

<https://doi.org/10.47183/mes.2025-270>

УДК 615.8:615.825.1:617.586



ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОНСЕРВАТИВНЫХ МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ ПЛАНТАРНОГО ФАСЦИИТА У СПОРТСМЕНОВ

А.В. Сливин^{1,2}, В.В. Кармазин¹, К.А. Шлыков³, С.А. Парастаев^{1,2}¹ Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства, Москва, Россия² Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия³ Клиника остеопатии и классической медицины «Остеополитклиник», Москва, Россия

Введение. Плантарный фасциит (ПФ) — многофакторная патология, ограничивающая тренировочную и соревновательную деятельность спортсмена, а в некоторых случаях обуславливающая преждевременное завершение спортивной карьеры. Поиск оптимальных методов консервативного воздействия, которые позволят повысить эффективность лечения, является важной задачей спортивной медицины.

Цель. Разработка дифференцированного подхода к консервативному лечению спортсменов с ПФ с учетом биомеханических особенностей заболевания.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 82 спортсмена (37 мужчин и 45 женщин, медиана возраста — 30 (23; 34) лет) с односторонним ПФ, которые были разделены на 4 группы в зависимости от типа терапевтического воздействия: группа 1 — ударно-волновая терапия (УВТ), группа 2 — вибрационное воздействие в сочетании с миофасциальным релизом мышц задней группы бедра и голени, группа 3 — индивидуальные ортезы стоп, группа 4 — комплекс вибрационного воздействия, миофасциального релиза, индивидуальных ортезов стоп. Терапевтические мероприятия оценивались по динамике болевого синдрома, результатам бароподометрического обследования, выраженности напряжения мышц бедра и голени, изменению толщины подошвенного апоневроза.

Результаты. Все исследуемые методы воздействия показали различную степень эффективности в отношении снижения боли ($p < 0,001$), уменьшения толщины подошвенного апоневроза ($p < 0,05$) и нормализации подошвенного давления заднего и переднего отделов пораженной стопы ($p < 0,05$), повышения постуральной устойчивости спортсменов по объективным показателям ($p < 0,05$). Наиболее выраженное снижение болевого синдрома было отмечено при использовании УВТ. В группах 2 (вибрационное воздействие и миофасциальный релиз) и 3 (индивидуальные ортезы стоп) отмечено статистически значимое снижение напряжения мышц задней группы голени ($p < 0,05$); кроме того, в группе 2 значимо увеличивался угол дорсифлексии голеностопного сустава ($p < 0,05$). Группа 4 (комплексное воздействие), по данным объективных показателей, характеризовалась лучшей биомеханической стабильностью.

Выводы. В купировании выраженного острого процесса высокую эффективность демонстрирует УВТ. При наличии у спортсмена биомеханических нарушений / деформаций стопы целесообразно использовать ортезы стоп, а в случае напряжения мышц голени и ограничения дорсифлексии — вибрационное воздействие в сочетании с миофасциальным релизом.

Ключевые слова: плантарный фасциит; спорт; ударно-волновая терапия; вибрационное воздействие; ортезы стоп; миофасциальный релиз; биомеханика

Для цитирования: Сливин А.В., Кармазин В.В., Шлыков К.А., Парастаев С.А. Эффективность консервативных методов лечения плантарного фасциита у спортсменов. *Медицина экстремальных ситуаций*. 2025;27(1):115–123. <https://doi.org/10.47183/mes.2025-270>

Финансирование: исследование выполнено без спонсорской поддержки.

Соответствие принципам этики: исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» (протокол № 225 от 23.01.23). Все участники подписали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

✉ Сливин Антон Вячеславович anton-slivin@mail.ru

Статья поступила: 21.10.2024 **После доработки:** 06.02.2025 **Принята к публикации:** 12.02.2025 **Online first:** 25.02.2025

EFFECTIVENESS OF CONSERVATIVE METHODS FOR PLANTAR FASCIITIS TREATMENT IN ATHLETES

Anton V. Slivin^{1,2}, Valerii V. Karmazin¹, Kirill A. Shlykov³, Sergey A. Parastaev^{1,2}¹ Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation, Moscow, Russia² Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia³ Osteopathy and Classical Medicine Clinic Osteopolyclinic, Moscow, Russia

Introduction. Plantar fasciitis (PF) is a multifactorial pathology that restricts an athlete's training and competitive activities, leading to premature termination of a sports career in some cases. The search for optimal conservative treatment methods that may improve the overall therapy effectiveness represents an important task of sports medicine.

Objective. Development of a differentiated approach to conservative treatment of athletes suffering from PF, taking the biomechanical features of the disease into account.

Materials and methods. The study involved 82 athletes, including 37 men and 45 women suffering from unilateral PF with a median age of 30 (23; 34) years. The participants were divided into four groups depending on the type of therapeutical action: Group 1 — shock wave therapy (ESWT); Group 2 — vibration therapy combined with myofascial release of the muscles of the posterior thigh and shin; Group 3 — individual orthoses of the feet; Group 4 — a combination of vibration therapy, myofascial release, individual orthoses of the feet. The tested therapeutic measures were assessed by the dynamics of pain syndrome, the results of baropodometry, the severity of tension in the thigh and shin muscles, and changes in the thickness of plantar aponeurosis.

Results. All the studied treatment methods showed varying degrees of effectiveness in reducing pain ($p < 0.001$), reducing the thickness of plantar aponeurosis ($p < 0.05$), normalizing plantar pressure in the posterior and anterior parts of the affected foot ($p < 0.05$), and increasing the postural stability of athletes according to objective indicators ($p < 0.05$). The use of ESWT resulted in the most pronounced reduction in pain. In Groups 2 (vibration therapy and myofascial release) and 3 (individual foot orthoses), a statistically significant decrease in muscle tension in the posterior shin group was observed ($p < 0.05$).

© А.В. Сливин, В.В. Кармазин, К.А. Шлыков, С.А. Парастаев, 2025

In addition, in Group 2, the angle of dorsiflexion of the ankle joint increased significantly ($p < 0.05$). Group 4 (combined treatment) demonstrated the highest level of biomechanical stability.

Conclusions. ESWT demonstrates a high effectiveness in relieving a pronounced acute process. In cases where an athlete experiences some biomechanical disorders or deformities of the foot, orthoses of the feet are advisable. In case of tension of the shin muscles and limitation of dorsiflexion, vibration therapy combined with myofascial release is recommended.

Keywords: plantar fasciitis; sports; shock wave therapy; vibration therapy; foot orthoses; myofascial release; biomechanics

For citation: Slivin A.V., Karmazin V.V., Shlykov K.A., Parastayev S.A. Effectiveness of conservative methods for plantar fasciitis treatment in athletes. *Extreme Medicine*. 2025;27(1):115–123. <https://doi.org/10.47183/mes.2025-270>

Funding: the study was carried out without sponsorship.

Compliance with ethical standards: the study was approved by the local Pirogov Russian National Research Medical University Ethics committee (No. 225 of 23 Jan. 2023). All participants signed a voluntary informed consent to participate in the study.

