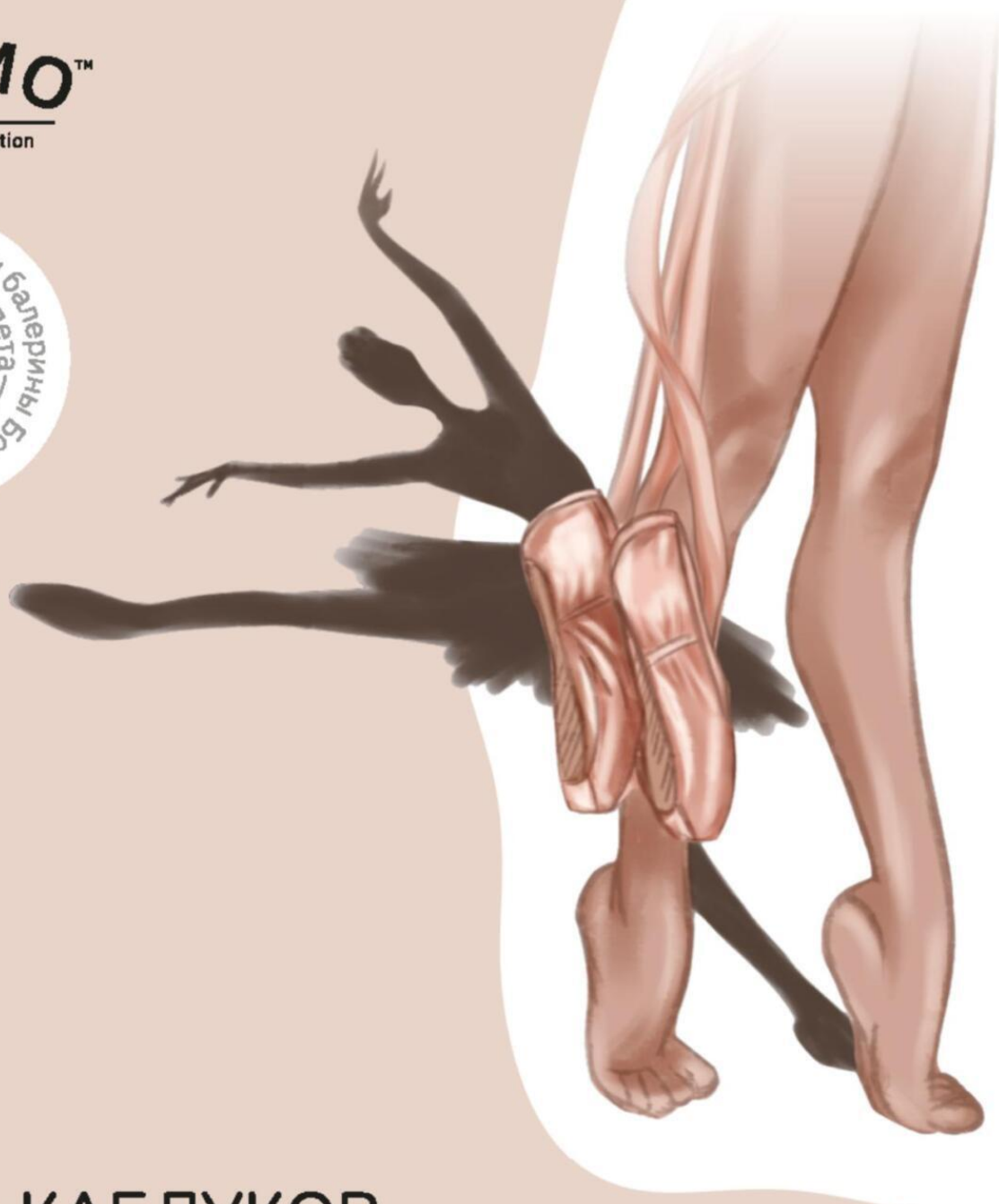


HEALMO™

keeping health in motion



доктор
Денис КАБЛУКОВ

СТОПА БАЛЕРИНЫ

Денис Каблуков
Стопа балерины

«Автор»

2023

Каблуков Д.

Стопа балерины / Д. Каблуков — «Автор», 2023

Забота о здоровье, рациональный подход к тренировкам, знание принципов роста и развития человеческого тела позволит читателю приобрести новые знания и умения связанные с движением. Эта книга поможет каждому, чья жизнь, хобби и работа связаны с движением, с обучением движению. Знания и навыки, полученные в самом начале большого пути, — фундамент, на котором крепится всё. Именно поэтому необходимо закладывать правильные привычки у детей, понимание строения и работы опорно-двигательного аппарата. Вы приобретете совершенно другой подход к тренировкам, к подбору упражнений. Понимание, из чего состоит стопа, как работает, растёт и развивается, как предотвратить заболевания, связанные с физической нагрузкой, — всё это поможет сохранить здоровье в профессии. Профессии, которая приносит столько эмоций и исполнителям, и зрителям! «Администрация сайта ЛитРес не несет ответственности за представленную информацию. Могут иметься медицинские противопоказания, необходима консультация специалиста».

© Каблуков Д., 2023

© Автор, 2023

Содержание

Об авторе	5
Предисловие	6
Введение	8
ГЛАВА 1. Анатомия и физиология стопы	11
Как работает мышца?	12
Как работает нервная система?	15
Как устроены голеностоп и стопа человека?	17
Строение стопы	22
Мышцы голени и стопы	26
ГЛАВА 2. Этапы формирования стопы	37
ГЛАВА 3. Биомеханика движений стопы	41
Конец ознакомительного фрагмента.	57

Денис Каблуков

Стопа балерины

Об авторе

Каблуков Денис Александрович – врач-невролог, мануальный терапевт, спортивный врач.

Окончил Владивостокский государственный медицинский университет по специальности «Педиатрия» в 2012 году, интернатуру по специальности «Неврология» в 2013 году, ординатуру по специальности «Мануальная медицина» в 2015 году, аспирантуру по направлению «Клиническая медицина» в 2019 году, параллельно обучению в аспирантуре прошел несколько профессиональных переподготовок по специальностям «Спортивная медицина» и «Организация здравоохранения».

После окончания университета имел опыт работы со спортсменами, в том числе с детьми. С 2016 года по 2020 год работал в Приморском филиале Мариинского театра в должности главного врача и специалиста, обеспечивающего медико-биологическое сопровождение балетной труппы. Там Денис Александрович имел возможность наблюдать и изучать изменения, вызванные специальной физической подготовкой, в стопе артиста балета.

В 2019 году написал и издал книгу «Здоровье в балете», где описал необходимость адаптивной физической нагрузки для минимизации негативного влияния специальной физической подготовки на организм ребенка.

Предисловие

После выпуска первой написанной мною книги «Здоровье в балете» я получил большой отклик, и стало понятно, что подобную книгу давно ждали. Многие писали отзывы, которые в подавляющем своем большинстве были положительными. Я получал слова благодарности за то, что создал не панацею от всех балетных проблем, а написал о сохранении здоровья в профессии. Об этом мало говорят. Вообще, принято считать, что физическая нагрузка полезна. И не все пишут о принципах движения человеческого тела и биомеханике движения его суставов и, самое главное, что происходит, если эти принципы нарушаются. Поэтому упор в «Здоровье в балете» я делал на подбор физических упражнений, направленных на минимизацию негативного влияния специальной физической подготовки и повышение общефизических качеств, которые в сохранении здоровья играют ключевую роль.

Данная книга направлена на освещение проблемы развития балетной стопы. Эта тема у многих на слуху. Я думаю, каждый видел эти ужасные картинки, где изображены деформированные стопы балерины, и это формирует определенное мнение, что в этом виноват балет. Конечно, перемещение центра масс, особенно в раннем возрасте, на неокрепший поперечный свод накладывает свой отпечаток. Стопа балерины обладает гораздо большей подвижностью, чем стопа обычного человека, и все понимают, что это результат ежедневных тренировок. То есть результатом труда является приобретение определенной адаптации, и мы видим большую подвижность. Так может, те ужасные деформации стопы балерины, наблюдаемые на картинках в интернете, – это просто срыв этой адаптации или неверно подобранная нагрузка в критические периоды формирования стопы ребенка?

Или же использование неверно подобранной балетной обуви на этапе формирования сводов, что будет провоцировать эти изменения. Стопа, как и все в нашем теле, изменчива. Функция определяет структуру, а не наоборот. Наше тело, точно так же как и головной мозг, пластично. Структура будет подстраиваться под тысячи повторяющихся движений. И тут важно обращать внимание на мелочи. «Ковыряться» у детей в ногах. Выявлять определенные функциональные особенности развития стопы и вовремя обращать на них внимание, чтобы они далее не повлияли на формирование двигательного стереотипа ребенка и не приводили к нарушению принципов движения нормального человеческого тела, что в свою очередь, закрепляясь тысячами повторений, не влияло бы на структуру!

Мало кто об этом задумывается. Сейчас довольно распространено мнение, что детей нужно как можно раньше привести в спортивную секцию или хореографию. И в этом нет ничего плохого. Пожалуйста. Но, отдавая ребенка, нужно четко разграничивать специальную физическую подготовку (СФП) и общую физическую подготовку (ОФП). Проводится всё больше и больше детских соревнований и конкурсов с целью заполучить клиентов (детей, родителей). Я встречал даже соревнования по ОФП у детей 4-5 лет. Дети на скорость бегают, резко изменяя направление движения по типу челночного бега, выполняют бесконечные подъёмы корпуса с фиксированными нижними конечностями, показывая подготовленные мышцы «брюшного пресса», и так далее.

Это можно повторять очень долго. Но чему учатся дети? В тот период, когда они должны учиться технически верно менять направление своего движения, стабилизируя коленный сустав, либо же контролировать положение своего поясничного отдела, дети просто выполняют эти движения быстро. И им нравится быть чемпионами с детства. Чемпионами по ОФП в 5 лет. А где потом эти дети? Потом они с оперированными коленями и больными поясницами стоят в пятом ряду лебедей, потому что травмы не дают продолжать дальше на должном уровне. И это достаточно распространенная проблема. Амбициозные родители, подгоняющие

тренера/хореографа: «А почему Маша делает, а моя не делает? Гоняйте ее посильнее!» Или же амбициозные тренеры/хореографы, пытающиеся оценивать потенциал ребенка на столь многочисленных конкурсах, где побеждают дети, которые ногу выше держат. Порой не думая или же не зная, что ребенок – это не уменьшенная копия взрослого человека. Нервная система у детей устроена таким образом, что для выполнения одного простого движения будет задействоваться огромное количество нервных клеток, активируя все возможные окружающие мышцы. Так мы устроены. Головной мозг обучается, и тысячи повторений формируют шаблон данного движения. И как результат обучения, для выполнения того же движения понадобится куда меньше мозговой энергии. Вся проблема ранней специализации заключается в том, что дети учатся выполнять элементарные движения совершенно не теми мышечными группами, какими бы должны. И те дети, которые, например, держат ногу выше, держат ее не ягодичными мышцами, а мышцами, разгибающими позвоночник, закрепляя это тысячами повторений, формируя структуру пластичного детского организма.

Со стопой происходит то же самое. Если мы пропускаем ее должную подготовку и начинаем выполнять элементы на смещение центра масс, то поначалу мы не увидим никаких изменений. Это будет выглядеть достаточно весело – детки ходят друг за другом на полупальчиках, как утятки за хореографом. Мы увидим изменения в критические периоды роста стопы. В 7-9 лет, например. Все было хорошо, а тут в один момент ортопед говорит про плоско-вальгусную установку стопы. И ребенок начинает еще больше ходить на полупальцах или же, как это очень распространено, собирать карандаши стопой или тренировать стопу при помощи резиновой ленты. Но почему-то в стопе со временем все становится хуже. Каждый раз ортопед все больше и больше настаивает на завершении спортивной/балетной карьеры, еще не начавшейся. Знакомо?

Этой книгой я хочу пролить свет на элементарные вещи. Как вы уже поняли, наше тело пластично. Оно будет адаптироваться к изменяющимся условиям, и задача хореографа, тренера, родителя – создать такие условия, чтобы стопа развивалась правильно. Не только в балете, других видах спорта, но и у всех детей. Это самое сложное.

Приятного прочтения!

Введение

Каждый ребенок, мечтающий стать артистом, каждый родитель, представляющий своего ребенка на большой сцене, задается вопросом, как добиться красивой балетной стопы и при этом сохранить ее здоровье.

Вопросы сохранения здоровья все больше и больше выносятся на первый план в процессе спортивной подготовки ребенка. В каких-то странах это заметно, в каких-то не очень, но тенденция такова, и все больше доступной литературы появляется о том, как не навредить. Это не может не радовать. Тренеры начинают обращать внимание на необходимость этапности спортивной специализации, на формирование здорового опорно-двигательного аппарата ребёнка, начиная с раннего детства.

В мире есть четкое понимание, что формирование здорового ребенка происходит под воздействием многих факторов, в том числе и оптимальной физической нагрузки. Без нее никак. Головной мозг ребенка развивается, учится на собственном опыте. Через первые прикосновения, через первые движения он формирует свою карту тела. И чем больше внимания мы уделяем воздействию внешних раздражителей на ребенка, тем более полную картину получает его головной мозг. Конечно, все в разумных пределах. Но это необходимость для ребенка. Если мы не гладим ребенка, ограничиваем у него определенные движения, то на основании чего его головному мозгу узнавать окружающий мир и адаптироваться к нему?

Но где та грань допустимого воздействия? В какие периоды следует давать повышенную нагрузку, а в какие стоит выждать небольшую паузу либо откатиться немного назад? Ответы на эти вопросы просто необходимо знать тренеру, родителю, да всем, кто хоть немного связан с физическим развитием детей.

Существуют критические периоды формирования опорно-двигательного аппарата. Они непосредственно связаны с ростовыми скачками и половым созреванием ребенка, и в эти периоды стоит быть особенно осторожным в подборе специальных физических упражнений. Как я уже упоминал ранее, наше тело формируется в результате определенных воздействий, адаптируясь к ним. И результатом адаптации мы видим оптимально сформированные своды стоп. Для более полного понимания я приведу вариант адаптации стопы в виде графика, где по оси абсцисс будет время, а по оси ординат будет уровень стресса. Критический уровень стресса показан горизонтальной линией, разграничивая допустимый уровень воздействия (стресса) на головной мозг ребенка и тот уровень воздействия, который будет восприниматься как экстремальный, то есть вызывать запредельное влияние на нервную систему и опорно-двигательный аппарат ребенка (рис. 1).

