

ПАТОБИОМЕХАНИЧЕСКИЕ И ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОПЕРЕЧНОГО ПЛОСКОСТОПИЯ И ОПТИМАЛЬНОГО ОТТАЛКИВАНИЯ СТОПЫ В СПОРТЕ

Божков А.В.¹, Мирзоева Е.В.², Лысенко В.В.²

¹Частная практика, Краснодар, e-mail: bozhkov76@mail.ru;

²Кубанский государственный университет физической культуры и туризма, Краснодар, e-mail: Leka2105@mail.ru, V-V-Lysenko@yandex.ru

В современной практической ортопедии в лечении поперечного плоскостопия и вальгусного отклонения 1 пальца предпочтение отдается преимущественно оперативным методам лечения, при этом не учитывается функциональная анатомия переднего отдела стопы. В результате работы проведенной авторами статьи были изучены и обобщены результаты анатомического и ультразвукового исследования мышц переднего отдела стопы. Показана роль межкостных мышц в патобиомеханике поперечной распластанности переднего отдела стопы. Получены данные о том, что полноценное возобновление ее рессорной функции, ограничения патологической широтной экскурсии дистальных отделов плюсневых костей, возможно только путем восстановления тонуса межкостных мышц. Предложена методика диагностики и консервативного лечения, которая поможет предупредить развитие распространенной патологии стоп, максимально эффективно провести реабилитацию после травм стопы, а при систематической тренировке – добиться максимальных результатов в спорте, связанном с опорой и проталкиванием стопой. Межкостные мышцы стопы играют важную роль в стабилизации в фазе заднего толчка. На первый взгляд эти незначительные мышцы могут при их тренировке значительно улучшить силу отталкивания стопы.

Ключевые слова: стопа, поперечное плоскостопие, межкостные мышцы стопы, задний толчок стопы.

PATOBIO MECHANICAL AND PATOMORPHOLOGICAL PECULIARITIES OF TRANSVERSE FLATFOOT FORMATION AND OPTIMAL REPULSION OF FOOT IN SPORT

Bozhkov A.V.¹, Mirzoyeva E.V.², Lysenko V.V.²

¹Private practice, Krasnodar, e-mail: bozhkov76@mail.ru;

²Kuban State University of Physical Education and Tourism, Krasnodar, e-mail: Leka2105@mail.ru, V-V-Lysenko@yandex.ru

In modern practical orthopedics, in the treatment of transverse flatfoot and valgus deviation of 1 finger, preference is given primarily to surgical methods of treatment, while the functional anatomy of the anterior part of the foot is not taken into account. As a result of the work carried out by the authors of the article, the results of anatomical and ultrasound study of the muscles of the forefoot were studied and generalized. The role of the interosseous muscles in pathbiomechanics of the transverse flattening of the anterior part of the foot is shown. The data are received that the full renewal of its spring function, the limitation of the pathological latitudinal excursion of the distal parts of the metatarsal bones, is possible only by restoring the tone of the interosseous muscles. The technique of diagnostics and conservative treatment is suggested that will help to prevent the development of a common pathology of the feet, maximize the effectiveness of rehabilitation after trauma to the foot, and in systematic training - to achieve maximum results in sports associated with support and pushing the foot. The interosseous foot muscles play an important role in stabilization in the phase of the posterior tremor. At first glance, these minor muscles can significantly improve the repulsive force of their feet during their training.

Keywords: foot, transverse flatfoot, interosseous muscles of the foot, back push of the foot.

Стопа играет важную роль в достижении спортивных результатов во всех циклических, игровых видах спорта и единоборствах, и при этом на неё приходится до 35 % спортивных травм (Максимович В.А., Свириденок А.И., 2008). При этом тип и форма стопы

оказывают влияние на частоту её травм у спортсменов. У бегунов с травмой стопы плоская стопа наблюдалась в 44 %, анормальная – в 26 % случаев (Hansen S.T.Jr., 2000) [1].