Potential conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

✉ Anton V. Slivin anton-slivin@mail.ru

Received: 21 Oct. 2024 **Revised:** 6 Feb. 2025 **Accepted:** 12 Feb. 2025 **Online first:** 25 Feb. 2025

ВВЕДЕНИЕ

Плантарный фасциит (ПФ) — актуальная и распространенная проблема в спорте, препятствующая тренировочному процессу. Для лечения данной патологии могут быть использованы как консервативные, так и хирургические методы воздействия [1]. Однако в связи с длительностью восстановительного периода и риском послеоперационных осложнений в клинической практике первой линией терапии признаются консервативные методы [2].

Ранее неоднократно отмечалось, что основной проблемой, с которой сталкивается врач при лечении ПФ спортсменов, является низкая эффективность консервативных воздействий, в том числе недостаточная длительность купирования болевого синдрома [3]. Среди методов консервативного воздействия широко используется методология физической и реабилитационной медицины, однако ни один из методов лечения ПФ на настоящий

момент не имеет убедительной доказательной базы [4]. Возможной причиной подобной ситуации могут быть нарушения биомеханики, лежащие в основе развития дегенеративных изменений подошвенного апоневроза, и, как следствие, высокая гетерогенность результатов лечения.

Несмотря на широкий спектр способов коррекции, апробированных при ПФ, в том числе и у спортсменов, единые подходы к формированию комбинаций методов не были разработаны; не был сформирован инструмент мониторинга эффективности терапевтических воздействий, а также не обоснована тактика ведения спортсменов с ПФ с целью коррекции не только болевого синдрома, но и профилактики рецидивов заболевания.

С учетом изложенного чрезвычайно важной при ПФ в целом и среди спортсменов в частности представляется оценка факторов риска заболевания и нарушенных биомеханических паттернов [5]. Воздействие на ключевые звенья патогенеза заболевания позволит дифференцировать терапию и, соответственно, повысить результаты лечебных воздействий, а также сократить сроки реабилитации спортсменов.

Цель исследования — разработка дифференцированного подхода к консервативному лечению спортсменов с ПФ с учетом биомеханических особенностей заболевания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование были включены 82 спортсмена (37 мужчин и 45 женщин), представляющие различные виды спорта: легкую атлетику, футбол, баскетбол, регби, теннис, гандбол, волейбол, бобслей, фехтование и некоторые другие (рис. 1). Медиана возраста спортсменов составила 30 (23; 34) лет. Спортсмены проходили восстановительное лечение в ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России в период 2023–2024 гг.

Критериями включения в исследование являлись: клинический диагноз ПФ с односторонней локализацией процесса, возраст от 16 до 50 лет, наличие спортивной квалификации. Критерии не включения спортсменов в исследование: исключенный диагноз «плантарный фасциит», наличие системных заболеваний соединительной ткани, возраст, не соответствующий критериям

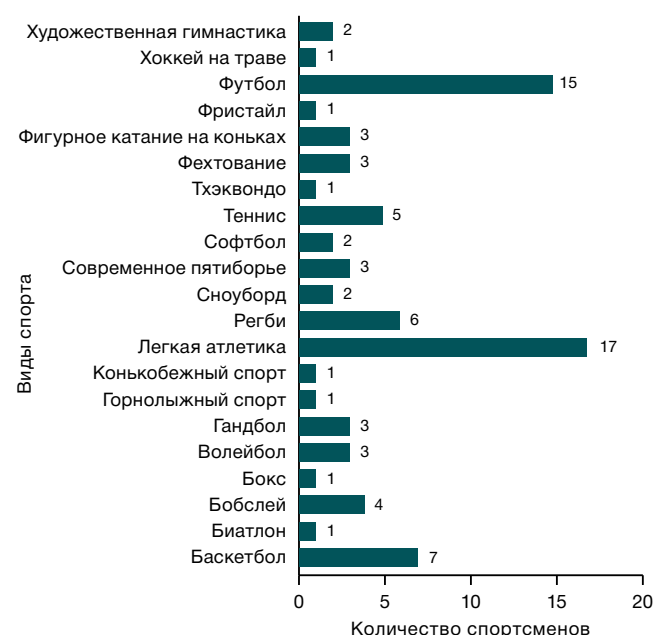


Рисунок подготовлен авторами по собственным данным

Рис. 1. Распространенность плантарного фасциита в различных видах спорта в выборке

включения (менее 16 и более 50 лет), невозможность выполнения программ диагностики и коррекции по независящим обстоятельствам (тяжелые травмы, заболевания, эпидемические риски, приводящие к прерыванию спортивной карьеры), отсутствие спортивной квалификации, отказ от участия в исследовании. Критерии исключения спортсменов из исследования: травма опорно-двигательного аппарата, случившаяся в период проведения исследования, отказ от дальнейшего участия в исследовании.

Все спортсмены с ПФ были разделены на 4 группы в зависимости от типа проводимых терапевтических мероприятий:

- группа 1 ($n = 27$) — спортсмены, которым было проведено лечение с помощью ударно-волновой терапии (УВТ);
- группа 2 ($n = 20$) — спортсмены, которым было проведено лечение с помощью вибрационного воздействия в сочетании с миофасциальным релизом (МФР) мышц задней группы бедра и голени;
- группа 3 ($n = 19$) — спортсмены, которым было проведено лечение с использованием индивидуальных ортезов стоп;
- группа 4 ($n = 16$) — спортсмены, которым было проведено лечение с помощью вибрационного воздействия, в сочетании с МФР мышц задней группы бедра и голени, а также с применением индивидуальных ортезов.

Фокусированная ударно-волновая терапия проведена на аппарате BTL-6000 FSWT (Великобритания) с площадью потока энергии $0,65 \text{ мДж/мм}^2$ и частотой 4–6 Гц. Курсовое вибрационное воздействие длительностью 9–10 дней выполняли на устройстве «Vibrosphere» (Швеция) с последовательным увеличением частотного диапазона от 20 до 45 Гц. Миофасциальный релиз мышц задней группы бедра и голени осуществлялся спортсменами самостоятельно с использованием ролла с ребристой поверхностью. Для изготовления индивидуальных ортопедических стелек применяли заготовки фирмы «Formthotics» (Новая Зеландия)¹.

Эффективность лечебных мероприятий оценивали по: динамике болевого синдрома, определяемой с помощью русскоязычной версии визуально-аналоговой шкалы для стопы и голеностопного сустава (Visual Analog Scale Foot and Ankle — VAS FA) [6], наличию болезненности мышц задней группы бедра и голени, выявлению объема движения голеностопного сустава по углу дорсифлексии голеностопного сустава, результатам бароподометрического обследования (в статических и динамических тестах) и изменениям толщины плантарной фасции. Болезненность мышц задней группы бедра и голени проводилась пальпаторно, измерение угла дорсифлексии голеностопного сустава осуществлялось в положении лежа на спине при разогнутом коленном суставе путем гониометрии. Бароподометрическое обследование производилось на аппаратно-программном комплексе WINTRACK (Medicapture, Франция) по алгоритму, состоящему из статического и серии динамических тестов (сагиттальный, фронтальный, тест подъема на передний отдел стопы и прыжковый тест) [7]. При этом оценивали изменения скорости общего центра давления (ОЦД) во фронтальной и сагиттальной плоскостях, а также площади статокинезиограммы: скорость ОЦД во фронтальной плоскости оценивалась в сагиттальном динамическом тесте, а в сагиттальной плоскости — во фронтальном тесте; площадь статокинезиограммы исследовалась в прыжковом динамическом тесте.