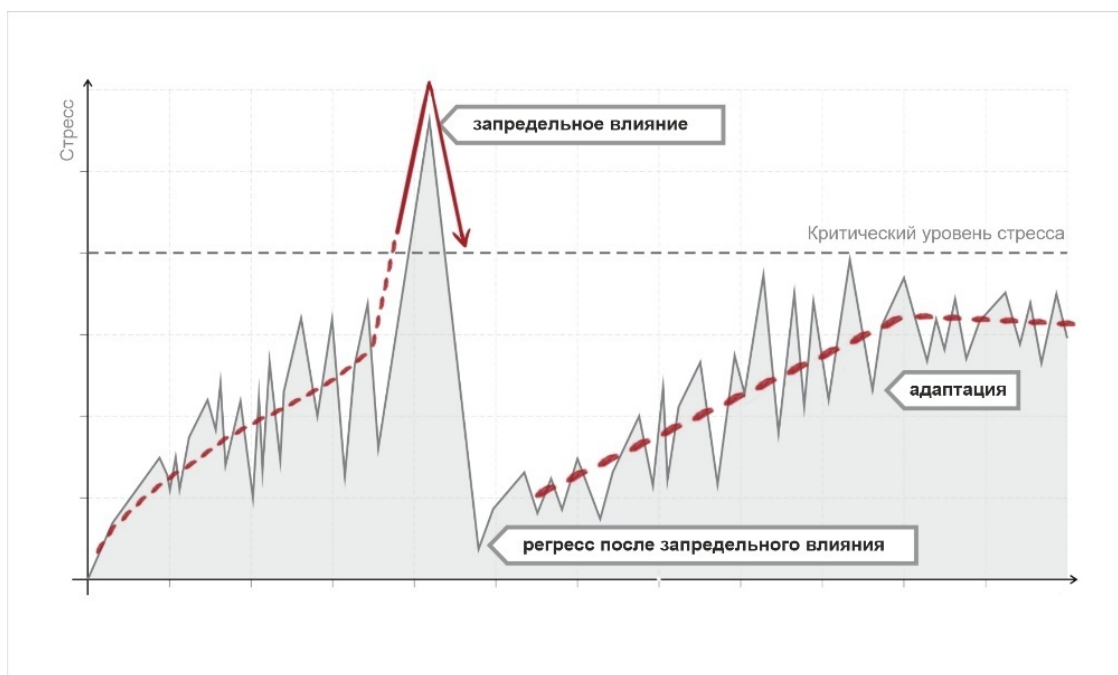


Рисунок 1 – Адаптация к раздражителю

Допустим, ребенку два с половиной года. Основной задачей его головного мозга является формирование карты тела. Ребенок разными способами раздражает свою стопу, ходит по разной поверхности, адаптируясь к ней. Кожа, сухожильно-связочный аппарат передают в головной мозг всевозможные импульсы об изменяющейся массе тела ребенка, об изменяющихся точках опоры. Все, что происходит со стопой, накладывает свой отпечаток, вызывая определенные адаптации. Масса тела увеличивается постепенно, тем самым стресс для головного мозга находится в допустимом диапазоне. И у детей в этом возрасте начинает формироваться арочное строение стопы. Это является адаптацией стопы к увеличивающейся массе тела, дабы смягчить осевую нагрузку на опорно-двигательный аппарат. То есть свод стопы появится не при использовании ортопедической обуви, а только при изменяющихся условиях, чтобы головной мозг ребенка понимал, что ему нужно формировать те самые своды стопы. Порой мы видим появление арочного строения чуть раньше, а порой чуть позже, и поэтому диагнозов никто не ставит. До окончания формирования стопы можно говорить лишь о функциональных изменениях, которые можно исправить, подобрав оптимальную нагрузку. Если же мы решаем использовать дополнительные супинаторы (ортопедические стельки) для формирования сводов, то первый вопрос, который нужно задать: чему именно таким образом мы учим мозг ребенка? Явно не удерживать свой свод за счет активации собственных сил. И это вмешательство в процесс формирования здоровой стопы ребенка с помощью ортопедических изделий может восприниматься как отсутствие необходимого стресса для головного мозга. То есть совершенно не вызывать никаких адаптаций. Вот почему ношение ортопедической обуви порой только усугубляет существующие функциональные изменения стоп. Тут очень важно следить и представлять (рис. 1) кривую адаптации к раздражителю во временном промежутке, подбирая разные стимулы таким образом, чтобы в критические периоды они не стали запредельными.

Этот вопрос является самым важным в формировании всего опорно-двигательного аппарата. Ведь он меняется с возрастом, в какой-то период мы увидим сильные изменения, в другой – менее выраженные. Именно подбор тех самых раздражителей, тех самых стимулов необходим, чтобы получить результатом то, что мы называем балетной стопой.

Стопа балерины отличается от нормальной стопы среднестатистического человека, а нормой в обществе называется то, что наблюдается у большинства его представителей (кривая Гаусса-Лапласа). Сама по себе балетная стопа является результатом адаптации к определенной нагрузке. И естественно, что ребенок не рождается с такой анатомией стопы, с такой подвижностью стопы, а приобретает ее в процессе регулярных тренировок (рис. 2).

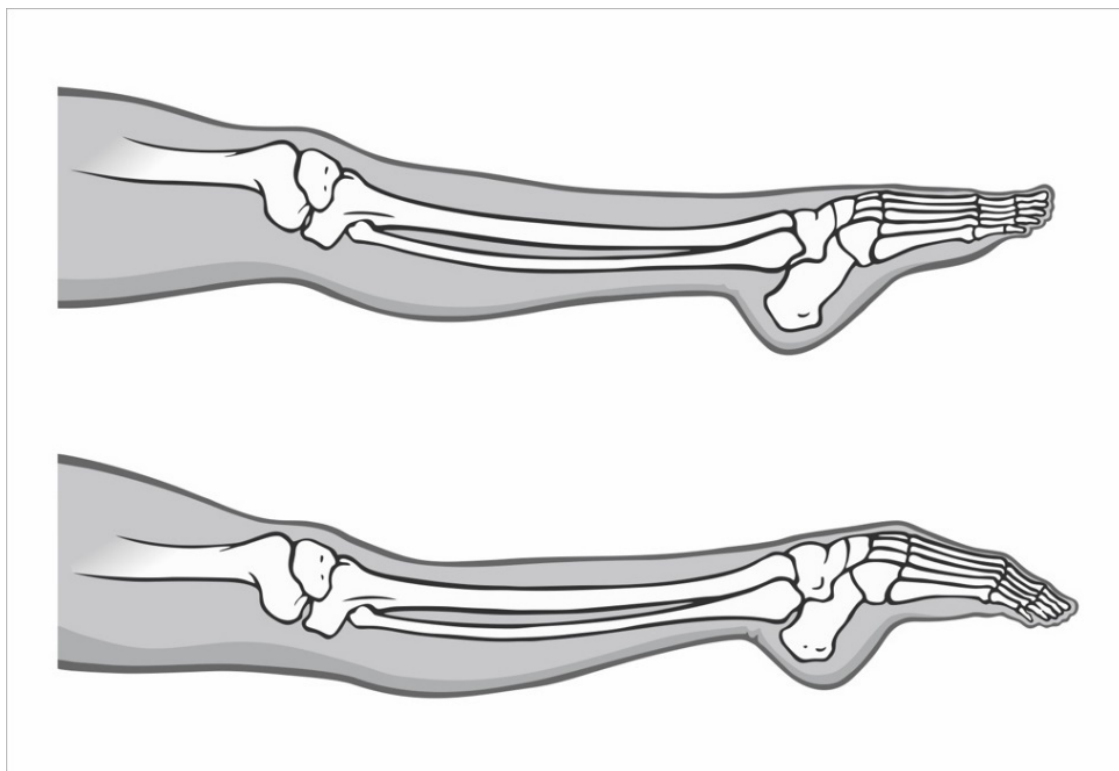


Рисунок 2 – Стопа обычного человека и стопа балерины

И тут важно остановиться и подумать. Как вызывать эту адаптацию, не навредив при этом вышерасположенным регионам тела. Ведь помимо достижения тех самых балетных изменений в стопе, хотелось бы в итоге получить здоровую нижнюю конечность. В данном случае нам и помогут знания анатомии, физиологии, возрастных особенностей формирования стопы, чтобы можно было воздействовать точно, целенаправленно и подбирать нагрузку и физические упражнения, сохраняя здоровье стоп.

Ниже мы по порядку разберем строение нормальной человеческой стопы; узнаем, как же формируются своды у ребенка и в какие периоды стоит быть особенно настороженным; какие движения возможны в стопе и на какие стоит обращать больше внимания; разберем состояния и заболевания стопы, чтобы видеть эти красные флажки, когда пора бежать к врачу; ну и, конечно, что необходимо сделать, чтобы стопа развивалась здоровой, красивой и не приносила лишних беспокойств.

ГЛАВА 1. Анатомия и физиология стопы

Знания элементарной анатомии жизненно необходимы каждому артисту, каждому спортсмену, ведь опорно-двигательный аппарат (не только он, но значимо) является важнейшим инструментом, и, конечно, нужно знать его строение.

Это может показаться сложным и ненужным, но это не так. Прежде всего, чтобы не выполнять какие-либо упражнения, негативно влияющие на формирование опорно-двигательного аппарата, нужно знать, как и почему они так плохо на него влияют. И тут нам понадобятся знания нормальной анатомии, нормальной биомеханики движения. После прочтения одной главы за другой появится полное понимание происходящих изменений в стопе балерины, а далее и понимание показанной нагрузки.

Стопа человека – достаточно сложный аппарат, позволяющий, совместно с голеностопным суставом и костями голени, выполнять несколько важных функций. Одна из них – движение, где стопа работает как подвижный механизм. Другая – опора, где стопа играет роль стабильного региона для поддержания тела в вертикальном положении.

Анатомия человека представлена жесткими структурными образованиями (костями), соединенными между собой связками – структурами, почти не имеющими эластичных свойств, и весь этот аппарат поддерживается и приводится в движение за счет концентрического, изометрического и эксцентрического мышечного сокращения, что является результатом работы головного мозга. Головной мозг, на основе полученной информации от определенного региона, будет принимать решение, какие движения выполнять и как их выполнять. Поэтому я немного опишу и строение нервной системы, что считаю более важным, чем опорно-двигательный аппарат, так как кости, связки, мышцы – это все неважно без оптимального контроля со стороны центральной нервной системы.

Далее, для более полного понимания, по отдельности разберем анатомическое строение голеностопного сустава, суставов стопы и немного поговорим про физиологию мышечного сокращения и передачу нервного импульса. Как только появится понимание, как все устроено и как все работает, многие вопросы по поводу подбора физических упражнений просто отпадут сами собой.

Как работает мышца?

У многих есть понимание, что мышца растягивается и сокращается, но это в корне неверно. Мышца ничего не делает сама по себе. Какую команду она получит, то движение мы и увидим в ее исполнении. Ударить ее током, повысив потенциал ее действия, в ответ она сократится. Примерно то же самое и происходит, когда в мышцу приходит нервный импульс.

В итоге что мы знаем про мышцу? Каждая мышца – это отдельный орган, который обеспечивается всем необходимым через кровеносные сосуды и контролируется при помощи нервной системы. Мышца состоит из множества волокон, собранных в пучки. В организме человека имеется несколько типов мышечной ткани. Одни из них будут выполнять произвольные движения, например, мышцы опорно-двигательного аппарата, которые контролируются сознательно в большинстве случаев. Другие будут работать без контроля сознания, например, мышцы внутренних органов, которые работают постоянно, и на их функцию невозможно повлиять, лишь захотев этого.

Мышечное сокращение вызывается за счет строения мышечной клетки – миофибриллы. В каждой мышечной клетке есть структурные элементы, при помощи которых она выполняет свою функцию, в данном случае – сократительную. Структурными элементами миофибрилл являются два вида сократительных белков – это актин и миозин. И между нитями актина и нитями миозина образуются поперечные мостики. Так вот результатом скольжения нитей актина относительно нитей миозина за счет контакта этими мостиками, в виде гребковых движений, и будет являться сокращение мышечного волокна. Наибольшее количество актиново-миозиновых контактов образуется при небольшом растяжении мышцы до некоторой оптимальной длины. Поэтому перед интенсивной физической нагрузкой необходимо немного потянуться. Но при значительном растяжении мышцы нити актина далеко расходятся с нитями миозина и поперечные мостики не могут образоваться. Всегда нужно помнить про эти особенности взаимодействия сократительных белков. Наибольшая мышечная сила будет достигнута после незначительного ее растяжения (рис. 3).



Рисунок 3 – Взаимодействие нитей актина и миозина

Есть несколько типов мышечной работы, которые необходимо знать.

1. Концентрическая работа мышцы – это когда результатом мышечной работы мы будем видеть сокращение расстояния между местами ее прикрепления, то есть сила потенциала действия мышцы больше силы противодействия. Эту работу мы увидим, выполняя активное движение, сокращая определенное мышечное волокно. Например, когда мы сгибаем верхнюю конечность в локтевом суставе, мышцы передней поверхности плеча работают концентрически.

2. Изометрическая работа мышцы – это когда результатом мышечной работы мы будем видеть удержание неизменного расстояния между местами ее прикрепления, то есть сила потенциала действия мышцы равна силе противодействия. Эта работа хорошо заметна, когда нам нужно что-то удержать: мышечная работа есть, но видимых движений мы не наблюдаем.

3. Эксцентрическая работа мышцы – это когда результатом мышечной работы мы будем видеть увеличение расстояния между местами ее прикрепления, то есть сила потенциала действия мышцы меньше силы противодействия. Эту работу мы будем наблюдать, когда выполняем приседания. Мышцы передней поверхности бедра, удерживая массу тела, позволяют медленно сгибать колено под действием силы гравитации.

На самом деле, мы увидим каждый вид мышечной работы в любом движении. Например, вы хотите взять стакан с водой со стола. Когда вы тянетесь рукой к стакану, головной мозг контролирует каждую мышечную группу. Когда вы берете стакан, он дает команду мышцам передней поверхности плеча работать концентрически, выполняя приближение стакана к голове. Одновременно с этим он дает команду мышцам задней поверхности плеча контролировать плавность движения, то есть работать эксцентрически. И тут же мышцы спины будут

работать изометрически, контролируя положение тела, чтобы вы наклонились за стаканом не всем телом. Этому всего мы не замечаем, наш мозг защищает нас от этой ненужной работы. Однако знать это крайне необходимо для подбора упражнений, чтобы проработать определенные недостатки. Так, например, важно тренировать эксцентрическую работу мышц задней поверхности голени, которые обеспечивают безопасность приземлений. Либо изометрическую работу передней большеберцовой мышцы для удержания оптимального свода стопы, но не будем забегать вперед.

Конечно, устройство и работа мышцы намного сложнее и интереснее, чем представлено здесь. Более детальную информацию можно получить в учебных пособиях по нормальной физиологии человека.

Как работает нервная система?

Все воздействия, оказываемые на наше тело, мы воспринимаем при помощи рецепторов. Это своеобразные датчики, расположенные по большей части на периферии в органах восприятия (глаза, язык, нос, кожа, мышца и т. д.). На каждый раздражитель будет реагировать свой тип рецепторов, причем они весьма избирательны! Один вид рецепторов будет воспринимать определенный тип раздражителей (звук, свет, прикосновение). Например, к воздействию звука у человека адаптирован слуховой орган восприятия, где в зависимости от колебания звуковых волн молоточек стучит по наковальне. Если мы возьмем внутреннее ухо (вестибулярный аппарат), то там есть колбочки (полукружные каналы и отолитовые тела) с жидкостью (похожие на строительный уровень), и в зависимости от угла наклона этих колбочек жидкость перетекает из одного отдела колбы в другой, тем самым передавая информацию о положении головы в пространстве. Такие же рецепторы есть и в коже, только в этом органе их гораздо больше, так как площадь кожных покровов очень велика. Рецепторы кожи будут воспринимать информацию о прикосновении, о температуре, о движении волосяных фолликулов и т. д.