Имеется значительное число работ отечественных и зарубежных специалистов, посвященных изучению структурно-функциональных особенностей опорно-двигательного аппарата при воздействии физических нагрузок (Казначеев В.П., 1980; Леонова А.Б., Медведев В.И., 1981; Медведев В.И., 1982; Пшонникова М.Г., 1986; Меерсон Ф.З., Пшонникова М.Г., 1988; Платонов В.Н., 1988; Солодков А.С., 1988; Солодков А.С., Сологуб Е.Б., 1999; Самусев Р.П., 2006; Ефремова Г.В., 2007; Клаучек С.В., 2007; Гавриков К.В., 2008; Краюшкин А.И., 2008; Мандриков В.Б., 2008; Перепёлкин А.И., 2009; Pals J., Voendennaker P., Mmitinghe H., 2003; Haase A., Steptoe A., Sallis J., Wardle J., 2004). Ряд авторов считают, что своды стоп выполняют основную рессорную функцию, трансформируя вертикальные нагрузки в поступательно горизонтальные с передачей на опору (Мицкевич В.А., 1992; Скворцов Д.В., 1992; Макаров М.Р., 2001; Momberger N., Morgan J.M., Bachus K.N., West J.R., 2000) [1].

Многие авторы (Фридланд М.О., 1960; Аверьянова-Языкова Н.Ф., 2002; Кузьмин В.И., 2002; Перепёлкин А.И., 2009; Root, M.L., 1977; Helal B., 1990) придерживаются мнения о том, что хроническая перегрузка стоп является одним из ведущих факторов развития недостаточности сводов. Среди различных деформаций нижних конечностей наиболее часто встречается сочетанное плоскостопие, характеризующееся уплощением продольного и поперечного сводов стопы с поворотом вокруг продольной оси и ее отведением (Донсков В.И., 2000; Истомина И.С., с соавт., 2000; Ануфриева Л.В., 2002; Kitaoka H.B., Patzer G.L., 1997; Hansen S.T.Jr., 2000; Thomas R.L., Wells B.C., Garrison R.L., Prada S.A., 2001) [1].

Однако большинство статей на тему поперечного плоскостопия посвящены оперативному лечению и в небольшой части морфофункциональной характеристики стоп, их рентгенодиагностике, статическим параметрам.

Стопа многими исследователями рассматривается часто как пассивный орган, через который осуществляется просто перекаат при ходьбе. Как в учебниках по ортопедии, так и в диссертационных работах деформации стопы (молоткообразные деформации пальцев, артроз суставов стопы и т. д.) классифицируются как статические, что, по сути, не учитывает функциональный подход к формированию проблемы. Движения в плюснефаланговых суставах и суставах Лисфранка интересуют исследователей лишь в период реабилитации после операций и травм при их пассивной разработке. Профилактика и консервативное лечение снижения высоты поперечного свода стопы заключаются часто только в ношении стелек с метатарзальным валиком [2]. Функциональная анатомия переднего отдела стопы и

механизмы формирования деформаций остаются по-прежнему недостаточно раскрытыми. Поэтому работы в этом направлении актуальны и перспективны.

Мы проанализировали активные силы стопы, сближающие плюсневые кости друг к другу и тем формирующие поперечный свод, и выяснили следующее:

1. Поперечный свод стопы поддерживается поперечными связками подошвы и косо расположенными сухожилиями длинной малоберцовой, задней большеберцовой и поперечной головкой мышцы, отводящей большой палец, сужающими стопу [3].

2. Поперечная арка стопы, в норме удерживаемая сухожилием длинной малоберцовой мышцы [4].