Толщина плантарной фасции определялась с использованием магнитно-резонансной томографии, которая выполнялась на аппарате SIGMA Creator мощностью 1,5 Т (General Electric, США). Измерение производилось на сагиттальных срезах на 1 см дистальнее места прикрепления к пяточному бугру. Анализ оценки эффективности лечебных мероприятий осуществляли через 7 и 14 дней. Спустя 28 дней после завершения терапевтических мероприятий дополнительно производили повторную оценку выраженности боли. В качестве дополнительного метода для определения наличия и выраженности пронации стопы была проведена оценка положения стопы с помощью шкалы FPI-6 (Foot Posture Index — 6).

Для статистического анализа данных использовали пакет прикладных программ IBM SPSS Statistics 23. Для оценки типа распределения значений количественных признаков применялись критерии Колмогорова — Смирнова и Шапиро — Уилка с критическим уровнем значимости 0,05. В случае отличий распределения от нормального прибегали к методам непараметрического анализа. Описательная статистика количественных данных приведена в форме медианы и квартилей, описание качественных признаков — в виде относительных частот и их доверительных интервалов. Для сравнительного межгруппового анализа использован непараметрический U -критерий Манна — Уитни, а внутригруппового — тест Уилкоксона. Сравнение дискретных величин проводилось с использованием критерия χ^2 . Уровень значимости для всех вычислений менее 0,05 был принят за статистическую значимость.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Наибольшее количество случаев ПФ было отмечено у спортсменов, занятых в легкой атлетике, футболе, баскетболе, регби и теннисе (рис. 1). Более подробная информация о группах исследования, оцененная до начала лечебных мероприятий, представлена в таблице 1.

В ходе исследования статистически значимых различий в выборке по возрасту, ИМТ, спортивному стажу не выявлено. При оценке выраженности пронации по шкале FPI-6 установлено, что стопа у спортсменов с ПФ была умеренно прониорована, все исследуемые группы спортсменов были сопоставимы по данному параметру.

Также установлено, что в группе 1 у спортсменов, которым проводилось лечение с помощью УВТ, угол дорсифлексии голеностопного сустава был наименьшим и составил 15° , что свидетельствует о более выраженном напряжении трехглавой мышцы голени по сравнению с другими группами до начала терапевтических мероприятий.

При анализе болевого синдрома, оцененного по VAS FA, выявлено статистически значимое ($p < 0,001$) снижение интенсивности болевого синдрома во всех исследуемых группах в динамике наблюдения при проведении внутригруппового анализа. Соответствующие данные представлены на рисунке 2. Так, в группе 1 боль у спортсменов снизилась на 63%, в группе 2 — на 14%, в группе 3 — на 61%, а в группе 4 — на 18%. В динамике наблюдения за спортсменами с ПФ не было отмечено статистически значимого снижения балла по шкале VAS FA спустя 28 дней после окончания терапии, что свидетельствует об устойчивости достигнутого терапевтического эффекта.

¹ Пономаренко ГН, Гайдук АА. Применение индивидуальных ортезов стопы ФормТотикс в клинической практике. Методические рекомендации. СПб; 2015.

Таблица 1. Сводные характеристики спортсменов в группах до начала лечебных мероприятий

Показатель	Группа 1 (n = 27)	Группа 2 (n = 20)	Группа 3 (n = 19)	Группа 4 (n = 16)
Возраст, лет	31 (23; 37)	27,5 (24; 35)	27 (21; 36)	30 (25; 33)
Индекс массы тела, кг/м ²	22,1 (21; 23)	21,8 (21; 24)	22,2 (21; 24)	22,8 (21; 25)
Спортивный стаж, лет	22 (18; 30)	20 (17; 25)	19 (16; 25)	20,5 (17; 22)
Выраженность пронации по шкале FPI-6, балл	6 (5; 7)	6 (4; 7)	6 (5; 6)	6 (5; 7)
Угол дорсифлексии голеностопного сустава, градус (°)	15 (12; 18)	20 (17; 23)	19 (15; 22)	19 (17; 22)

Таблица подготовлена авторами по собственным данным

Примечание: данные представлены в виде медианы (Me) значений нижнего и верхнего квартилей Q [25–75%].

При оценке эффективности лечебных мероприятий установлено, что во всех исследуемых группах в динамике наблюдения через 7 и 14 дней не было достигнуто статистически значимого снижения болезненности мышц задней группы бедра при пальпации по сравнению

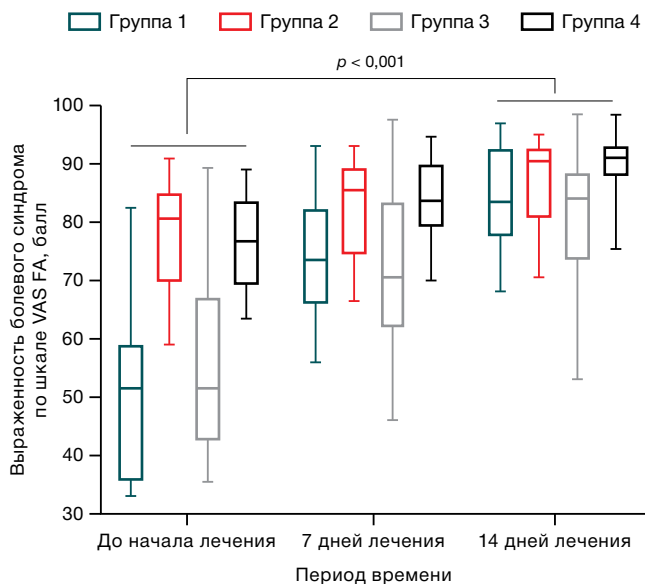


Рисунок подготовлен авторами по собственным данным

Рис. 2. Эффективность терапевтических мероприятий у спортсменов с плантарным фасциитом по показателю «оценка боли по VAS FA»

с периодом до начала исследования. Соответствующие данные представлены на рисунке 3А.

В то же время у спортсменов из групп 2, 3 и 4 обнаружено статистически значимое снижение болезненности и напряжения мышц задней группы голени при пальпации через 14 дней по сравнению с периодом до начала лечения на 63, 59, 61% соответственно ($p < 0,05$). Данные представлены на рисунке 3Б.