После того как раздражитель пойман рецептором, он преобразуется в нервный импульс и по нервам направляется в головной мозг. В головном мозге этот нервный импульс от рецептора попадает в определенные зоны, где и формируется оптимальный ответ. После того как ответ сформирован, он передается все так же по нервам, например, к мышце-исполнителю. Допустим, кто-то дотрагивается до вас на улице, раздражая рецепторы, отвечающие за прикосновение, и импульс быстро поступает в головной мозг, который в свою очередь обрабатывает информацию. Далее он принимает решение, и вы поворачиваете голову посмотреть, кто до вас дотронулся.

Это работает именно так. А дальше мы сделаем упор на тех рецепторах, которые нам очень понадобятся. Конечно, это суставно-мышечное чувство (проприорецепторы). Проприорецепторы расположены в мышцах, сухожилиях, суставных сумках. Они улавливают и по нервным волокнам передают в головной мозг информацию о положении нашего тела в пространстве. Это важное чувство, порой его сложно заметить. Вспомните, когда вы идете по улице, то не смотрите, куда ставите стопу, вы чувствуете, где должна быть опора. Поднимаясь по лестнице, вы чувствуете, где следующая ступенька, даже если не видите ее. Это и есть это чувство. Головной мозг помнит тонус мышц и положение суставов, которого нужно добиться, и тогда вы поставите ногу на нужную высоту. Но, как и любое другое чувство, его можно развивать, а можно нет. Если мы тренируем зрительный орган восприятия, то он развивается, если мы тренируем слуховой, то мы различаем более тонкие звуки. Если же нет, то и зрение может быть не на высоте, и слух. То же самое и с проприочувствительностью. Если мы не тренируем это чувство, то мы можем наблюдать определенные отклонения с постановкой стопы, либо с выполнением определенных профессиональных движений.

То, как мы двигаемся, напрямую зависит от того, как мы чувствуем.

Наш головной мозг формирует так называемую карту тела – это проекция регионов тела, частей тела на коре головного мозга. Размер представительства в коре головного мозга у разных регионов разный. Если человек не пользуется тем или иным регионом тела, то его представительство в коре будет незначительным, так как этот регион не нужно контролировать так тщательно, как более эксплуатируемые. Например, у дегустаторов достаточно большую площадь в коре занимает вкусовой орган восприятия – язык, у музыканта – орган восприятия звука, а вот у балерины – опорно-двигательный аппарат, в частности стопа (рис. 4).



Рисунок 4 – Карта тела балерины (справа) в сравнении с картой тела обычного человека (слева)

Стопа – это то, на что делается упор с самого начала пути. Выполняется большое количество повторений различных движений, воспринимается множество различных стимулов. Именно поэтому представительство стопы в коре головного мозга балерины будет гораздо больше, чем у обычного человека. Вот почему движения, которые выполняет балерина стопой, более красивые и изящные, что неподвластно человеку, не уделявшему столько времени развитию этого региона.

Впрочем, движения – это только одна из функций стопы, про которые мы говорили в начале главы. Вторая функция – это опора, как раз таки которая и страдает у представителей этой прекрасной профессии. И в большинстве случаев стабильность стопы нарушается не из-за анатомических дефектов, а из-за отсутствия должного контроля. Но к этому вопросу мы будем возвращаться еще не раз.

Как устроены голеностоп и стопа человека?

Сейчас мы разберем элементарную анатомию, чтобы представлять, какие структурные элементы присутствуют в стопе человека.

Строение голеностопного сустава

Это сустав между костями голени и стопой. Состоит он из трех костей – это две берцовые и таранная кости. Большеберцовая кость, располагаясь с внутренней стороны голени, вместе с малоберцовой, расположенной с наружной стороны голени, образуют берцовую вилку, которая сочленяется с верхней поверхностью таранной кости стопы (рис. 5).



Рисунок 5 – Кости, формирующие голеностопный сустав

Связочный аппарат голеностопного сустава (рис. 6) в основном представлен коллатеральными связками, расположенными с внутренней и наружной стороны сустава. С внутренней стороны располагается дельтовидная связка, которая представлена несколькими пучками. Начинается дельтовидная связка от внутренней лодыжки и далее расходится книзу веером к нескольким костям стопы (таранной, пяточной, ладьевидной). С наружной стороны рас-

полагаются три связки, которые берут свое начало от наружной лодыжки и направляются к костям стопы. Это передняя и задняя таранно-малоберцовые, которые прикрепляются к таранной кости, и пяточно-малоберцовая связка, которая прикрепляется к пяточной кости. Кроме того, там располагаются передняя и задняя связки голеностопного сустава, которые берут свое начало на большеберцовых костях и прикрепляются к таранной кости спереди и сзади, но эти связки – это больше утолщение капсульного аппарата, чем полноценное анатомическое образование. Связочный аппарат голеностопного сустава будет обеспечивать стабильность, которая так необходима для распределения нагрузки на стопу.

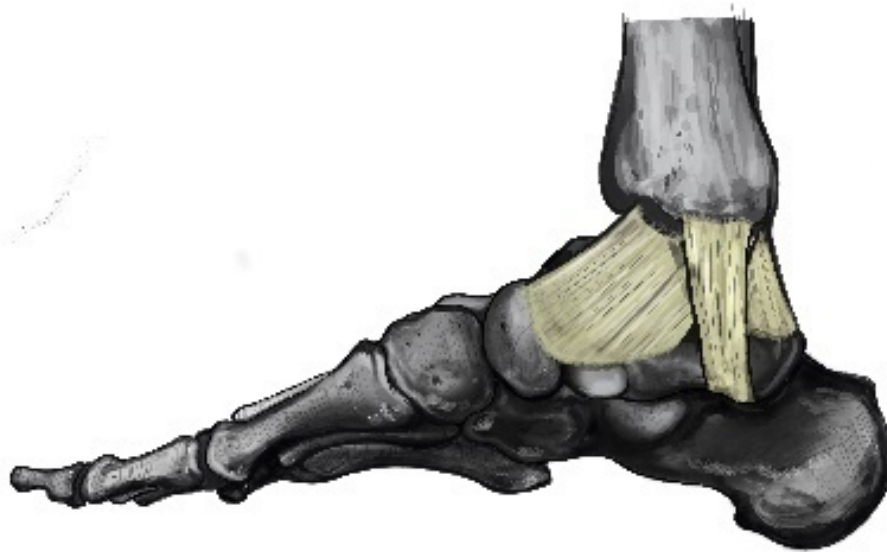




Рисунок 6 – Связочный аппарат голеностопного сустава. Внутренняя сторона (слева), наружная сторона (справа)

Не менее существенной является информация и про связочный аппарат костей голени: когда дальше мы будем разбирать биомеханику работы голеностопного сустава, мы поймем, насколько важную функцию выполняют связки костей голени сыграют. Есть два межберцовых сочленения – верхнее и нижнее. Причем нижняя передняя и задняя межберцовые связки удерживают кости голени не в непосредственном контакте, давая им возможность определенного движения (рис. 7). Это будет необходимо для более выраженной стабилизации голеностопа во время осевой нагрузки.

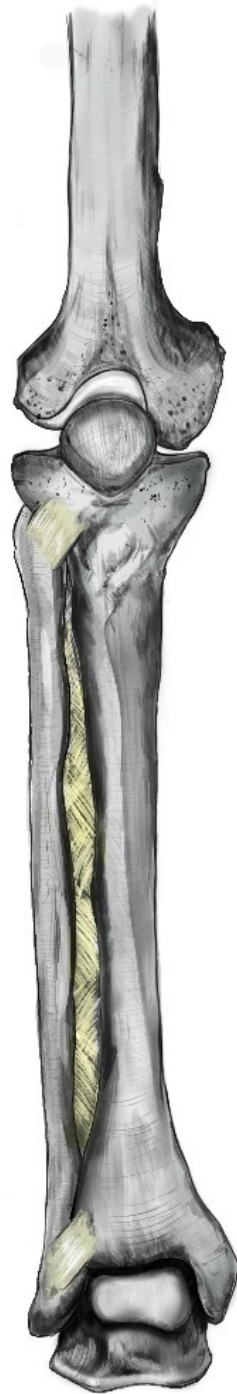


Рисунок 7 – Межберцовые связки

Строение стопы

Стопу можно разделить на три отдела: задний, средний и передний.

Задний отдел стопы состоит из двух костей: пяточной и таранной. Средний отдел сформирован пятью костями: ладьевидной, кубовидной и тремя клиновидными костями. И передний отдел стопы состоит из пяти плюсневых и фаланговых костей (две в первом пальце и по три в каждом остальном). Таким образом, стопа насчитывает 26 основных костей. Но есть и дополнительные кости, например, сесамовидные. Они находятся в толще сухожилий и на стопе располагаются с подошвенной стороны первого плюснефалангового сустава (рис. 8).

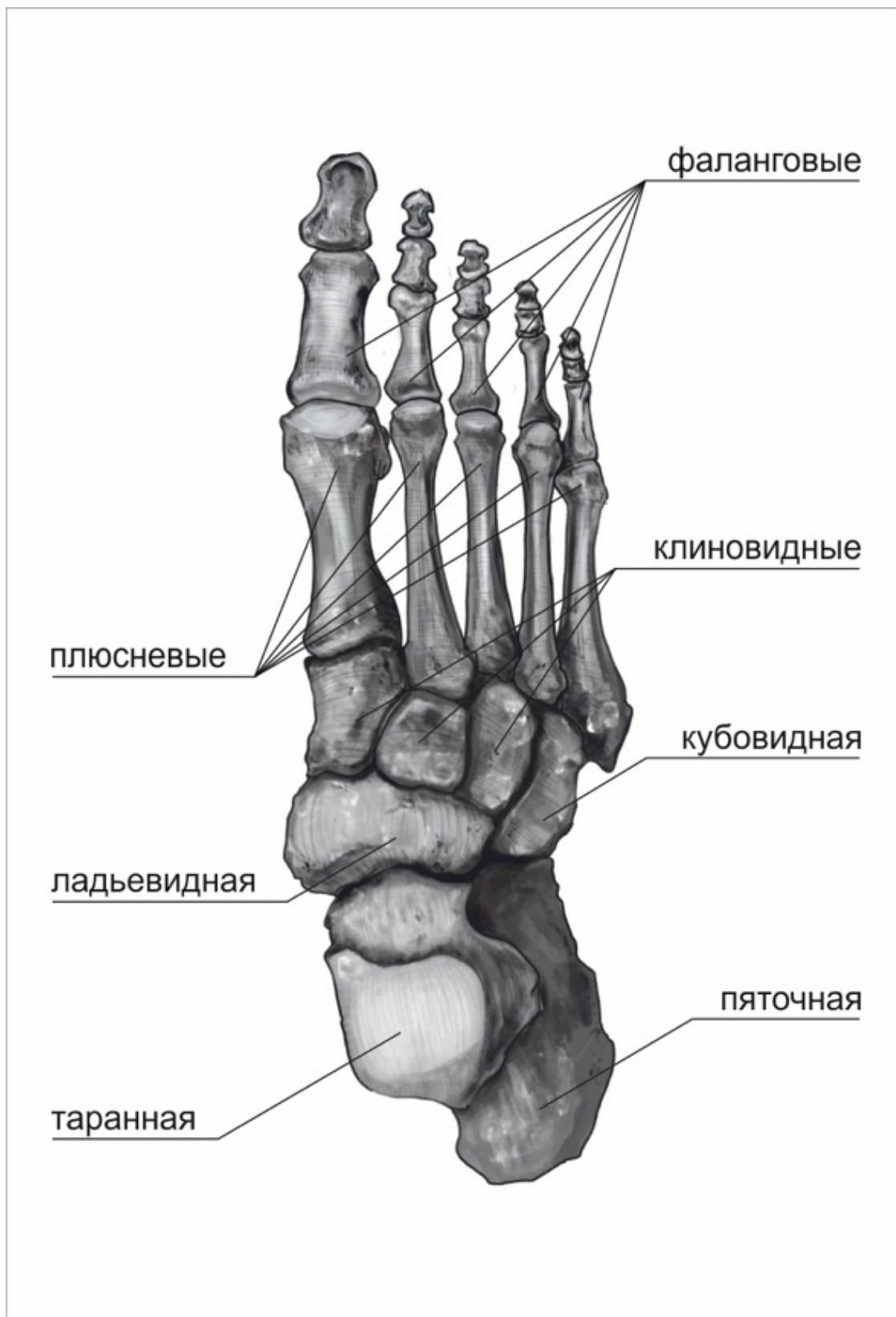


Рисунок 8 – Кости стопы с названием

Выделяют два крупных сустава стопы – это Шопаров и Лисфранков суставы. Первый расположен между задним и средним отделом стопы, а второй – между средним и передним (рис. 9). Эти суставы позволяют стопе совершать комбинированные движения в трех плоскостях.

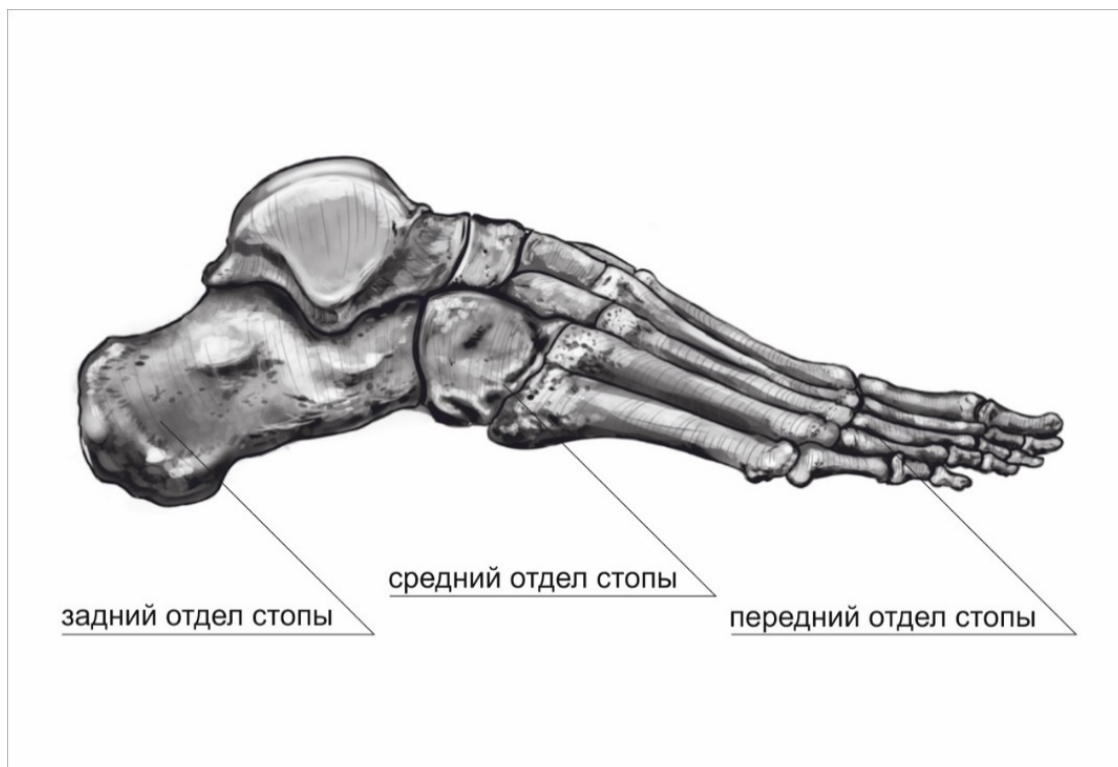


Рисунок 9 – Кости стопы, разделённые на отделы

У обычного человека сустав Лисфранка почти неподвижен, что сильно отличает его от сустава балерины. Когда мы будем говорить о формировании балетной стопы, основной разговор пойдет о таранно-ладьевидной и медиальной межкостной клиновидно-плюсневой связке (связка Лисфранка), от которой будет зависеть выраженность подъема (рис. 10).