3. Поперечный свод стопы поддерживается силой и целостностью задней большеберцовой и длинной малоберцовой мышцами. При ослаблении длинной малоберцовой мышцы появляется предрасположенность стопы к возникновению вальгусной деформации первого пальца [5]. Несомненно, эти две крупные мышцы: задняя большеберцовая и длинная малоберцовая, играют значительную роль в формировании поперечной арки свода. Но в связи с анатомией мест дистального их крепления они формируют свод в проксимальной части плюсны стопы. На взаимоотношения головок плюсневых костей эти крупные мышцы влияют крайне мало.

Следующим этапом было проведение УЗИ стопы здорового человека в динамике. Мы обнаружили, что при напряжении длинной малоберцовой мышцы, отводя стопу кнаружи, происходит сближение плюсневых костей в их проксимальных отделах от 1 до 3 мм. Расстояние же между головками плюсневых костей не изменилось. Не изменилось расстояние между головками плюсневых костей и при напряжении задней большеберцовой мышцы. В то же время при сокращении межкостных мышц, мы обнаружили сближение головок плюсневых костей друг к другу от 3–5 мм в 1 промежутке до 2–4 мм в 4 промежутке.

Обратившись снова к анатомии стопы, мы нашли, что среди мышц, прикрепляющихся к 1 плюсневой кости, только одна на протяжении длины диафиза осуществляет тягу по направлению ко 2 плюсневой – тыльная межкостная мышца, *m.interosseusdorsales*. Место ее дистального крепления – проксимальная фаланга 2 пальца [6]. Сокращаясь, эта мышца не только сгибает в подошвенную сторону 2 плюсне-фаланговый сустав (ПФС), но и сближает 1 и 2 плюсневые кости. Таким образом, эта мышца, на первый взгляд, односуставная, совершает движения и в клиновидно-плюсневых суставах 1 и 2. Остальные межкостные мышцы, таким же образом идущие от внутренних краев обращенных к друг другу плюсневых костей, крепятся соответственно к основным фалангам 3,4,5 пальцев. Никакие другие мышцы, начинающиеся от костных структур, более не крепятся к основным фалангам 2,3,4 пальцев. Червеобразные мышцы начинаются от сухожилий длинного сгибателя

пальцев. Получается, что в стереотипе ходьбы в фазе отталкивания стопы от поверхности ключевую роль отдают длинному сгибателю 1 пальца [5]. Остальные же пальцы как будто не участвуют в этом процессе. А если и участвуют, то тоже якобы за счет длинных и коротких сгибателей пальцев.

Далее мы заинтересовались вопросом отличия в работе сгибателей пальцев, крепящихся к средним и дистальным фалангам, и работой межкостных мышц?

При сокращении сгибателей пальцев в первую очередь сгибаются межфаланговые суставы. А ПФС сгибаются пассивно, а при сокращении межкостных мышц ПФС сгибаются активно, а МФС даже разгибаются [6]. При отталкивании стопы от поверхности мы видим именно такую картину: сгибание пальцев в ПФС при разогнутых МФС. В то же время при мышечных дисфункциях нижних конечностей часто происходит гипертонус камбаловидной мышцы, коротких сгибателей пальцев, что приводит к воспалениям ахилова сухожилия, надкостницы пяточной кости (шпоры). Возможно именно эти мышцы и являются реактивными ингибиторами межкостных мышц.

Д.Лив сообщает о находке Дж. Гудхарта, что при появлении мышечной дисфункции у человека конечная мышца в цепи всегда будет ингибированной и слабой. Конечной мышцей на стопе Д.Лив считает длинный сгибатель 1 пальца стопы, возможно потому, что местом конечного крепления является дистальная фаланга.

Но если рассматривать конечную мышцу цепи нижней конечности не по конечной точке крепления, а по началу, то самой дистальной мышцей окажется именно межкостная. Эту мышцу, начинающуюся от 2,3,4,5 плюсневых костей и сгибающую ПФС, можно считать единой в функциональном плане, т.к. движение изолированно одной из них на стопе невозможно. Таким образом, при отталкивании от опоры в ходьбе, последней должна сокращаться в стопе межкостная мышца, формируя при этом арку поперечного свода, сближая плюсневые кости. Несомненно, основную роль в проталкивании играет сокращение сгибателей 1 пальца, но происходит это одновременно с сокращением межкостных мышц. Сгибатели же 1 пальца никаким образом не влияют на поперечный свод.