При внутригрупповом анализе изменений угла дорсифлексии голеностопного сустава в динамике наблюдения (до начала лечения / 14 дней лечения) у спортсменов было выявлено статистически значимое увеличение объема движения в голеностопном суставе в группах 2 (вибрационное воздействие и миофасциальный релиз) ($p < 0,05$) и 4 (вибрационное воздействие, миофасциальный релиз и индивидуальные ортезы стоп) ($p < 0,01$) на 15 и 26% соответственно. В остальных исследуемых группах статистически значимой динамики отмечено не было (рис. 4).

Результаты анализа изменений подошвенного давления на поверхность опоры в переднем и заднем отделах пораженной стопы до/после лечения по данным бароподометрического обследования представлены в таблице 2. В ходе проведения корректирующих воздействий у спортсменов во всех группах была отмечена нормализация распределения подошвенного давления в статическом тесте ($p < 0,05$); при этом в группах 1 (УВТ) и 3 (индивидуальные ортезы стоп) выявлено увеличение давления заднего отдела пораженной стопы на 37 и 18 % соответственно. В то же время в группах 2 (вибрационное

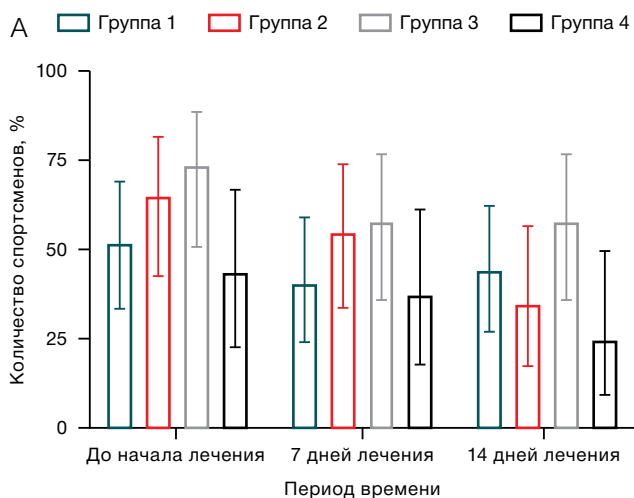
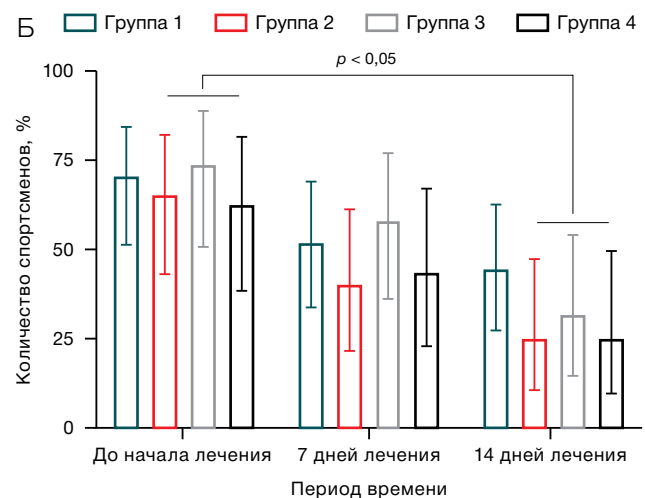


Рисунок подготовлен авторами по собственным данным

Рис. 3. Эффективность терапевтических мероприятий у спортсменов с плантарным фасциитом по показателям: А — болезненность мышц задней группы бедра; Б — болезненность мышц задней группы голени

воздействие и миофасциальный релиз) и 4 (вибрационное воздействие, миофасциальный релиз и индивидуальные ортезы стоп), напротив, отмечено снижение подошвенного давления на 17 и 13 % соответственно по сравнению с результатами до лечения.

При анализе бароподометрических показателей в динамических тестах у спортсменов с ПФ в сравнении до/после лечения (рис. 5) установлено снижение скорости ОЦД как во фронтальной, так и в сагиттальной плоскостях, а также площади статокинезиограммы ($p < 0,05$). Так, у спортсменов из группы 1 снижение скорости ОЦД во фронтальной плоскости составило 31%, из группы 2 — 21%, из группы 3 — 26,6% и из группы 4 — 39%.

В то же время снижение скорости ОЦД в сагиттальной плоскости у спортсменов из группы 1 составило 29,4%, из группы 2 — 16,6%, из группы 3 — 27,7%, из группы 4 — 37%.

Также отмечено снижение площади статокинезиограммы на 8,7% у спортсменов из первой группы, в группе 2 — на 12,7%, в группе 3 — на 16,3%, в группе 4 — на 9,2%.

Наиболее выраженное снижение показателей скорости ОЦД отмечено у спортсменов в группе 4 (вибрационное воздействие, миофасциальный релиз и индивидуальные ортезы стоп): на 39% скорости ОЦД во фронтальной плоскости, на 37% скорости ОЦД в сагиттальной плоскости (рис. 5Г), а площадь статокинезиограммы значительно уменьшилась в группе 3 — на 16,3% (рис. 5В).

На рисунке 6 представлены баропододограммы спортсменов с ПФ в динамике наблюдения (до лечения / 14 дней лечения) и отражены изменения общего вектора давления (ОВД) и подошвенного давления.

Обращает внимание увеличение подошвенного давления заднего отдела стопы в статическом тесте (рис. 6А), уменьшение площади распределения ОВД и векторов давления под стопами в сагиттальном динамическом тесте (рис. 6Б), централизация ОВД после терапевтических мероприятий во фронтальном (рис. 6В), а также уменьшение площади распределения ОВД в прыжковом динамическом тесте (рис. 6Г).

Динамика изменений толщины плантарной фасции отражена на рисунке 7. Во всех группах отмечено статистически значимое снижение толщины плантарной фасции у спортсменов: из группы 1 на 4,8% ($p = 0,001$), из группы 2 на 5,8% ($p = 0,037$), из группы 3 на 8,5% ($p = 0,008$), из 4 группы на 12,5% ($p = 0,012$). Однако в группах 1 (УВТ) и 2 (вибрационное воздействие и миофасциальный релиз) изменение толщины плантарной фасции было менее выражено, чем у спортсменов из групп 3 (индивидуальные ортезы стоп) и 4 (вибрационное воздействие, миофасциальный релиз и индивидуальные ортезы стоп).