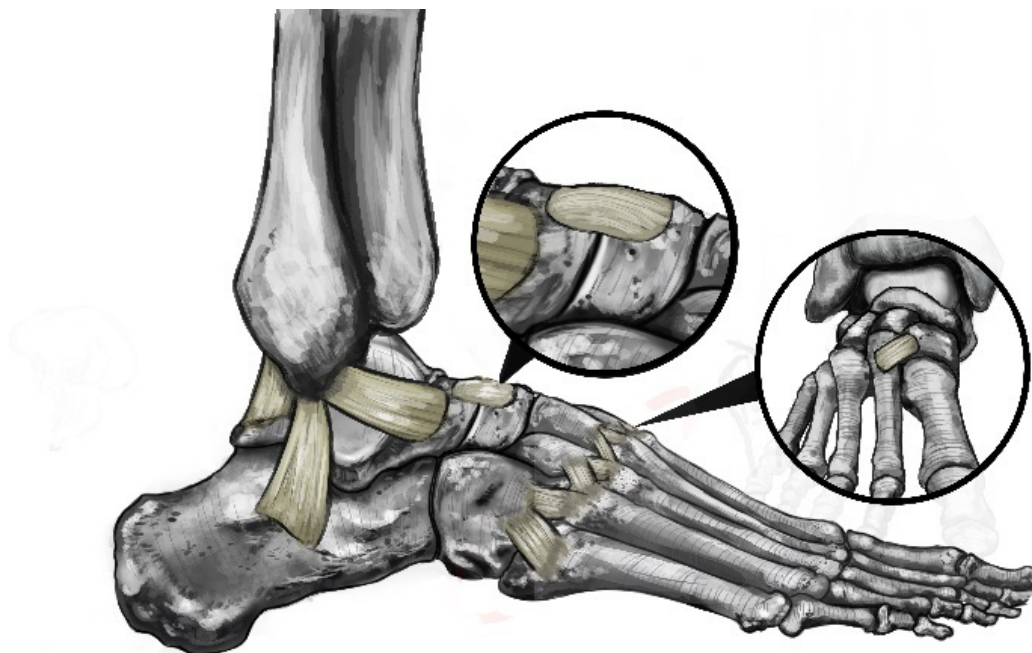


Рисунок 10 – Связка между таранной и ладьевидной, и клиновидной и 2-й плюсневой костью

Связки, удерживающие сустав Шопара, имеют огромное значение, являясь статическими стабилизаторами продольной арки стопы. Также в поддержании продольного свода принимает участие длинная подошвенная связка, которая идет от пяточной кости к основаниям 2-5 плюсневых костей.

Сочетание костных структур со связочным аппаратом формирует достаточно стабильную модель стопы человека, которая будет приводиться в движение за счет мышц. Нормальная анатомия у всех примерно одинаковая. Это в процессе эксплуатации анатомия может перестраиваться, приспосабливаясь к определенным условиям, даже на уровне структуры (костей).

Мышцы голени и стопы

Мышцы, расположенные на голени, можно разделить на несколько групп: передняя, наружная, задняя и глубокие мышцы.

Передняя группа включает в себя, пожалуй, самую важную мышцу для поддержания нормального положения стопы – это передняя большеберцовая мышца. Она берет свое начало от большеберцовой кости и идет по передней поверхности голени, а прикрепляется уже с внутренней стороны стопы к медиальной клиновидной и первой плюсневой кости. Концентрически она будет выполнять супинацию стопы, сгибание голеностопа и, вместе с задней большеберцовой, приведение стопы. Изометрически будет поддерживать оптимальную арку продольного свода и стабилизировать стопу. Эксцентрически участвовать в необходимой пронации для выполнения рессорной функции стопы. Следующая мышца – это длинный разгибатель пальцев, который берет свое начало также на передней поверхности голени, но ближе к стопе разделяется на 4 отдельных сухожилия, идущих по тыльной стороне стопы и прикрепляющихся к 2-5 пальцам. Концентрически выполняет разгибание 2-5 пальцев. Еще одна мышца на передней поверхности голени – длинный разгибатель большого пальца. Начинается она на передней поверхности голени, проходит по тыльной части стопы и прикрепляется к первому пальцу. Концентрически выполняет разгибание 1 пальца (рис. 11).

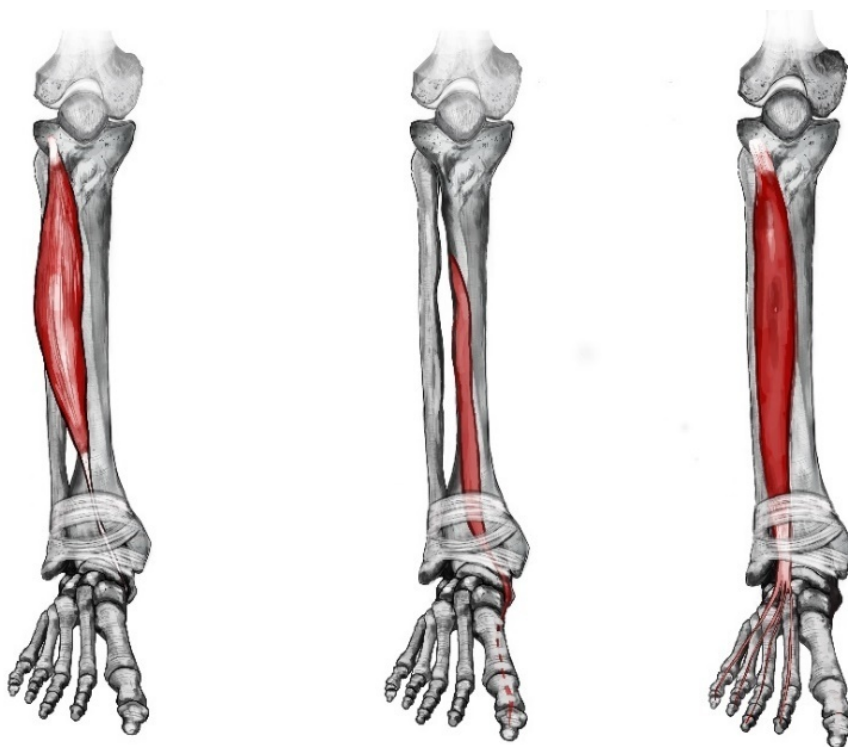


Рисунок 11 – Мышцы передней группы

Есть еще одно интересное образование на стопе – удерживатель сухожилий разгибателей, под которым проходят все мышцы передней группы. Получается, что все сухожилия этой мышечной группы на стопе вынуждены располагаться вплотную: именно это является одной из причин возникновения болей в среднем отделе стопы, о чем мы будем говорить далее.

Наружная группа мышц голени включает в себя две мышцы: длинную и короткую малоберцовые. Начинаются они обе на наружной поверхности голени, проходят сзади наружной лодыжки, огибая ее, далее идут вдоль пяточной и кубовидной костей, и далее длинная пересекает подошву в косом направлении, прикрепляясь к медиальной клиновидной и 1 плюсневой костям, а короткая прикрепляется к 5 плюсневой кости. Концентрически обе выполняют разгибание голеностопа, пронацию и отведение стопы (рис. 12).

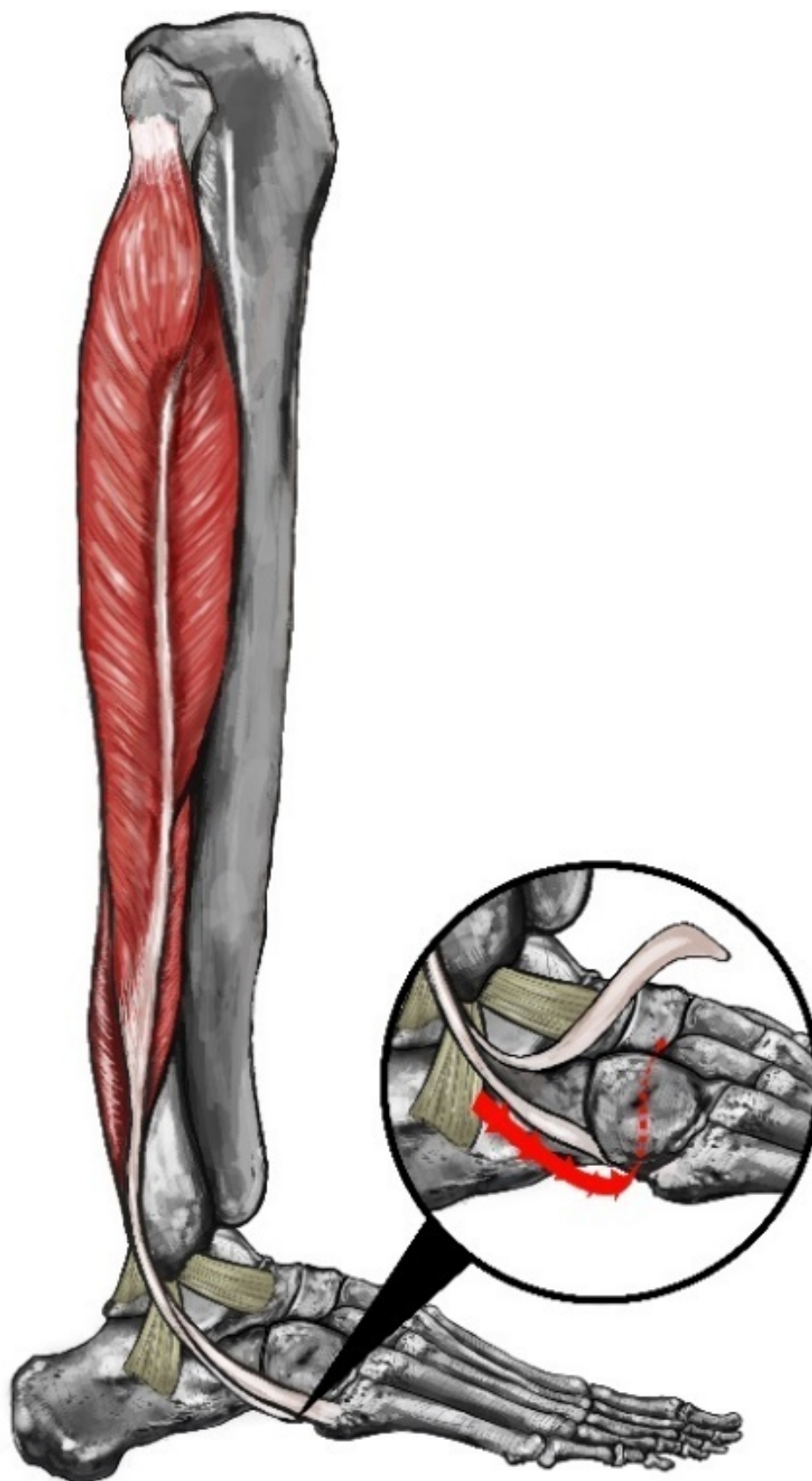


Рисунок 12 – Наружная мышечная группа

Задняя группа мышц голени состоит из двух мышц: икроножной и камбаловидной. Их часто называют трехглавой мышцей голени, так как они имеют одно общее сухожилие – ахиллово, или пяточное сухожилие, которое прикрепляется к пяточной кости. А далее очень важно: икроножная мышца, поднимаясь по задней поверхности голени, пересекает коленный сустав и прикрепляется к подколенной фасции бедренной кости, а камбаловидная доходит до верхней трети голени и там крепится к малоберцовой кости (рис. 13). Концентрически они выполняют разгибание в голеностопном суставе. Изометрически удерживают голеностоп в положении *demi-pointe*. Эксцентрически контролируют плавность сгибания голеностопа (приземление после прыжка, *plie*).

