.
- Общая работа мышц передних поверхностей обеих ног **значимо больше в группе 3**, как при скорости 60°/с, так и при скорости 180°/с.
- В 3-й группе по сравнению с 1-й и 2-й наблюдается большее количество значимых корреляций.



АКАДЕМИЯ  
РОССИЙСКОГО ФУТБОЛЬНОГО СОЮЗА





- 4 исследования, в которых изучались пролонгированные эффекты общей вибрации в диапазоне 25-40 Гц и амплитуде 4-6 мм в рамках тренировочных программ от 4 до 8 недель.
- 34 мужчины и 47 женщин (элитные спортсмены), включая баскетболистов, волейболистов, легкоатлетов и гимнастов [Fagnani F., 2006; J. Fernandez-Rio, 2012; Preatoni E., 2012; Wang H.H., 2014].
- Среднегрупповое (N=81) увеличение максимальной силы составило 14%.
- После 4 недель статической силовой тренировки (стоя на вибрационной платформе с отягощением 75% от максимального) у спринтеров национального уровня показатели силы при сгибании/разгибании ног в коленных суставах увеличились на 21% и 23%.

# Выводы



АКАДЕМИЯ  
РОССИЙСКОГО ФУТБОЛЬНОГО СОЮЗА

- Футбол как вид спорта представляет собой высокоинтенсивную спортивную деятельность, при которой активно работают практически все мышцы спортсмена.
- Резкая смена интенсивности нагрузки в ходе тренировки или матча в случае с резким ускорением, выпрыгиванием, торможением, необходимость поддерживать должный уровень работоспособности на протяжении всего матча – все это требует хорошо развитой нервно-мышечной функции.
- Результаты выполненного исследования подтверждают эффективность выполнения приседаний в различных условиях тренировки.
- Показано, что наиболее эффективно выполнение данного упражнения с использованием виброплатформы как для увеличения силы мышц, так и для улучшения показателей нейромышечного контроля.
- Нестабильные платформы и виброплатформы являются простыми и удобными инструментами для ежедневного использования в любых условиях тренировки.

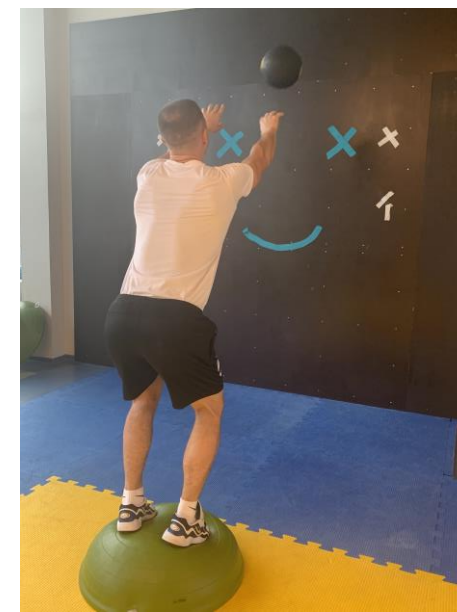


Выполнение приседания и выпада на ровной поверхности



Выполнение активного стретчинга икроножной и камбаловидной мышц на виброплатформе

## На практике



Выполнение упражнения на проприоцепцию мышц голени и общую координацию с использованием нестабильной поверхности



Выполнение упражнения на усиление проприоцепции паховой области, области тазобедренного сустава и мышц туловища



**АКАДЕМИЯ**  
РОССИЙСКОГО ФУТБОЛЬНОГО СОЮЗА



АКАДЕМИЯ  
РОССИЙСКОГО ФУТБОЛЬНОГО СОЮЗА

**Спасибо за внимание!**