Исходя из вышесказанного, мы считаем, что при всех равных мышечных дисфункциях с гипертонусом камбаловидной и коротких сгибателей пальцев происходит классическая реактивная ингибция межкостных мышц. Далее по классической схеме происходит фасциальное укорочение антагонистов и тыльной фасции стопы. При слабости межкостных мышц баланс сдвигается в пользу синергистов – коротких и длинных сгибателей пальцев, следствием чего является переразгибание первых фаланг [4] и формирование молоткообразной деформации в дальнейшем. Поэтому мы сформулировали следующие цели настоящей работы:

1. Оценить роль межкостных мышц при опоре на передний отдел стопы.
2. Оценить роль межкостных мышц в проталкивания стопы при ходьбе и прыжках.
3. На основании полученных данных сформулировать рекомендации для профилактики деформаций переднего отдела стопы и улучшения результатов консервативного лечения поперечного плоскостопия при помощи ПК.
4. Сформулировать рекомендации по тренировке спортсменов беговых, прыжковых и игровых видов спорта.

Объекты и методы исследования:

Оценка роли межкостных мышц в проталкивании стопы исследовалась на одиннадцати студентах добровольцах 1 курса Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма. Возраст от 17 до 18 лет, средний – 17,5 лет, пол мужской.

Экспериментальная группа состояла из 8 человек. Для контроля сформирована, составлена другая группа количеством 8 человек, в которую вошли 5 человек из исследуемой группы.

Контрольное исследование производилось через 2 суток после проведенного эксперимента.

Применены следующие методы исследования:

1. ММТ длинных малоберцовых мышц.
2. Стабилометрия. Стабилометрические показатели оценивались по следующим параметрам: скорость (V), площадь (S), энергоиндекс (Ei). Протокол записи: вертикальная стойка на 2-х ногах в положении на носках, босиком, время 30 секунд. До и после воздействия на стопу через 15 минут.

3. Тест Абалакова (максимальный прыжок вверх с места), взятый в качестве критерия оценки проведенного эксперимента, выполнялся босиком по 3 попытки до и после воздействия на стопу через 15 минут. Определялась среднеарифметическая высота. В контрольной группе воздействие на стопу не производилось, прыжок по Абалакову выполнялся после 15-ти минутной паузы [7].

4. Математико-статистическая обработка результатов эксперимента методом сравнения по Вилкоксоу [7-10].

Воздействие на стопу производилось в виде:

1. Стимуляция мест крепления межкостных мышц – массаж межплюсневых областей стоп по тыльной и подошвенной сторонам до уменьшения болевых ощущений, не более 5 минут.
2. Растяжение тыльной фасции стопы.

3. Стрейн-контрстрейн коротких сгибателей стопы.

4. Тренировка межкостных мышц с нагрузкой 5 кг.

Для тренировки межкостных мышц нами предложено следующее упражнение. Исходное положение стоя на одной ноге, вторая стоит тренируемой стопой на лавочке высотой примерно 30 см. Положение тренируемой стопы таково, что 1 палец свисает с края, не имея опоры, для исключения его сгибателей из нагрузки. Стопа зафиксирована в максимальном подошвенном сгибании в голеностопном суставе. Груз (блин от штанги 5 кг) расположен на передней поверхности нижней трети бедра и удерживается рукой. Действие: сокращая межкостные мышцы, производится подъем на пальцы, отрывая от опоры головки плюсневых костей (рисунок).

Активизация мышц производилась в виде 10 подъемов на каждую стопу.