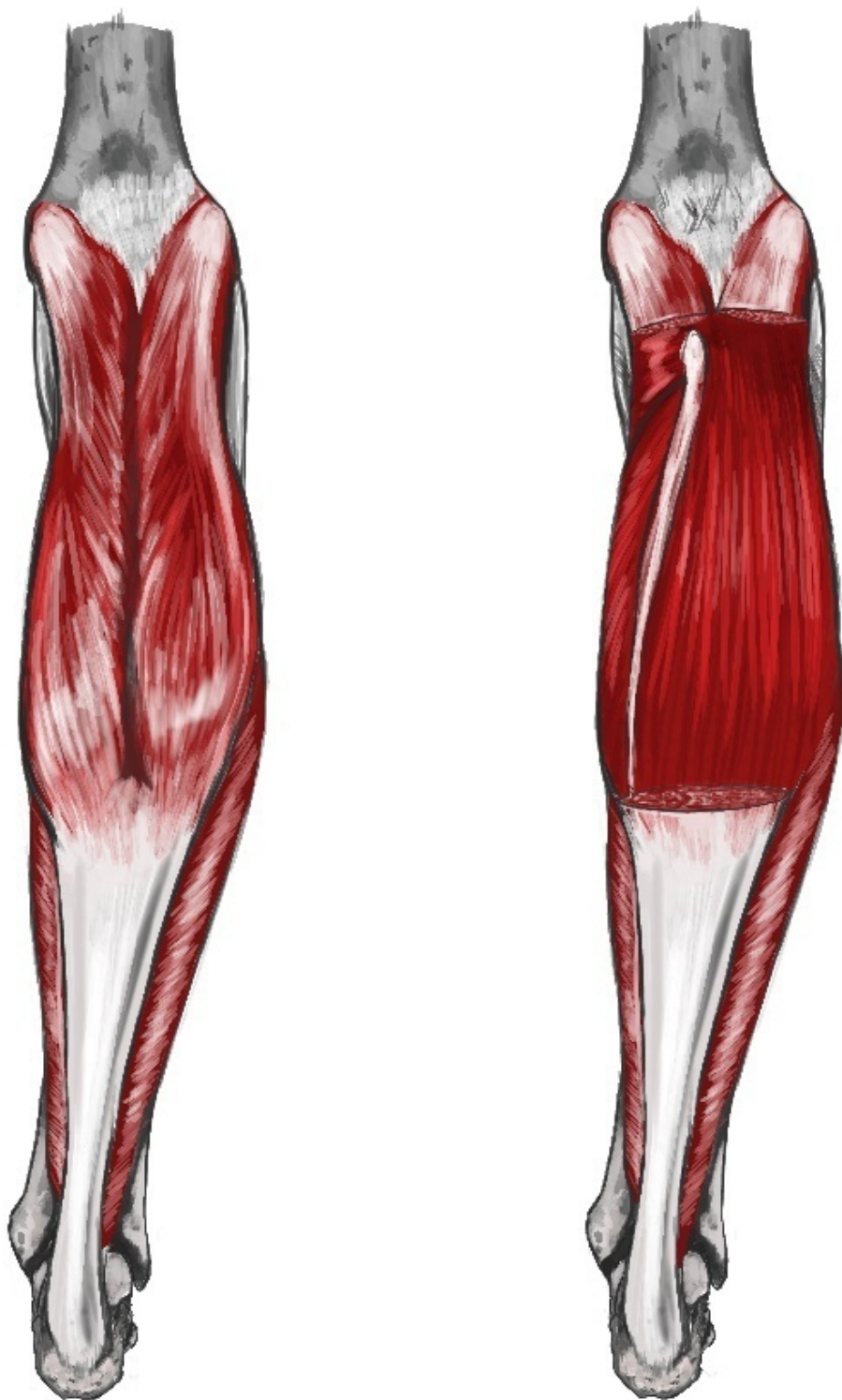


Рисунок 13 – Задняя мышечная группа

Глубокий слой мышц голени состоит из длинного подошвенного сгибателя пальцев, длинного подошвенного сгибателя большого пальца и задней большеберцовой мышцы. Длинный подошвенный сгибатель пальцев начинается на задней поверхности большеберцовой кости, проходит четырьмя отдельными сухожилиями до 2-5 пальцев. Концентрически выполняет сгибание 2-5 пальцев. Длинный сгибатель 1 пальца начинается от задней поверхности малоберцовой кости, проходит по подошвенной части стопы и далее между сесамовидными костями у основания 1 пальца, где крепятся к первому пальцу. Концентрически выполняет сгибание 1 пальца. Длинные сгибатели пальцев, располагаясь в глубоком мышечном слое на задней поверхности голени, выполняют функцию, полностью противоположную функции длинных разгибателей пальцев, располагающихся на передней поверхности голени. Задняя большеберцовая мышца берет свое начало от задней поверхности большеберцовой и малоберцовой костей, далее проходя сзади и книзу от наружной лодыжки через подошвенную часть стопы, прикрепляется к ладьевидной, клиновидным и 2-4 плюсневым костям. Концентрически производит разгибание голеностопа, приведение стопы, сближает берцовые кости друг к другу. Изометрически удерживает стопу от пронации, особенно в положении *demi-pointe*. Эксцентрически – контролирует оптимальное положение суставов стопы и голеностопа при выполнении *plie, releve* (рис. 14).



Рисунок 14 – Глубокий слой мышц

Мышцы, расположенные на самой стопе, можно разделить на тыльные и подошвенные мышцы. Они визуальны приведены на рисунке 15. Отдельно описывать их не вижу смысла,

скажу только, что мышцы на тыльной стороне стопы связаны с разгибанием пальцев, а на подошвенной стороне – со сгибанием пальцев, отведением и приведением 1 пальца. Выделить можно мышцу, отводящую 1 палец, так как она напрямую участвует в увеличении продольного свода.

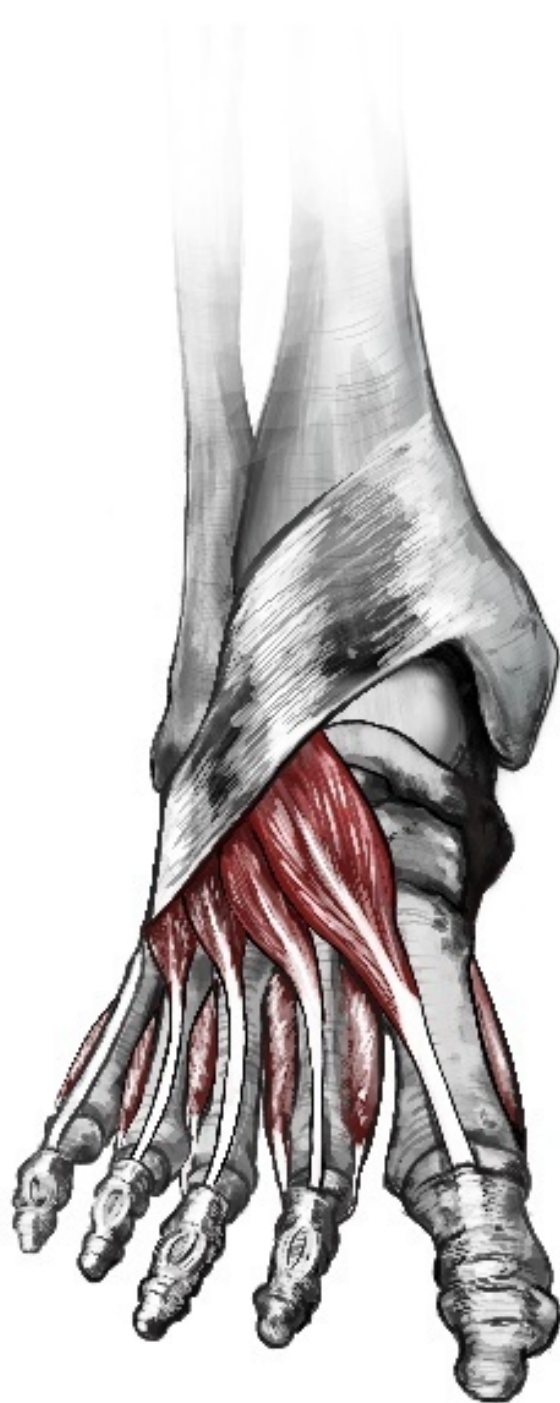




Рисунок 15 – Мышцы стопы. Тильная поверхность слева, подошвенная – справа

Нормальная анатомия стопы человека будет не сильно отличаться от нормальной анатомии стопы балерины. Но функционально мы будем видеть две абсолютно разные структуры. Важно, чтобы тот функционал стопы балерины развивался без выраженного вреда для структуры стопы, поскольку сильное изменение структуры будет нести в том числе и негативные последствия. Эти последствия будут мешать и в жизни, и в профессии.

Минимизировать влияние профессиональных движений на формирование структуры стопы вполне возможно. Для этого нужно разобраться в этапах формирования стопы: с какого возраста и какие движения выполнять можно, а какие нет.

ГЛАВА 2. Этапы формирования стопы

Будущая балерина рождается обычным ребенком, и её стопа точно такая же, как и у нормального ребенка. Далее уже под воздействием специальной физической нагрузки мы можем наблюдать интересные изменения в подвижности суставов стопы. Степень выраженности этих изменений будет зависеть от многих факторов. В том числе и врожденные особенности соединительной ткани, и интенсивность специальных упражнений, и возраст, в котором эти упражнения внесены в программу подготовки, и специальная балетная обувь (пуанты), в которой выполняются упражнения. Каждый из приведенных выше факторов окажет влияние на формирование стопы, какой-то меньше, какой-то больше.

Детский и подростковый возраст характеризуется достаточно серьезными и внешними, и внутренними изменениями. Данные трансформации эти связаны с ростом и развитием ребенка.

Индивидуальное развитие детского организма подчиняется принципам физиологии. Среди них – этапность, разные темпы развития (гетерохронность), периоды повышенной чувствительности (сенситивность), биологическая надежность и так далее.

Индивидуальное развитие анатомических особенностей стопы под воздействием физической нагрузки будет иметь системную, а не биологическую природу. Целью тренировки стопы у балерины является: расширение функционального диапазона (подвижность, контроль); повышение биологической надежности (стабильность); достижение максимальной производительности (оптимальный контроль со стороны нервной системы). А следствием тренировки будет: перестройка структуры стопы (адаптация); повышение надежности системы в процессе специфической нагрузки (стабилизация), повышение эффективности функций (экономия ресурсов нервной системы).

Правильно построенная система развития стопы защитит организм от ненужных изменений в структуре, что сохранит ее здоровье и долголетие.

Понятия «рост» и «развитие», хоть их и принято упоминать вместе, являются совершенно отдельными. Процессы роста – это количественные изменения, а процессы развития – качественные. Говоря про физическое развитие ребенка, мы часто мысленно ставим знак равенства между процессами роста и развития. Но в итоге эти процессы имеют разные целевые функции и ведут к появлению двух разных рядов следствий. Хотя именно совместно процессы роста и развития приведут к формированию здоровой балетной стопы.

Следствиями роста будут: увеличение размеров стопы, увеличение массы мышц. А следствиями развития будут: формирование стопы, повышение эффективности функций, повышение надежности структуры. Думаю, разница заметна. P. S. Для развития стопы совершенно бесполезно увеличивать мышечную массу, «качая» стопу с резинкой, так как это следствие роста, а не развития!

Неравномерность роста ребенка вовсе не случайна. Это природой заложенные механизмы количественной и качественной перестройки. На уровне целого организма эти периоды чередуются. Еще в 1966 году выдающийся советский цитолог Л. Н. Жилкин сказал: «Работающая клетка не делится, а делящаяся клетка не работает». Другими словами, рост и развитие – два совершенно несовместимых процесса. Это автоматически приводит к периодизации роста или появлению ростовых скачков у детей, когда ребенок активно растет, то есть клетки делятся. И появлению периодов развития, когда рост останавливается и преобладает качественное изменение (функциональные).

Индивидуальное развитие можно условно разделить на периоды, последовательные циклы процессов развития и роста организма.

Первый период – с 3 до 7 лет. Развитие происходит с 3 до 4,5 лет, а рост – с 4,5 до 7. Второй период – с 8 до 12 лет – начало пубертатных процессов. Развитие – с 8 до 9, а рост – с 10 до 12 лет. Третий – с 13 до 16 лет – завершение пубертатных процессов. Развитие – в 13 лет, а фаза роста – 14-16 (Сонькин В. Д.).

В каждом возрастном периоде выделены две фазы. Первая связана с торможением ростовых процессов и формированием новых качественных характеристик, вторая – с ускорением роста. Один из основных принципов физиологии развития – периодичность! Но не единственный.

Еще один принцип развития – периоды повышенной чувствительности, или сенситивные периоды. Эти периоды были хорошо описаны нобелевским лауреатом Конрадом Лоренцом и советским психологом Львом Семеновичем Выготским.

Сенситивный период – это временной диапазон, максимально благоприятный для развития той или иной функции. В какие-то периоды своего развития ребенок все будет схватывать на лету, а в какие-то его не заставишь это сделать. Существуют окна для благоприятного восприятия входящей информации, зависят они от созревания нервной системы. Очень важно именно в сенситивный период обучать ребенка определенному умению.

Головной мозг у ребенка развивается через получение разных стимулов со своих рецепторов – датчиков, расположенных в глазах, языке, носу, коже. Я уже писал об этом ранее. Сенситивные периоды в развитии ребенка определяются последовательным созреванием определенных участков головного мозга. Знание этих периодов позволяет создать вокруг ребенка подходящую среду для развития навыков, которые связаны с развитием определенных структур мозга.

Сенситивный период сенсорного развития (в том числе и прикосновение) длится с 0 до 5,5 лет (М. Монтессори). Это то время, когда головной мозг ребенка будет развиваться при получении новых сенсорных стимулов. Один из них – прикосновение. Вот почему так важно гладить своего ребенка, трогать его разными предметами, позволять малышу бегать по разной поверхности: этот период подобные раздражители важны для развития. Важны для формирования карты тела, на основании которой он будет выполнять движение.

Сенситивный период движений длится от 1 мес. до 4 лет. Это то время, когда головной мозг ребенка открыт к развитию через двигательную активность. Время, когда нужно уделять больше внимания подвижным играм, а еще лучше – с прикосновениями (прятки, пятнашки). Если мы посмотрим на стопу новорожденного, то увидим, что она совершенно плоская. Стопа будет адаптироваться, в том числе приобретая арочное строение, особенно в сенситивный период. Когда, переходя в вертикальное положение, головной мозг ребенка открыт к этому, он начнет менять строение стопы для получения рессорной функции.

Каждый из сенситивных периодов требует особого внимания со стороны родителя и педагога для оптимального развития функции.

Все это вместе взятое приведет к повышенной специфичности реакции. То есть головной мозг научится различать разные стимулы и по-разному на них реагировать. Выполнять более тонкие и точные движения, тратя на это меньше мозговой энергии.

Подводя промежуточный итог, необходимо заметить, что степень зрелости, сформированности стопы – это уровень и завершенность каждого этапа развития, и это кладет пределы тех педагогических и иных воздействий, которые мы можем оказывать на детский организм, не причиняя ему вреда.

Рассмотрим более подробно этапы формирования стопы, а также моменты, на которые следует обращать больше внимания.

Как я уже писал ранее, ребенок рождается с плоской стопой. И в этот момент головной мозг ребенка как чистый лист, карта тела еще абсолютно не сформирована. И тут ему требуется

помощь в виде различных прикосновений. Чем больше внешних раздражений сейчас получает головной мозг от стопы, тем более развитой она будет в дальнейшем.

Далее к году ребенок начинает вставать на ноги, он уже сам может рисовать свою карту тела, ходя по разной поверхности, а также получая информацию от мышц, поддерживающих его вертикальное положение и принимающих участие в движениях стопы. Ребенок растет, стопа постепенно адаптируется, открыты сенситивные периоды, которые усиливают интерес головного мозга к этой информации.

Ближе к трем годам начинает формироваться арочное строение стопы, это объясняется первым периодом развития стопы, она перестраивается, чтобы приобрести рессорную функцию, структура меняется. Все это происходит поэтапно, сначала головной мозг рисует карту тела, а потом меняет форму стопы, адаптируя ее под новую функцию. Если же мы в этот момент уменьшаем поступление информации в мозг, например, ограничивая подвижность (супинатор) либо нося обувь с жесткой подошвой, то мы ограничиваем возможность движений стопы либо получения разной информации от поверхности. Тем самым не даем головному мозгу ребенка необходимой информации для его полноценного развития. Я думаю, что уже становится понятно, к чему я клоню: нельзя ограничивать развитие ребенка, лишая его оптимальных условий.

С 4,5 до 7 лет идет период роста. Стопа еще достаточно податлива, так как все зоны роста еще открыты, очаги окостенения только формируются. В это время лучше не внедрять специальных упражнений, так как в период роста функциональное развитие менее эффективно, если не сказать, что вообще не эффективно. Моменты активного роста и так являются большим стрессом для организма ребенка. Если мы вспомним график, где мы обсуждали адаптацию к раздражителю (рис. 1), то станет понятно, что в периоды роста важно сохранить то функциональное состояние, которого удалось добиться в периоды развития. Иначе получится слишком большой уровень воздействия на головной мозг, что приведет к срыву адаптации. А в современном мире актуально ставить детей на пуанты в этом возрасте, основываясь лишь на мнении педагога о готовности стопы ребенка, что крайне неверно и несет в себе опасность для здоровья. Поэтому в этот период следует оставлять ту нагрузку, которая и была до его начала, то есть общефизическую. Это подвижные игры.