Однако, несмотря на статистически значимые изменения толщины подошвенного апоневроза, их выра-

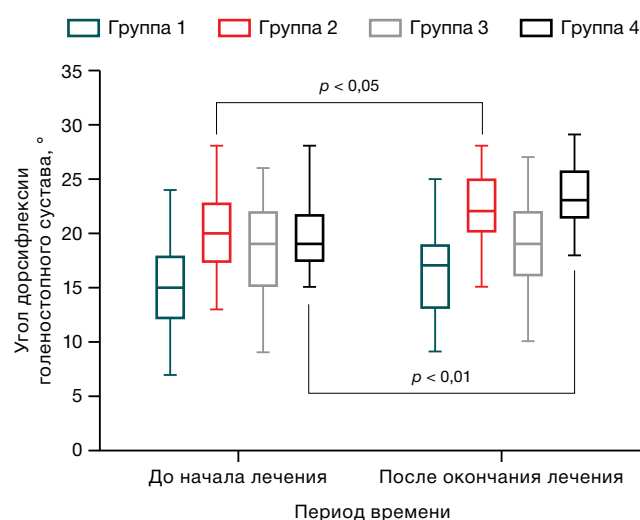


Рисунок подготовлен авторами по собственным данным

Рис. 4. Эффективность лечебных мероприятий у спортсменов с плантарным фасциитом по показателю «угол дорсифлексии голеностопного сустава»

женность не позволяет однозначно говорить о наличии клинически значимых различий (особенно у спортсменов из групп 1 и 2).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В ходе исследования было отмечено статистически значимое снижение боли по показателю VAS FA во всех группах спортсменов, что свидетельствует в целом об эффективности проводимых корригирующих мероприятий при ПФ. Так, экстракорпоральную ударно-волновую терапию при лечении ПФ успешно применяли некоторые зарубежные и отечественные авторы [8, 9]. Mendes et al. получили положительный эффект в отношении снижения боли у пациентов с ПФ при использовании индивидуальных ортопедических стелек [10], что в последующем было подтверждено и другими авторами [11, 12]. Kırmızı et al. отметили эффективность комбинированной терапии лечебными упражнениями и ортезами стоп в отношении снижения боли у пациентов с ПФ и плоскостопием [13].

Болезненность мышц задней группы голени статистически значимо снизилась у представителей группы 2, при терапии которых использовали вибрационное воздействие и миофасциальный релиз, и группы 3, у которых применяли индивидуальные ортезы стоп. Данный факт может быть объяснен большим влиянием вибрационного воздействия и индивидуальных ортезов стоп на активацию внутренних и внешних мышц стопы, что способствует их лучшему включению в акт ходьбы. Ранее высказывалось предположение, что болезненность и напряжение

Таблица 2. Внутригрупповой анализ изменений подошвенного давления стоп у спортсменов с плантарным фасциитом в различных группах

Группы спортсменов	Передний отдел, %		p	Задний отдел, %		p
	до лечения	после лечения		до лечения	после лечения	
Группа 1 (n = 27)	27 (24; 29)	24 (23; 24)	<0,001	19 (14; 21)	26 (23; 27)	<0,001
Группа 2 (n = 20)	20,5 (17; 23)	23 (22; 24)	0,001	35 (29; 39)	29 (27; 31)	0,001
Группа 3 (n = 19)	26 (23; 28)	23 (23; 24)	0,008	22 (18; 29)	26 (25; 27)	0,024
Группа 4 (n = 16)	21 (19; 24)	23 (22; 24)	0,046	31,5 (29; 37)	27,5 (26; 29)	0,002

Таблица подготовлена авторами по собственным данным

Примечание: данные представлены в виде медианы (Me) значений нижнего и верхнего квартилей Q [25–75%].

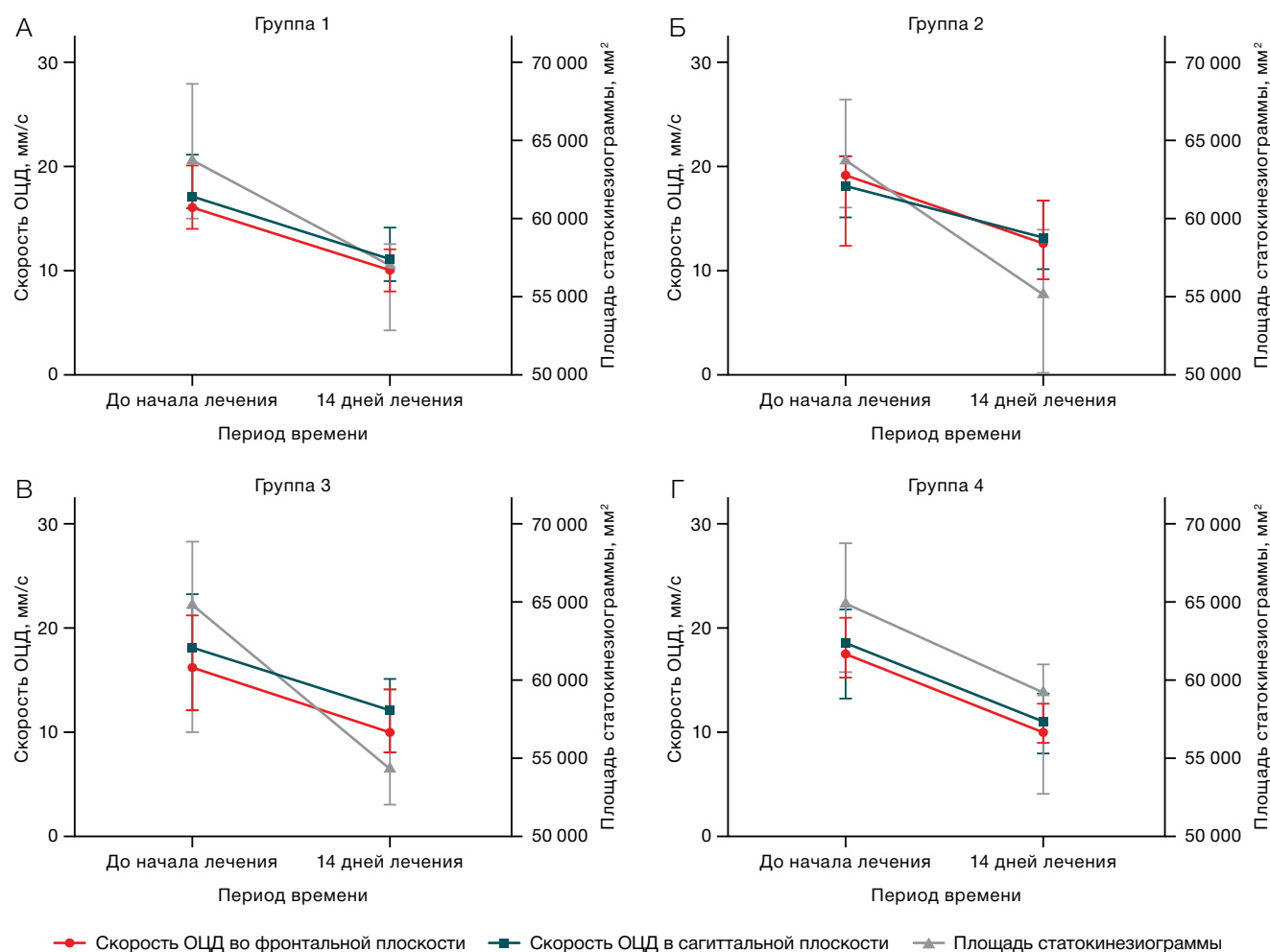


Рисунок подготовлен авторами по собственным данным

Рис. 5. Изменения показателей бароподометрии, полученных в динамических тестах, до/после лечения у спортсменов с плантарным фасциитом в зависимости от типа вмешательства