Подъем на пальцы, отрывая от опоры головки плюсневых костей

Результаты исследования по данным стабิโลграммы (скорость (V), площадь (S), энергоиндекс (Ei)) и теста Абалакова представлены в таблицах 1 и 2.

Данные ММТ позволили выявить двухстороннюю слабость у троих студентов в исследуемой группе и у четверых в контрольной. Одновременно при массаже

межплюсневых промежутков студентов выявлялся болевой синдром, в наибольшей степени выраженный у тех, кто имел слабость длинных малоберцовых мышц.

Таблица 1

Стабилограммы и результаты теста Абалакова в исследуемой группе до и после воздействия на стопу

	Студент	воздействие	Скорость, V	Площадь, S	Энергоиндекс, E _i	Тест Абалакова, см
1.	Александр Г-в	до	27,5	528	21,3	47
		после	25,6	682	12,3	50
2.	Артём Х-в	до	31,7	382	23,4	49
		после	23	246	11,6	51
3.	Руслан Б-в	до	52,3	766	85,6	58
		после	45	598	52,8	61
4.	Роман Б-в	до	45,3	876	50,2	55
		после	42,1	685	40,4	58
5.	Ильяс С-в	до	33,3	654	32	49
		после	27,7	464	20,1	52
6.	Данил М-в	до	28,1	171	22,2	56
		после	24,1	385	13,2	59
7.	Владислав Б-а	до	30,9	717	30	55
		после	28,7	382	21,9	58
8.	Темур Ч-а	до	30,2	367	35,8	49
		после	29,3	420	34,6	53

При сравнении результатов (табл. 1) стабилограммы и теста Абалакова методом Вилкоксона, показанных до и после эксперимента, выявлено достоверное различие приведенных показателей (уровень значимости 0,05), что свидетельствует о эффективности предлагаемой методики воздействия.

В то же время при сравнении результатов (табл. 2) стабилограммы и теста Абалакова в контрольной группе методом Вилкоксона достоверного различия не выявлено.

Согласно анализу полученных результатов, этиология поперечного плоскостопия заключается в хронической ингибиции межкостных мышц стопы. Роль межкостных мышц стопы крайне недооценена в формировании деформаций переднего отдела стопы и активизацию опорных реакций стопы при отталкивании от опоры. Представленный алгоритм восстановления тонуса межкостных мышц является классическим с точки зрения ПК и приводит к оперативному и достоверному эффекту, Применение этого метода проводится без изменения образа жизни, без использования ношения провоцирующей нефизиологичной обуви, без поиска и устранения мышечных дисбалансов вышележащих структур тела.

Таблица 2

Стабилограммы и результаты теста Абалакова в контрольной группе
(воздействия на стопу не производилось), контрольное исследование произведено
через 15 минут после первого

№	Студент	воздействие	Скорость, V	Площадь, S	Энергоиндекс, E _i	Тест Абалакова, см
1.	Александр Г-в	до	25,6	243	21,2	49
		после	23,1	510	16,4	50
2.	Артём Х-в	до	21,3	165	11,6	54
		после	16	162	6,14	55
3.	Руслан Б-в	до	24	138	18,1	61
		после	27,5	231	19,2	60
4.	Роман Б-в	до	28	271	22	53
		после	27,2	511	18,2	53
5.	Ильяс С-в	до	26	305	19,4	55
		после	24,9	295	18,9	55
6.	Даниил И-в	до	24,5	489	18,4	63
		после	24,3	333	18,5	64
7.	Андрей К-й	до	22,6	208	17,7	57
		после	13,6	254	5,64	56
8.	Артём К-в	до	23,4	211	20,6	57
		после	14,4	170	8,11	57

Однако эффект от данной методики лечения является нестойким, требует продуманного и строго дозированного и систематического воздействия. Как показывает эксперимент, целесообразно для тренировки мышц стопы, кроме сгибания и разгибания пальцев стопы в МФС по системе ПНФ, применять развитие для межкостных мышц сгибание в ПФС разогнутого в межфаланговых суставах пальца. Неиспользование этого движения в ходьбе и тренировке приводит к перенапряжению сгибателей пальцев, а длительное неиспользование межкостных мышц может привести, приводит к фасциальному укорочению тыльной фасции стопы, тыльному подвывиху основных фаланг 2–5 пальцев, что приводит к окончательной атрофии межкостных мышц.