Далее – 8-9 лет, когда следует больше времени уделять развитию новых навыков. Это тот момент, когда нужно готовить стопу к смещению массы тела на поперечный свод. Сейчас головной мозг и стопа ребенка готовы к этому. Кости стопы уже достаточно плотные, связочный аппарат уже может достаточно уверенно поддерживать структуру стопы. Упражнения для увеличения балетного подъема не окажут такого выраженного негативного эффекта, как еще пару годами ранее. Поэтому самое время этим заниматься активно. Начало изучения пальцевой техники, при выполнении всех требований, возможно к концу этого периода (история, теоретические основы, постановка стопы, но не выполнение элементов на пуантах и тем более не исполнение вариаций). Здесь необходимо заложить хорошую базу новых навыков, чтобы закреплять их в дальнейшем.

Период активного роста – 10-12 лет – должен быть посвящен тренировке стабильности стопы, так как помимо активного роста стремительно увеличивается масса тела ребенка, что оказывает дополнительное воздействие на стопу. Именно поэтому нужно добавить стабилизации, чтобы сохранить тот баланс стабильности и мобильности, которого удалось добиться в 8-9 лет. В этот период обычно стремительно возрастает физическая нагрузка, а стопа, как конечное звено кинетической цепи, должна ее компенсировать. Пассивное увеличение балетного подъема не приветствуется в этот период, поскольку стопа и так резко увеличивается в размерах, оказывая повышенное воздействие на связочный аппарат.

Далее период развития новых навыков – 13 лет. Стопа к этому моменту должна быть достаточно мобильна и стабильна. Время развивать контроль, выполнять специальные упраж-

нения на нестабильной поверхности для улучшения проприоцепции, координации движений. Если до этого периода стопа развивалась гармонично, то сложно что-то испортить. Сейчас опорно-двигательный аппарат ребенка готов почти к любой нагрузке.

И, наконец, период 14-16 лет, когда идет половое созревание: важно сохранить полученные навыки и возможности своего тела. Зоны роста уже понемногу начинают закрываться, костная ткань становится более плотная, организм почти завершает свое формирование. Важно сохранить правильную технику выполнения элементов, закрепляя тысячами повторений. Нервная система становится более совершенной, следовательно, сохранять контроль постановки стопы получается все проще.

Конечно, это примерные этапы формирования стопы. Все очень индивидуально, но основные принципы физиологии развития игнорировать нельзя. Внедрение специальных упражнений с переносом массы тела на поперечный свод у детей 3-5 лет, несомненно, приведет к неприятным состояниям либо заболеваниям стопы. Так как головной мозг не готов к такой нагрузке, так как кости стопы еще мягкие и податливые – все это понемногу отложит свой отпечаток, по капельке. Но, цепляясь одно за другое, это повлияет на нормальную биомеханику движения. На взаимосвязь костей, связок, мышц, на привычные стереотипно повторяющиеся движения, что в свою очередь будет влиять на самое первое звено – структуру (анатомию).

ГЛАВА 3. Биомеханика движений стопы

Все анатомические образования (кости, связки, мышцы) собраны в единую структуру, которая позволяет выполнять определенные функции. Отдельное знание анатомических образований, конечно, необходимо, но куда важнее знать, как они друг с другом взаимодействуют.

Далее станет понятно, что тренировка отдельных мышечных групп (изолированные упражнения) не приведет к ожидаемому результату, если речь идет о качестве движения. Всю анатомию необходимо воспринимать как подвижную структуру со своими закономерностями и взаимосвязями. Взаимосвязями, позволяющими распределять коэффициенты инерции, силу гравитации и т. д.

Объяснить взаимодействие структурных элементов стопы будет проще со стороны геометрии, представленной в тенсегрити-моделях. Они достаточно хорошо описаны многими авторами. С их помощью объясняется сочетание мобильности и стабильности опорно-двигательного аппарата.

Тенсегрити-модель, в отличие от моделей сжатия и натяжения, позволяет распределять силу воздействия и остается устойчивой во внешней среде.

Сами по себе тенсегрити-модели более упругие, что позволяет им приспосабливаться к окружающему миру. При оказании давления на один из углов этой модели вся структура перестроится, чтобы адаптироваться к новым условиям. Не напоминает стопу?

Если вспомнить анатомию стопы, где мы говорили про функцию движения, позволяющую адаптироваться к поверхности, и опорную функцию, позволяющую удерживать всю массу тела, становится понятно, насколько точно тенсегрити-модель может описать биомеханику движения стопы.

Для более полного понимания разделим мышцы на синергисты и антагонисты.

Синергисты – это мышцы либо мышечные группы, выполняющие однонаправленное движение в определенном суставе. Например, передняя большеберцовая и задняя большеберцовая, они обе концентрически будут выполнять супинацию стопы – функция одной дополняет функцию другой. Антагонисты – это мышцы либо мышечные группы, выполняющие противоположное движение в определенном суставе. Например, обе большеберцовые мышцы выполняют супинацию, а обе малоберцовые мышцы выполняют пронацию стопы – функция одной мышечной группы полностью противоположна функции другой.

Тенсегрити-модель будет стабильна при выполнении нескольких условий. Во-первых, это целостность всех структурных элементов (кости, связки, мышцы), а во-вторых, баланс элементов, работающих на сжатие (кости, связки), с элементами, работающими на растяжение (мышцы-антагонисты).

Одним из принципов сохранения здоровья опорно-двигательного аппарата, стопы в том числе, является взаимоотношение мышц-антагонистов. Как мы уже знаем, это мышцы, выполняющие противоположную функцию. Есть даже такое понятие, как «пара сил». То есть мышцы-антагонисты должны быть примерно равной силы, или получится, что одна мышечная группа будет «перетягивать» другую, и это нарушит принципы тенсегрити, что приведет к потере стабильности структуры. Следовательно, это негативно скажется на функции того или иного региона тела.

Если же описывать модель стопы проще, необходимо сделать акцент на возможные движения стопы и голеностопного сустава и определить те самые тенсегрити-модели на конкретных примерах.

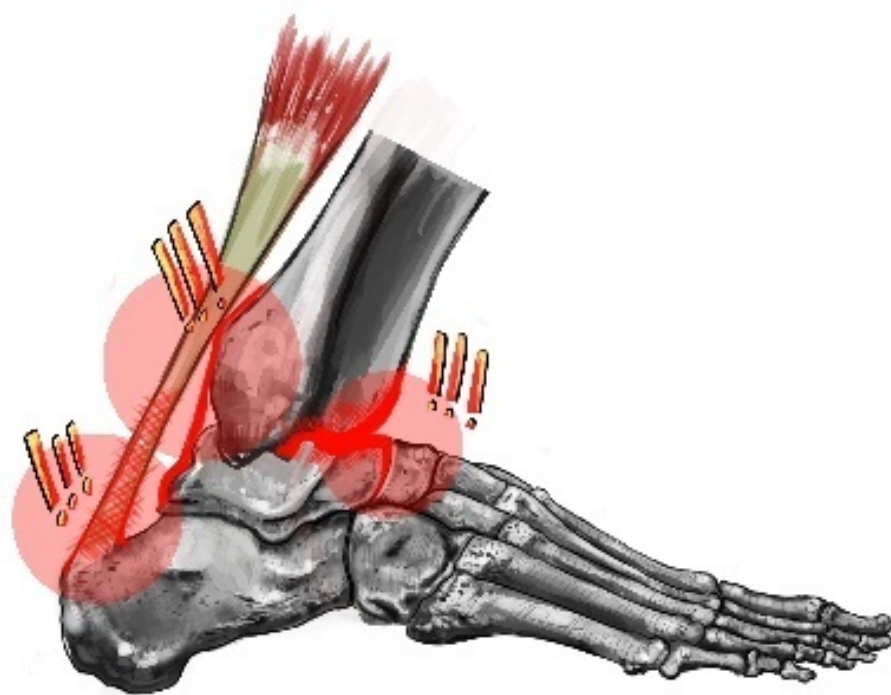
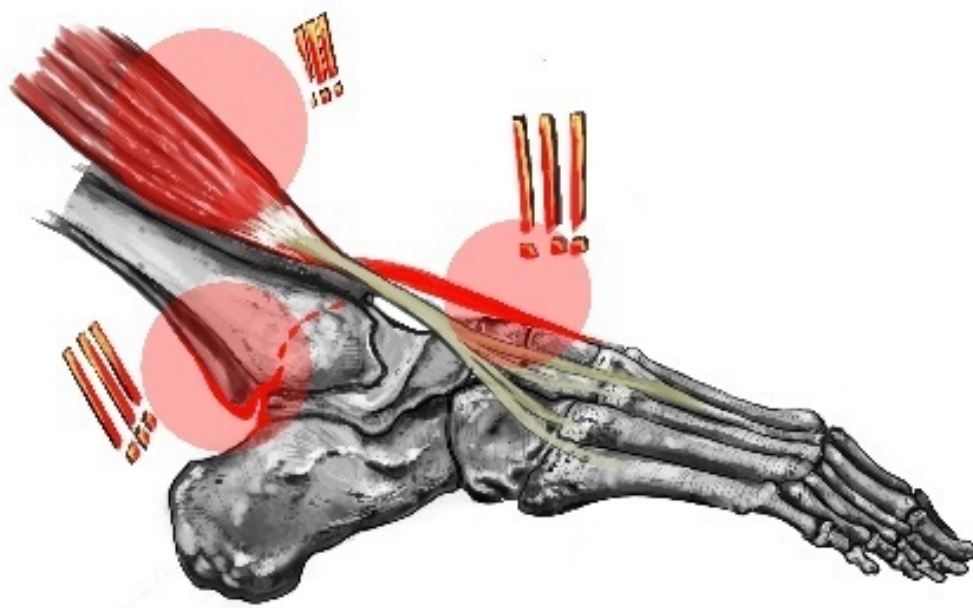
Голеностопный сустав имеет одну степень свободы, то есть в нем возможно движение только в одной плоскости. И это будет сгибание и разгибание стопы относительно костей голени.

Сгибание в голеностопном суставе мы будем называть flex, когда расстояние между костями голени и стопой уменьшается. А разгибанием будет pointe, когда это расстояние увеличивается. Но, что интересно, на стопе движения пальцев и движения в суставах стопы будут называться наоборот. Сгибание пальцев (вытягивание) будет называться pointe, а разгибание пальцев (сокращение) – flex. Это особенность обозначения движения в суставах.

Объем движений зависит от нескольких факторов. Во-первых, это костные ограничители, во-вторых, натяжение связок и, в-третьих, мышечный фактор.

Сгибание в голеностопном суставе может ограничиваться за счет костного контакта между таранной и большеберцовой костями, также за счет натяжения капсульно-связочного аппарата и за счет повышения мышечного тонуса икроножной мышцы (рис. 18).

Разгибание в голеностопном суставе, то есть вытягивание стопы, может ограничиваться за счет костного контакта, но тут уже задний край большеберцовой кости контактирует с таранной костью, ограничивая дальнейшее движение. Точно так же как и в сгибании, разгибание может ограничить капсульно-связочный аппарат, но уже в передней поверхности сустава. И повышенный мышечный тонус мышц-сгибателей стопы, расположенных на передней и наружной поверхности голени (рис. 16).



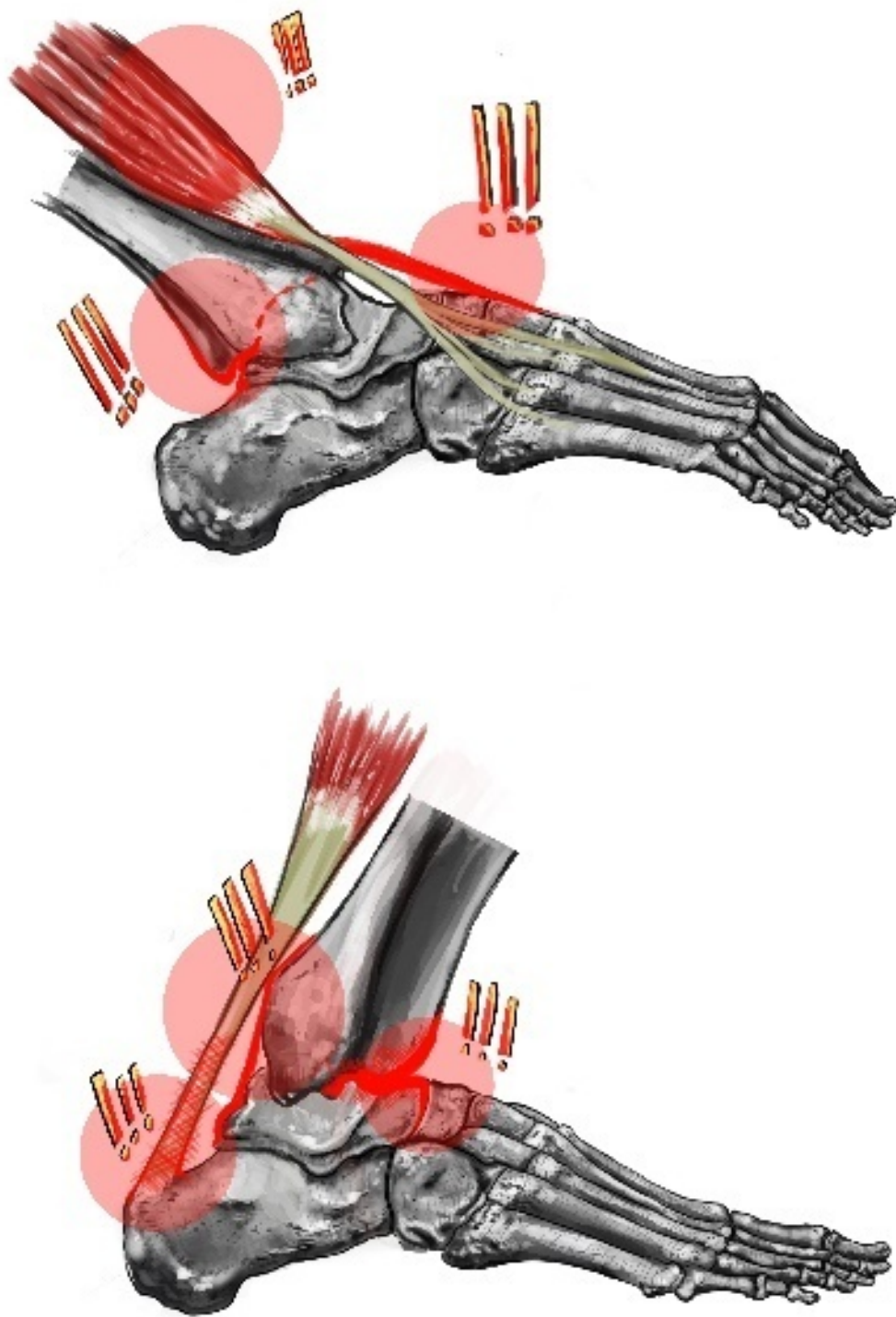


Рисунок 16 – Факторы, ограничивающие сгибание и разгибание в голеностопном суставе

Если мы вспомним строение голеностопного сустава, то зададимся интересным вопросом: «Почему голень состоит из двух костей?» Все очень просто: это необходимо, чтобы подстраиваться под строение тарана. Таранная кость имеет неравномерную суставную поверхность, которая чуть шире спереди и уже сзади. Это сделано для того, чтобы обеспечить повышенную стабилизацию голеностопного сустава при повышении осевой нагрузки во время шага. Когда происходит максимальное сгибание в голеностопном суставе, таранная кость под силой оказываемого давления прижимается к берцовым, тем самым немного раздвигая их, так как ее передний край более широкий. Эта конструкция очень стабильна и является результатом тысячелетней адаптации к прямохождению. Но когда стопа разгибается, контакт между берцовыми и таранной костью становится меньше из-за сокращения ее задней части. И тут в работу включается задняя большеберцовая мышца, которая берет свое начало от обеих берцовых костей и направляется через голеностопный сустав к стопе. Тут ее функция очень важна, так как она начинается от обеих костей голени и активно участвует в разгибании стопы (вытягивании) вместе с трехглавой мышцей голени. Результатом ее сокращения будет сближение костей голени при разгибании голеностопного сустава, тем самым берцовые кости будут плотно обхватывать таранную (рис. 17).