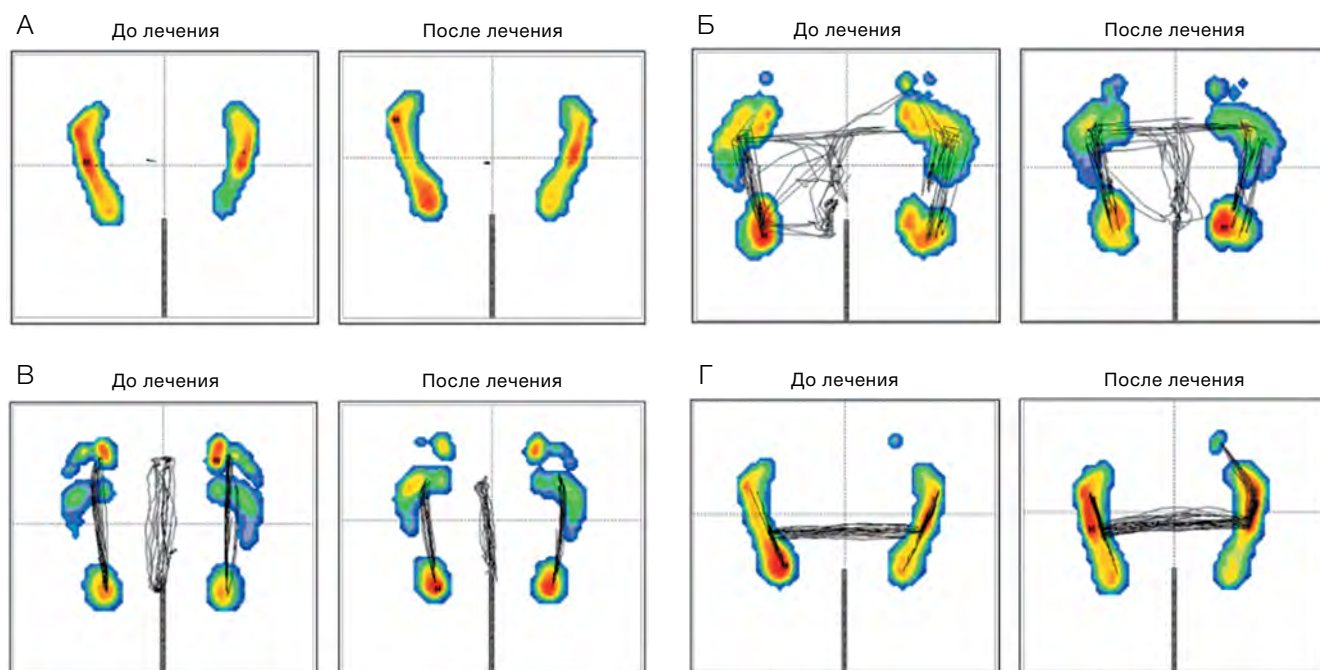


Рисунок подготовлен авторами по собственным данным

Рис. 6. Бароподометрии спортсменов с плантарным фасциитом в динамике наблюдения: А — в статическом тесте; Б — в прыжковом динамическом тесте; В — в сагиттальном динамическом тесте; Г — во фронтальном динамическом тесте

трехглавой мышцы голени, причем преимущественно ее медиальной головки, может быть связана с повышенной нагрузкой на мышцу ввиду компенсации недостаточной функции внешних мышц стопы, в частности задней большеберцовой мышцы [14, 15]. Более того, Zhou et al. сообщили, что мероприятия, направленные на снижение жесткости и напряжения медиальной порции икроножной мышцы, могут способствовать снижению выраженности болевого синдрома у пациентов с ПФ [15].

Угол дорсифлексии голеностопного сустава статистически значимо увеличился в группах 2 (вибрационное воздействие и миофасциальный релиз) и 4 (вибрационное воздействие, миофасциальный релиз и индивидуальные ортезы стоп), что представляется логичным, поскольку данный факт, вероятно, обусловлен вибрационным и миофасциальным воздействием на мышцы задней группы голени, что сделало их более мягкими и пластичными и в совокупности со стретчингом позволило значимо увеличить объем тыльного сгибания голеностопного сустава, о чем ранее сообщали некоторые авторы [15–20]. Однако Landorf et al. не обнаружили вышеупомянутой связи [21].

По результатам бароподометрического обследования при ПФ отмечена нормализация показателей подошвенного давления на пораженной стопе, а именно: у спортсменов с низкими показателями подошвенного давления заднего отдела стопы оно увеличилось до нормальных значений, а у спортсменов с изначально высоким значением подошвенного давления заднего отдела стопы, напротив, уменьшилось. Перераспределение давления в заднем отделе стопы сопровождалось также нормализацией подошвенного давления в переднем отделе как пораженной стопы, так и интактной (контралатеральной), в которых подошвенное давление ранее было компенсаторно нарушено. Помимо нормализации подошвенного давления, у всех спортсменов с ПФ в ходе проведения корригирующих мероприятий отмечено улучшение как общей постральной стабильности, так и локальной, которая оценивалась по результатам проведения динамических тестов. При этом в группах 2 (вибрационное воздействие и миофасциальный релиз) и 4 (вибрационное воздействие, миофасциальный релиз и индивидуальные ортезы стоп) отмечено большее снижение площади статокинезиограммы в прыжковом тесте, что, вероятно, может свидетельствовать о влиянии вибрационного воздействия на общий постральный баланс посредством влияния на проприоцептивный аппарат. Данный факт представляется особенно интересным, поскольку это может свидетельствовать о важном влиянии патобиомеханики вышележащих отделов органов опоры и движения (таз) на нижележащие (стопы). О подобном влиянии также ранее сообщали некоторые авторы [22–24].

Толщина подошвенного апоневроза имела тенденцию к снижению во всех исследуемых группах, что свидетельствует о снижении выраженности отека фасции. Это, в свою очередь, может отражать снижение нагрузки на подошвенный апоневроз и уменьшение дегенеративно-воспалительных изменений [25, 26]. Небольшая выраженность снижения толщины плантарной фасции может быть объяснена небольшим периодом наблюдения (14 дней), недостаточным для выявления четких морфологических изменений, сопутствующих клинически значимому улучшению у спортсменов с ПФ. В то же время Drake et al. отмечали, что изменения морфологии

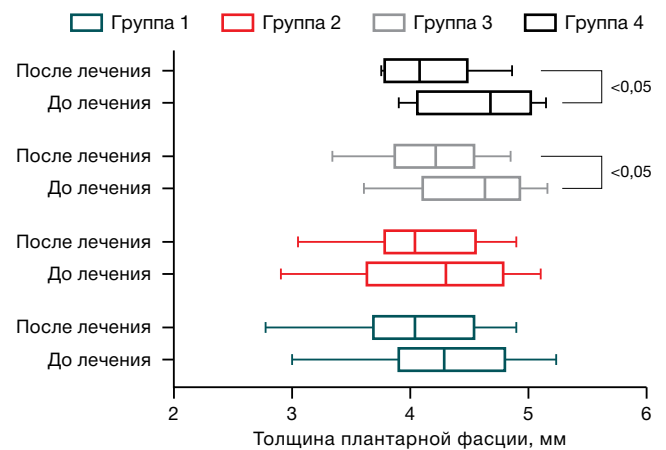


Рисунок подготовлен авторами по собственным данным

Рис. 7. Толщина плантарной фасции до/после лечения в группах наблюдения

подошвенного апоневроза далеко не всегда могут соответствовать данным клинического осмотра пациента [27].