Выводы:

1. В современной практической ортопедии в лечении поперечного плоскостопия и вальгусного отклонения 1 пальца предпочтение отдается преимущественно оперативным методам лечения, при этом не учитывается функциональная анатомия переднего отдела стопы.

2. Межкостные мышцы стопы играют важную роль в стабилизации в фазе заднего толчка. На первый взгляд, эти незначительные мышцы могут при их тренировке значительно улучшить силу отталкивания стопы.

3. Предложенная методика диагностики и консервативного лечения поможет предупредить развитие распространенной патологии стоп, максимально эффективно

провести реабилитацию после травм стопы, а при систематической тренировке – добиться максимальных результатов в спорте, связанном с опорой и проталкиванием стопой.

4. Миофасциальные цепи на стопе заканчиваются не только на 1 пальце, но и межкостными мышцами на 2–5 пальцах. Их гипотония не учитывается, не диагностируется и является причиной неустойчивости стабилизации МФЦ.

Список литературы

1. Лагутин М.П. Морфофункциональная характеристика стоп легкоатлетов юношеского возраста при циклических беговых движениях: дис. ... канд. мед. наук: 14.00.02 / Лагутин Михаил Петрович; [Место защиты: ГОУВПО «Волгоградский государственный медицинский университет»]. – Волгоград, 2009. – 114 с.: ил.
2. Мицкевич В.А., Арсеньев А.О. Подиатрия [Текст]/ В.А. Мицкевич. – Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2006. – 136 с.
3. Иваничев Г.А. Мануальная медицина [Текст] / Г.А. Иваничев. – Москва: Мед-пресс, 2005. – 486 с.
4. Капанджи А.И. Нижняя конечность: функциональная анатомия [Текст]/ А.И. Капанджи. – Москва: Эксмо, 2010. – 352 с.
5. Лиф Д. Стопа и голеностопный сустав [Текст]/ Д. Лиф. – ООО «Подiatr», 2012. – 86 с.
6. Синельников Р.Д. Атлас анатомии человека [Текст]. Т.1 / Р.Д. Синельников. – Москва: Медицина, 1972. – 344 с.
7. Лысенко В.В., Мирзоева Е.В. Спортивная метрология [Текст]: учебное пособие / В.В. Лысенко, Е.В. Мирзоева. – Краснодар: Изд-во ФГБОУ ВПО КГУФКСТ, 2012. – 330 с.
8. Лысенко В.В., Мирзоева Е.В. Основы математической обработки измерений в физической культуре [Текст]: учебное пособие / В.В. Лысенко, Е.В. Мирзоева. – Краснодар: Изд-во КГУФКСТ, 2012. – 197 с.
9. Лысенко В.В., Мирзоева Е.В., Остриков А.П., Божков А.В. Взаимовлияние нарушений статики и остроты зрения в спорте [Текст] / В.В. Лысенко, Е.В. Мирзоева, А.П. Остриков, А.В. Божков // Молодой ученый. – 2016. – № 24 (128). – С. 565-568.
10. Мирзоева Е.В. Современные технологии биомеханического анализа в подготовке спортсменов скоростно-силовых видов спорта [Текст] / Е.В. Мирзоева // Физическая культура, спорт – наука и практика. – 2009. – № 2. – С. 31-32.
11. Вальтер Дэвид С. Прикладная кинезиология [Текст]/ Вальтер Дэвид С. – 2-ое изд., СПб.: Северная звезда, 2011. – 644 с.