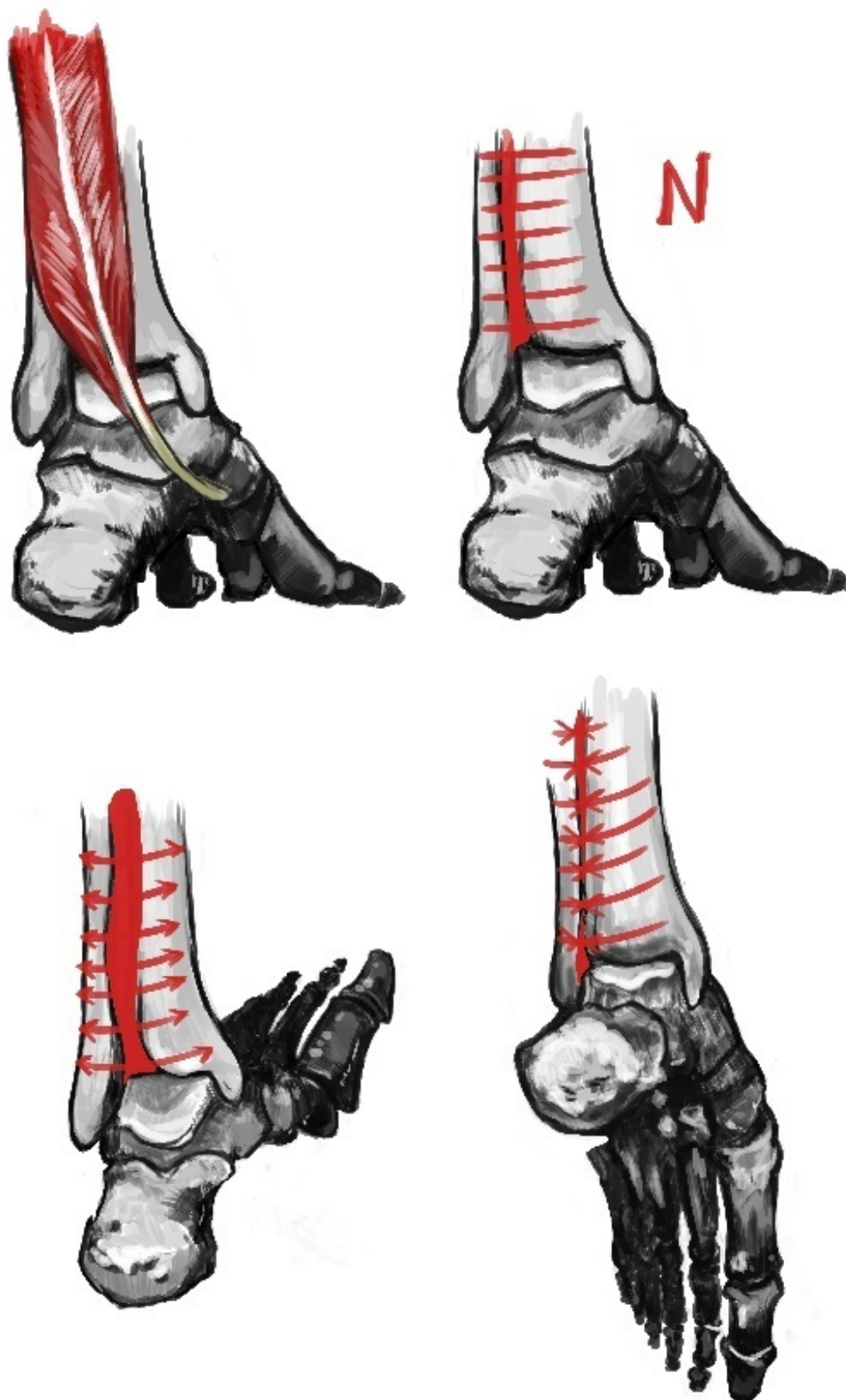


Рисунок 17 – Влияние задней большеберцовой мышцы на кости голени

Это важно в положении demi-pointe и pointe. Особенно это нужно понимать, когда дается осевая нагрузка в раннем возрасте. Пока ладьевидная кость не закончила свое окостенение,

лучше избежать выполнения элементов на пальцах и полупальцах, так как это может сформировать два ядра окостенения ладьевидной кости, что в итоге сформирует добавочное костное образование с внутренней части стопы и может негативно сказаться на стабильности голеностопного сустава в положении *pointe*.

Многие авторы называют голеностопный сустав самым крупным суставом стопы, то есть не выделяют его отдельно. Так как к таранной кости не прикрепляется ни одной мышцы, все они проходят мимо нее и крепятся к окружающим костям.

В этой главе, рассматривая биомеханику движений стопы, мы тоже поговорим об этих суставах совместно.

Большинство суставов стопы работают в плотном взаимодействии. Это необходимо для равномерного распределения тех сил, что действуют на стопу во время опоры. Вес тела, который передается по всей нижней конечности, приходит в таранную кость, откуда рассеивается по всей стопе. Поэтому она имеет арочное строение (рис. 18).

Вся масса тела будет распределяться на 3 точки. Половина нагрузки с таранной будет направлена на задний отдел стопы к пяточной кости, где на ее подошвенной стороне и будет располагаться первая точка опоры. А другая половина нагрузки рассеивается на передний отдел стопы, распределяясь 2:1, две части нагрузки на первый плюснефаланговый сустав и одна часть на пятый плюснефаланговый сустав. Эта треугольная структура позволяет равномерно рассеивать нагрузку на всю площадь стопы. Неадекватное распределение нагрузки влечет за собой повышенный стресс и потенциально негативно сказывается на всей структуре.

Суставы стопы адаптированы для изменения формы и величины сводов, чтобы она могла спокойно подстраиваться к разной поверхности. Таким образом, они выполняют важную амортизационную задачу.

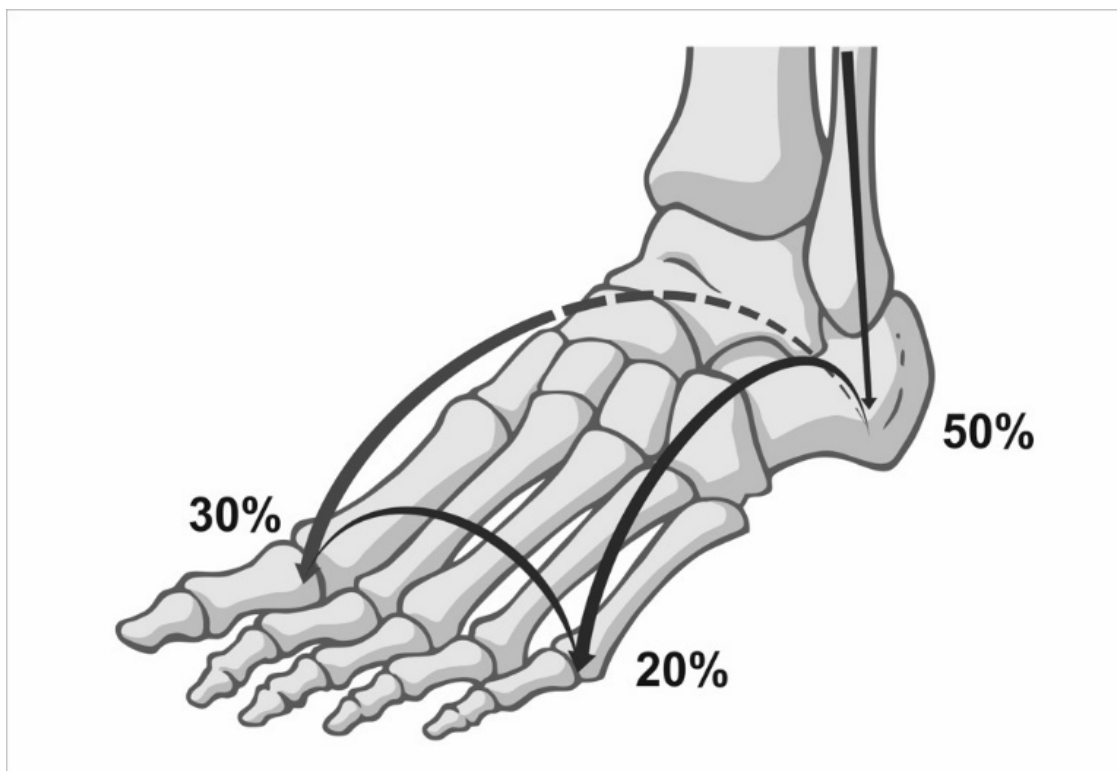


Рисунок 18 – Арочное строение стопы

Кроме того, эти суставы могут ориентировать положение стопы в пространстве, чтобы подошва имела оптимальную установку в отношении плоскости опоры независимо от положения костей голени и степени наклона поверхности.

Стопа имеет три степени свободы, то есть возможны трехплоскостные движения. Это пронация и супинация.

Пронация – свод уплощается, становится более длинным, и пяточная кость наклонена верхним краем внутрь стопы.

Супинация – свод становится более высокий, стопа укорачивается, и пяточная кость наклонена верхним краем наружу.

Пронация и супинация – это необходимые движения в стопе, они помогают снизить осевую нагрузку и стабилизировать суставы (рис. 19).



Рисунок 19 – Пронация и супинация

Сбалансированная работа мышц голени и костей стопы позволяет стопе сохранять ее основные функции: оставаться стабильной и мобильной. Формирование стабильно-мобильной конструкции голеностопного сустава и стопы – ключевая цель тренировок у балерины.

Заметьте, не все крутится вокруг мобильности, то есть заниматься только лишь увеличением амплитуды возможных движений в корне неверно, так как это сильно навредит опорной функции.

Во время выполнения *relevé* происходит концентрическая работа мышц задней поверхности (трехглавой мышцы голени) и задней большеберцовой мышцы. Как я писал ранее, работа задней большеберцовой крайне важна, так как она подгоняет по размеру две берцовые кости относительно таранной. А за счет активной работы трехглавой мышцы голени балерина может выполнить *demi-pointe*. И далее важно, чтобы при стабильном голеностопе в стопе не совершалось ни пронации, ни супинации. Это обеспечивает пара сил передней большеберцовой и длинной малоберцовой мышц. Прикрепляясь к ладьевидной кости с противоположных сто-

рон, передняя большеберцовая будет стремиться сделать супинацию, а длинная малоберцовая – пронацию. И тут важно, чтобы эти мышцы мозг контролировал, чтобы у них была слаженная работа (рис. 20).



Рисунок 20 – Пара сил большеберцовой и малоберцовой мышц

Еще одна важная структура на стопе, функцию которой необходимо описать, – это плантарный апоневроз (рис. 21).



Рисунок 21 – Плантарный апоневроз

Многие авторы описывают функцию плантарного апоневроза как лебедку. Его задача – поддерживать арочную конструкцию стопы. Прикрепляясь к пяточной кости, он проходит по подошвенной части стопы и оканчивается на поперечном своде. При выполнении разгибания всех пальцев плантарный апоневроз натягивается и свод становится более выражен, а стопа немного короче, то есть происходит небольшая супинация. Эта структура будет помогать трехглавой мышце голени в *relevé*, обеспечивая определенную стабильность стопы.

От смещения среднего отдела стопы вперед в положении *pointe* будет ограничивать таранно-ладьевидная и Лисфранкова связки. Когда знаешь основное предназначение связок, пропадает желание их насильственно растягивать, поскольку растянуть их невозможно. Однако все пытаются их тянуть с применением дополнительного отягощения, об этом я расскажу в разделе «Заболевания стопы». Все же хотят красивый «балетный» подъем, и как раз он зависит от этих двух крупных связок (рис. 22).

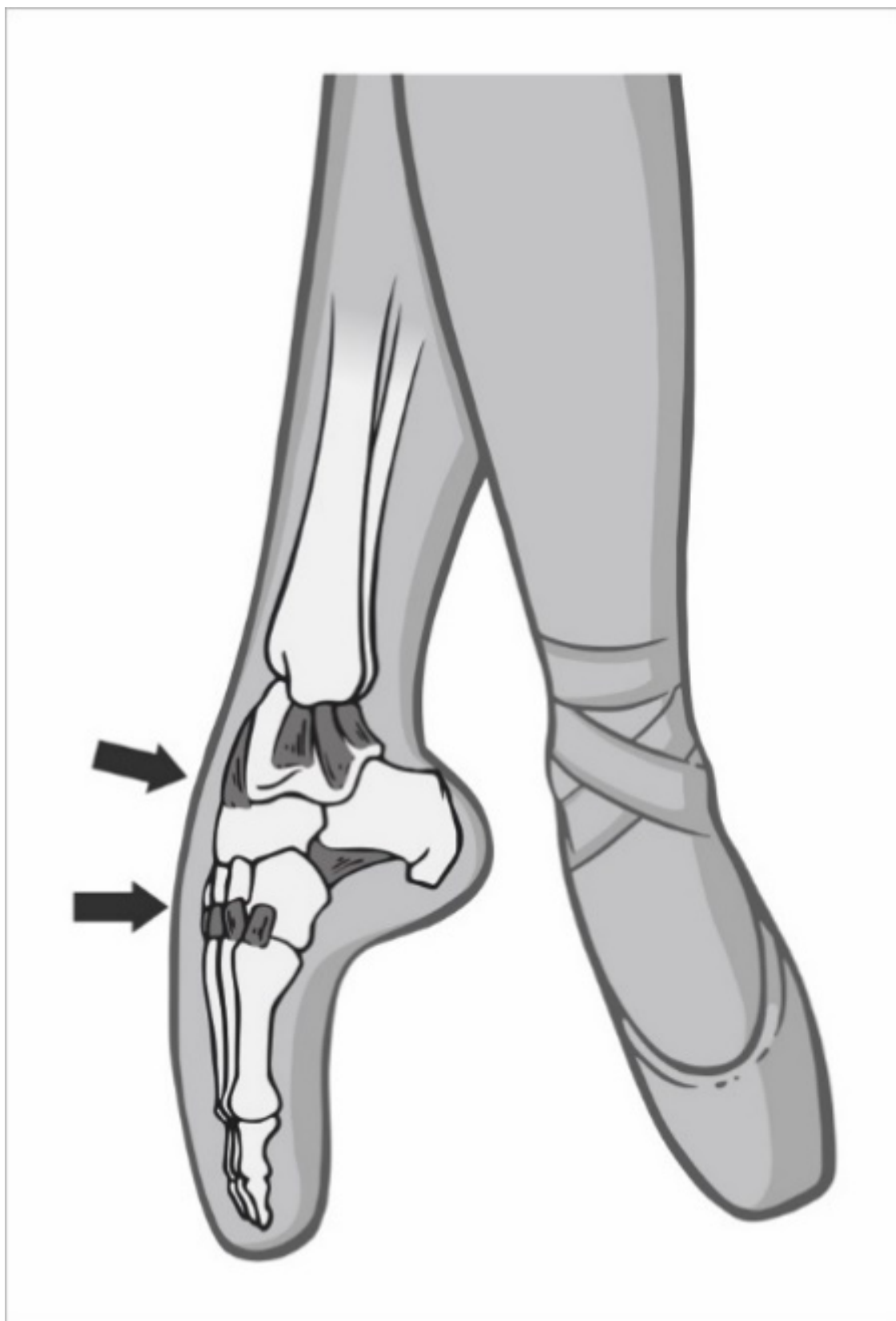


Рисунок 22 – Балетный подъем

При переносе центра масс на поперечный свод, например, в позиции *demi-pointe*, либо при пальцевой технике вся нагрузка смещается на вторую и третью точку опоры (рис. 23).