Поскольку в настоящем исследовании группы спортсменов были сформированы путем простой рандомизации, то, опираясь на показатели анализа изменений в динамике наблюдения, можно заключить, что УВТ позволяет наиболее эффективно купировать выраженный болевой синдром у спортсменов. Помимо этого, значительную эффективность также показывают и индивидуальные ортезы стоп. Однако на выбор рекомендуемого терапевтического агента могут оказывать влияние также и значимые факторы риска [28]. Среди таких факторов: плоскостопие, избыточная пронация стопы, ограничение дорсифлексии голеностопного сустава, напряжение и болезненность мышц задней группы голени, молоткообразная деформация пальцев стопы [29–32]. Так, вибрационное воздействие, миофасциальный релиз и индивидуальные ортезы стоп показали лучшее влияние на коррекцию/компенсацию имеющихся биомеханических факторов риска заболевания у спортсменов. На основании вышеизложенного представляется целесообразным в случае острого процесса использовать локальные методы воздействия с целью оказания противовоспалительного эффекта и затем производить коррекцию патобиомеханики, приведшей к развитию заболевания, а в случае вялотекущего процесса исправление нарушенных биомеханических паттернов позволит не только предупредить развитие рецидивов заболевания в перспективе, но и купировать болевой синдром.

Направления дальнейших исследований должны быть сосредоточены на оценке устойчивости достигнутых клинических результатов в спортивной популяции при более длительном наблюдении (12–18 недель) и оценке роли лечебных упражнений в профилактике возможных рецидивов заболевания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования было установлено, что все применявшиеся терапевтические методы показали умеренную эффективность при лечении ПФ в спортивной популяции. Выбор метода терапевтического воздействия определяется в первую очередь выраженностью болевого синдрома, а также структурно-функциональными особенностями стопы, выявленными в ходе проведения

биомеханического обследования на бароподометрической платформе.

В контингенте спортсменов обосновано использование дифференцированного подхода в рамках комплексной терапии, направленной на коррекцию всех имеющихся факторов риска. В случае необходимости купирования острого болевого синдрома высокую эффективность демонстрирует УВТ. Для терапевтического воздействия при выявлении деформаций стопы целесообразно использовать индивидуальные ортезы стоп, а в случае ограничения дорсифлексии голеностопного сустава и напряжения мышц задней группы

голеней высокой эффективностью обладает вибрационное воздействие в сочетании с МФР мышц задней группы голеней.

Лечение ПФ у спортсменов — трудный и длительный процесс, который не всегда заканчивается возобновлением полноценной спортивной деятельности. Применение комбинированной и алгоритмизированной персонализированной терапевтической стратегии с учетом значимых факторов риска заболевания в спортивной популяции позволяет значительно сократить сроки восстановительного лечения спортсменов с данной патологией, а также снизить частоту рецидивов заболевания.

Литература / References

1. Trojan T, Tucker AK. Plantar Fasciitis. *Am Fam Physician*. 2019;99(12):744–50. PMID: 31194492
2. Atzmon R, Ellig D, Dubin J, Vidra M, Marom O, Tavdi A, et al. Comparison of Platelet-Rich Plasma Treatment and Partial Plantar Fasciotomy Surgery in Patients with Chronic Plantar Fasciitis: A Randomized, Prospective Study. *J Clin Med*. 2022;11(23):6986. <https://doi.org/10.3390/jcm11236986>
3. Coppola M, Sgadari A, Marasco D, Danti C, Vitale G, Smeraglia F, Balato G, Bernasconi A. Treatment Approaches for Plantar Fasciopathy in Elite Athletes: A Scoping Review of the Literature. *Orthop J Sports Med*. 2022;10(11):23259671221136496. <https://doi.org/10.1177/23259671221136496>
4. Wang B, Wang XL, Ma YT, Wu W, Zheng YJ. Evaluation of the efficacy of trigger points combined with extracorporeal shock waves in the treatment of plantar fasciitis: heel temperature and plantar pressure. *BMC Musculoskelet Disord*. 2024 Mar 2;25(1):191. <https://doi.org/10.1186/s12891-024-07296-2>
Erratum in: *BMC Musculoskelet Disord*. 2024;25(1):546. <https://doi.org/10.1186/s12891-024-07643-3>
5. Pazhooman H, Alamri MS, Pomeroy RL, Cobb SC. Foot kinematics in runners with plantar heel pain during running gait. *Gait Posture*. 2023;104:15–21. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2023.05.019>
6. Ковалева МА, Могельницкий АС, Беляев АФ. Валидация русскоязычной версии визуально-аналоговой шкалы для стопы и голеностопного сустава — Visual Analog Scale Foot and Ankle (VAS FA). *Российский остеопатический журнал*. 2023;(3):34–45.
Kovaleva MA., Mogelnitskiy AS., Belyaev AF. Validation of Russian-language version of Visual Analog Scale Foot and Ankle (VAS FA). *Russian Osteopathic Journal*. 2023;(3):34–45 (In Russ.). <https://doi.org/10.32885/2220-0975-2023-3-34-45>
7. Кармазин ВВ, Сливин АВ, Парастаев СА. Особенности распределения подошвенного давления стоп у спортсменов с плантарным фасцитом. Медицина экстремальных ситуаций. 2024;26(2):87–93.
Karmazin VV, Slivin AV, Parastaev SA. Plantar pressure distribution features in athletes with plantar fasciitis. *Extreme Medicine*. 2024;26(2):87–93 (In Russ.). <https://doi.org/10.47183/mes.2024.036>
8. Белоногов ВН, Киреев СИ, Киреев СН, Семенов НС. Применение ударно-волновой терапии в комплексном лечении плантарного фасцита. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2019;15(4):858–61
Belonogov VN, Kireev SI, Kireev SN, Semenov NS. Application of shock wave therapy in the complex treatment of plantar fasciitis. *Saratov Scientific Medical Journal*. 2019;15(4):858–61 (In Russ.). EDN: LOOVML
9. Вихлянцев ВА, Кобелев МВ, Шаповалова ЕМ. Механизм клинической эффективности радиального ударно-волнового метода в лечении плантарного фасцита. *Медицинская наука и образование Урала*. 2020;21(2):84–6.
10. Vkhlyantsev VA, Kobelev MV, Shapovalova EM. The mechanism of clinical effectiveness of the radial shock wave method in the treatment of plantar fasciitis. *Medical Science and Education of the Urals*. 2020;21(2):84–6 (In Russ.). <https://doi.org/10.36361/1814-8999-2020-21-2-84-86>
10. Mendes AAMT, Silva HJA, Costa ARA, Pinheiro YT, Lins CAA, de Souza MC. Main types of insoles described in the literature and their applicability for musculoskeletal disorders of the lower limbs: A systematic review of clinical studies. *J Bodyw Mov Ther*. 2020;24(4):29–36. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.06.001>
11. Schuitema D, Greve C, Postema K, Dekker R, Hijmans JM. Effectiveness of Mechanical Treatment for Plantar Fasciitis: A Systematic Review. *J Sport Rehabil*. 2019;29(5):657–74. <https://doi.org/10.1123/jsr.2019-0036>
12. Lewis RD, Wright P, McCarthy LH. Orthotics Compared to Conventional Therapy and Other Non-Surgical Treatments for Plantar Fasciitis. *J Okla State Med Assoc*. 2015;108(12):596–8.
13. Kirmizi M, Sengul YS, Akcali O, Angin S. Effects of foot exercises and customized arch support insoles on foot posture, plantar force distribution, and balance in people with flexible flatfoot: A randomized controlled trial. *Gait Posture*. 2024;113:106–14. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2024.05.030>
14. Dayton P. Anatomic, Vascular, and Mechanical Overview of the Achilles Tendon. *Clin Podiatr Med Surg*. 2017;34(2):107–13. <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2016.10.002>
15. Zhou JP, Yu JF, Feng YN, Liu CL, Su P, Shen SH, Zhang ZJ. Modulation in the elastic properties of gastrocnemius muscle heads in individuals with plantar fasciitis and its relationship with pain. *Sci Rep*. 2020;10(1):2770. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59715-8>
16. Cheung JT, Zhang M, An KN. Effect of Achilles tendon loading on plantar fascia tension in the standing foot. *Clin Biomech (Bristol)*. 2006;21(2):194–203. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2005.09.016>
17. Lee SH, Suh DH, Kim HJ, Jang WY, Park YH, Sung HJ, Choi GW. Association of Ankle Dorsiflexion With Plantar Fasciitis. *J Foot Ankle Surg*. 2021;60(4):733–7. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2021.02.004>
18. Nakale NT, Strydom A, Saragas NP, Ferrao PNF. Association Between Plantar Fasciitis and Isolated Gastrocnemius Tightness. *Foot Ankle Int*. 2018;39(3):271–7. <https://doi.org/10.1177/1071100717744175>
19. Sullivan J, Burns J, Adams R, Pappas E, Crosbie J. Musculoskeletal and activity-related factors associated with plantar heel pain. *Foot Ankle Int*. 2015;36(1):37–45. <https://doi.org/10.1177/1071100714551021>
20. Bolívar YA, Munuera PV, Padillo JP. Relationship between tightness of the posterior muscles of the lower limb and plantar fasciitis. *Foot Ankle Int*. 2013;34(1):42–8. <https://doi.org/10.1177/1071100712459173>
21. Landorf KB, Kaminski MR, Munteanu SE, Zammit GV, Menz HB. Clinical measures of foot posture and ankle joint dorsiflexion do not differ in adults with and without plantar heel pain. *Sci Rep*. 2021;11(1):6451. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85520-y>