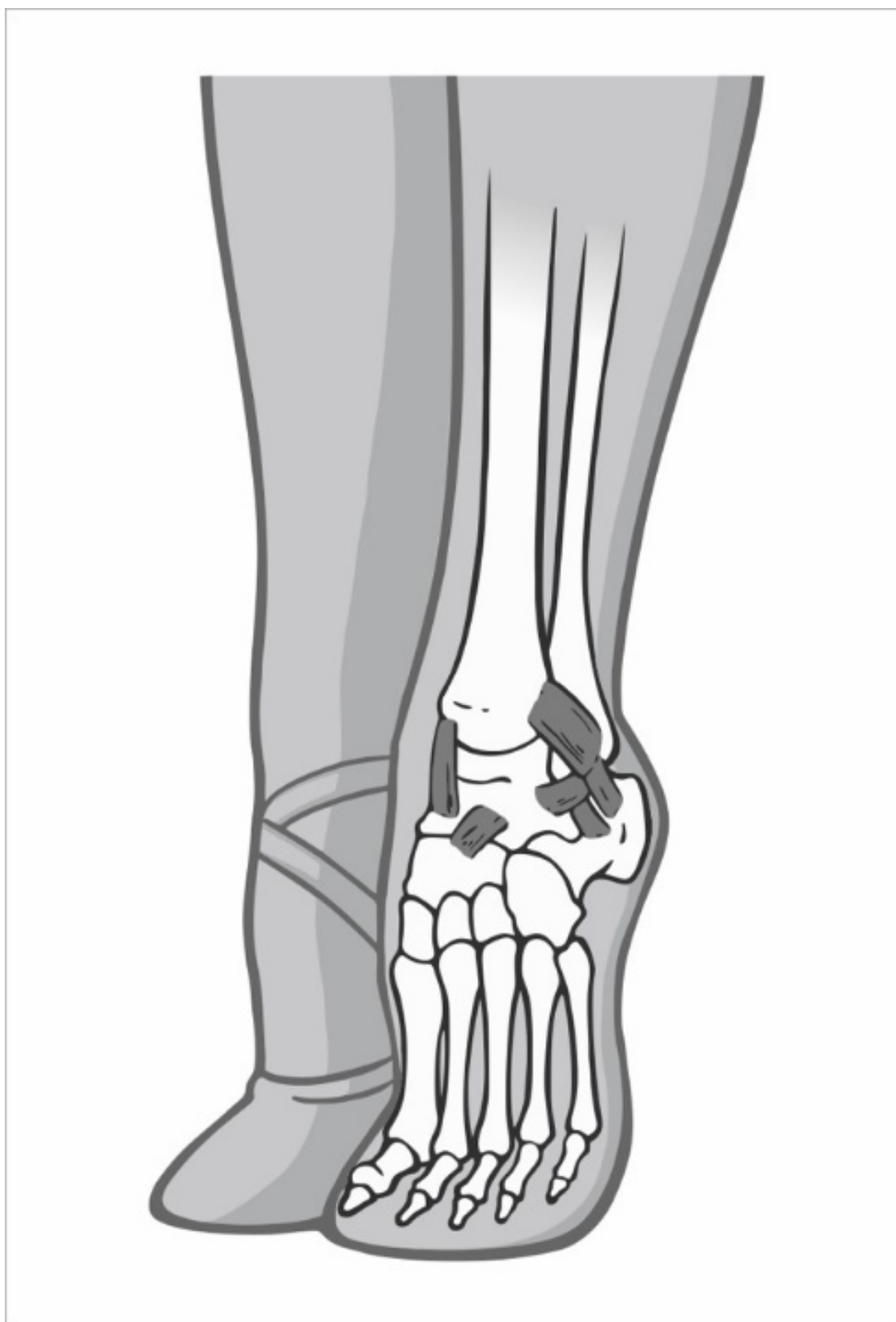


Рисунок 23 – Поперечный свод на полупальцах

Это значительно повышает давление на них, так как, напомним, на поперечный свод оказывается всего лишь 50 % давления. Если нагрузка приходится на середину арки, то в результате повышения давления на нее арка скомпенсирует и станет более плоской, что является нормальным. Если центр масс в позиции *demi-pointe* находится не на середине арки, а на ее краях, допустим на 1, либо 5 плюснефаланговом суставе, то компенсации увеличения давления не произойдет, что уже является ненормальным, и в этом случае мы увидим отклонение либо первого, либо пятого пальца внутрь стопы.

Поэтому важно, чтобы крупные суставы стопы при выполнении хореографических элементов оптимально распределяли нагрузку за счет своего централизованного положения.

Подчеркивая важность положения стопы без излишней пронации, что очень часто распространено, необходимо знать, что совместно с пронацией происходит внутренняя ротация костей нижней конечности. Это происходит, так как в голеностопном суставе нет ротации, а есть только сгибание и разгибание, но при пронации пяточная кость совершает наклон верхней частью внутрь, тем самым таран смещается по ней немного внутрь, и так далее вся нижняя конечность. Простыми словами, завал стопы невозможен без внутренней ротации костей голени.

Почему это важно? Да потому что если не следить за положением стоп, а именно за «завалом стопы», то мы ворует сами у себя заветные сантиметры выворотности. Впрочем, это разговор не про стопу.

Сейчас у вас появилось представление, как работает стопа. Так давайте посмотрим, как выглядит стопа балерины в виде тенсегрити (рис. 24).

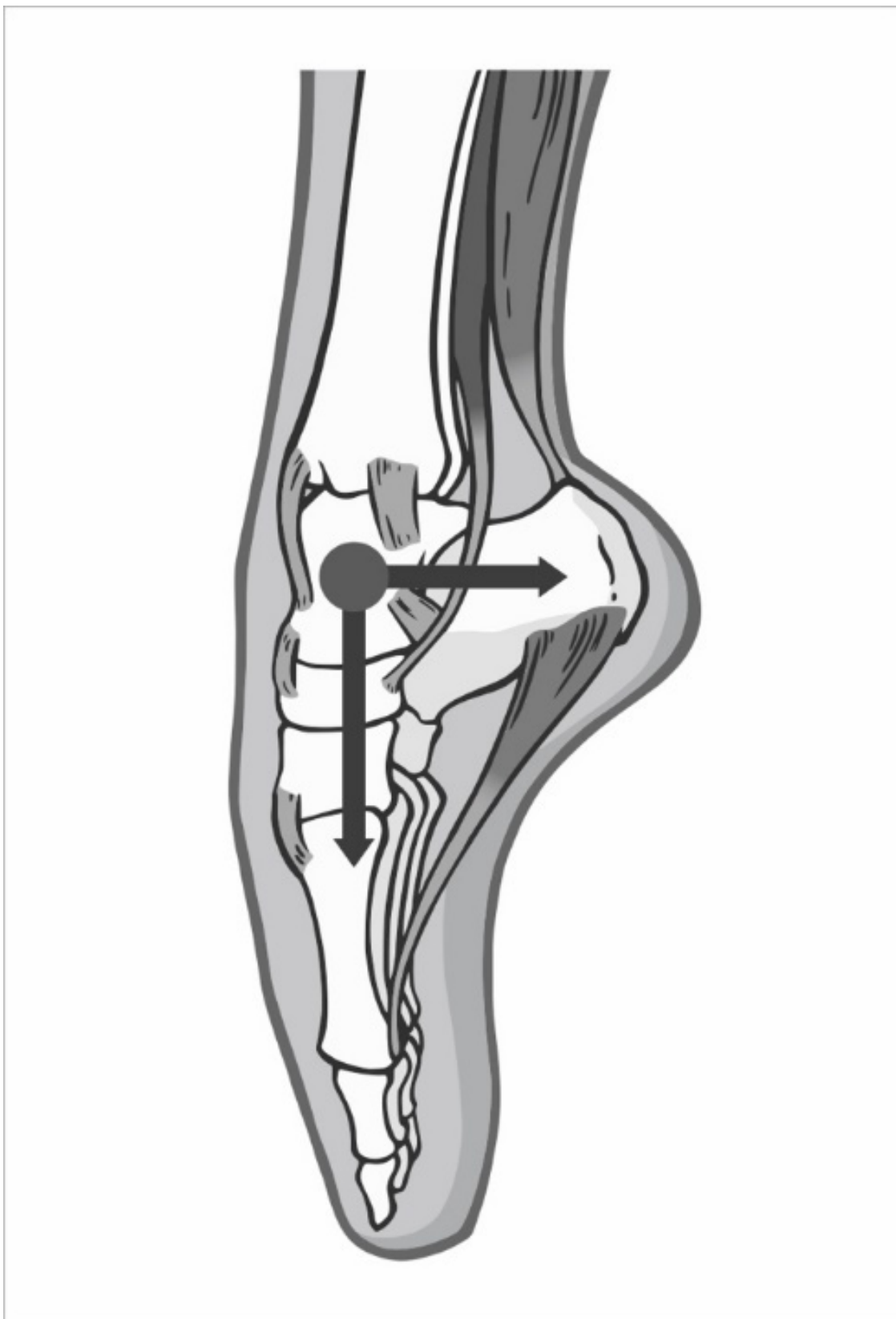


Рисунок 24 – Тенсегрити стопы балерины

Жесткость структуры будет обеспечиваться за счет костных образований, соединенных между собой связочным аппаратом. Центр масс будет приходиться на таран, откуда распределяться на три точки опоры стопы. В этом варианте большая часть нагрузки остается на плот-

ных структурах (костях). Важная работа лежит на передней большеберцовой и длинной малоберцовой мышцах, так как от их длины и натяжения будет зависеть постановка стопы.

При выполнении *demi-pointe* начинает активно включаться мышечная система. Концентрическое сокращение трехглавой мышцы голени поднимает первую точку опоры – пяточную кость, при этом передавая натяжение на подошвенный апоневроз, который, в свою очередь, удерживает супинированное положение стопы, обеспечивая стабильность всей структуры. Тут также крайне важна работа передней большеберцовой и длинной малоберцовой мышц. Но активно включается в работу еще одна мышца – задняя большеберцовая. За счет ее сокращения голеностопный сустав остается стабильным, две берцовые кости становятся плотно прижатыми друг к другу и к тарану.

Если какой-то из элементов работает не оптимально, то вся структура начинает перестраиваться. Например, в спокойном состоянии при изменении длины и натяжения передней большеберцовой и длинной малоберцовой мышц, когда тонус передней большеберцовой снижается, под воздействием массы тела в вертикальном положении стопа начинает пронаироваться, то есть свод становится менее выражен, стопа становится более длинная, пяточная кость верхним краем заваливается внутрь стопы, а кости голени ротируются внутрь (рис. 25).

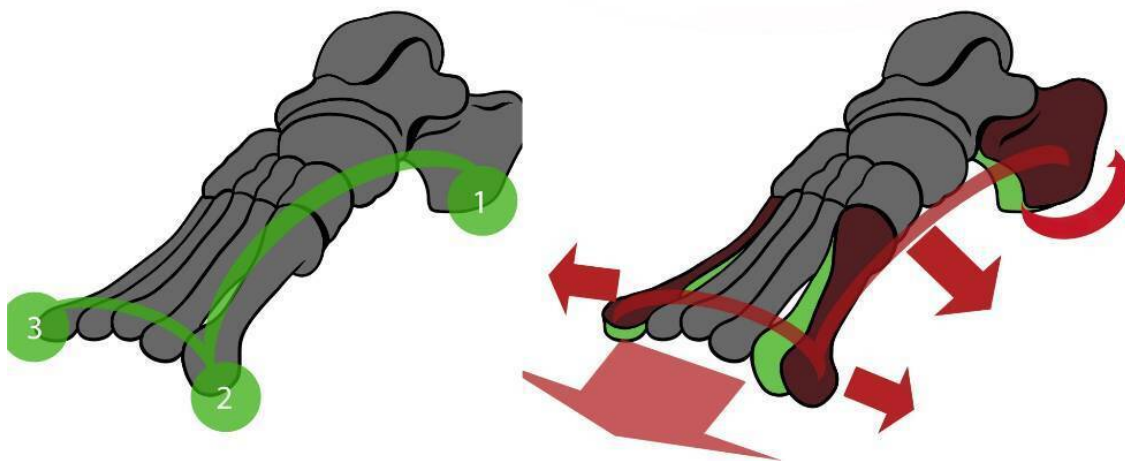


Рисунок 25 – Пронация и биомеханические изменения стопы (стрелками)

Структура будет сразу перестраиваться, адаптироваться.

Если в этом положении стопы выполнять *demi-pointe*, то пронированное положение сохраняется и очень большое натяжение приходится на заднюю большеберцовую мышцу, которая пытается в одиночку прижать кости голени друг к другу и к тарану. Из-за такого натяжения случается ряд заболеваний, в том числе и стрессовые переломы костей голени, когда длительное воздействие перерастянутой задней большеберцовой мышцы на кость приводит к повреждению места ее прикрепления и перелому кости. Также большая нагрузка приходится на плантарный апоневроз, который должен подтянуть стопу в супинированное положение, но из полностью противоположного состояния – пронации это сделать очень тяжело, поэтому он тоже испытывает определенные сложности, и временами повреждается место его прикрепления к пяточной кости, что называется пяточной шпорой.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.