22. Lee JH, Park JH, Jang WY. The effects of hip strengthening exercises in a patient with plantar fasciitis: A case report. *Medicine (Baltimore)*. 2019;98(26):e16258. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000016258>
23. Lewis CL, Ferris DP. Walking with increased ankle push-off decreases hip muscle moments. *J Biomech*. 2008 Jul 19;41(10):2082–9. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2008.05.013>
24. Mueller MJ, Sinacore DR, Hoogstrate S, Daly L. Hip and ankle walking strategies: effect on peak plantar pressures and implications for neuropathic ulceration. *Arch Phys Med Rehabil*. 1994 Nov;75(11):1196–200. [https://doi.org/10.1016/0003-9993\(94\)90004-3](https://doi.org/10.1016/0003-9993(94)90004-3)
25. Chimutengwende-Gordon M, O'Donnell P, Singh D. Magnetic resonance imaging in plantar heel pain. *Foot Ankle Int*. 2010;31(10):865–70. <https://doi.org/10.3113/FAI.2010.0865>
26. Bicer M, Hocaoglu E, Aksoy S, İnci E, Aktaş İ. Assessment of the Efficacy of Extracorporeal Shockwave Therapy for Plantar Fasciitis with Magnetic Resonance Imaging Findings. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2018;108(2):100–5. <https://doi.org/10.7547/15-106>
27. Drake C, Whittaker GA, Kaminski MR, Chen J, Keenan AM, Rathleff MS, Robinson P, Landorf KB. Medical imaging for plantar heel pain: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res*. 2022;15(1):4. <https://doi.org/10.1186/s13047-021-00507-2>
28. Tan VAK, Tan CC, Yeo NEM, Zhang M, Mehta KV, Tian RHH, Tan B. Consensus statements and guideline for the diagnosis and management of plantar fasciitis in Singapore. *Ann Acad Med Singap*. 2024;53(2):101–12. <https://doi.org/10.47102/annals-acadmedsg.2023211>
29. Martinelli N, Bianchi A, Martinkevich P, Sartorelli E, Romeo G, Bonifacini C, Malerba F. Return to sport activities after subtalar arthroereisis for correction of pediatric flexible flatfoot. *J Pediatr Orthop B*. 2018;27(1):82–7. <https://doi.org/10.1097/BPB.0000000000000449>
30. Pohl MB, Hamill J, Davis IS. Biomechanical and anatomic factors associated with a history of plantar fasciitis in female runners. *Clin J Sport Med*. 2009;19(5):372–6. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e3181b8c270>
31. Bencke J, Christiansen D, Jensen K, Okholm A, Sonne-Holm S, Bandholm T. Measuring medial longitudinal arch deformation during gait. A reliability study. *Gait Posture*. 2012;35(3):400–4. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.10.360>
32. Knapik DM, LaTulip S, Salata MJ, Voos JE, Liu RW. Impact of Routine Gastrocnemius Stretching on Ankle Dorsiflexion Flexibility and Injury Rates in High School Basketball Athletes. *Orthop J Sports Med*. 2019;7(4):2325967119836774. <https://doi.org/10.1177/2325967119836774>

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства критериям ICMJE. Наибольший вклад распределен следующим образом: А.В. Сливин — дизайн исследования, сбор, анализ и обработка материала, написание текста, статистическая обработка данных, визуализация, составление списка литературы; В.В. Кармазин — концепция и дизайн исследования, сбор, анализ и обработка материала, редактирование; К.А. Шлыков — сбор материала, написание текста, составление списка литературы; С.А. Парастаев — анализ материала, редактирование, утверждение финальной версии.

ОБ АВТОРАХ

Сливин Антон Вячеславович

<https://orcid.org/0000-0003-2107-6525>
anton-slivin@mail.ru

Шлыков Кирилл Алексеевич

<https://orcid.org/0009-0005-0957-1840>
kirill@drshlykov.ru

Кармазин Валерий Вячеславович, канд. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0002-1971-4420>
vkarma@mail.ru

Парастаев Сергей Андреевич, д-р. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0002-2281-9936>
ParastayevSA@sportfmba.ru