

УДК 617

Мурсалов Анатолий Камалович

врач травматолог-ортопед,
Национальный исследовательский центр
травматологии и ортопедии имени Н.Н.Приорова

Tamerlanmursalov@gmail.com

Дзюба Алексей Михайлович

врач травматолог- ортопед, 13-е отделение,
Национальный исследовательский центр т
равматологии и ортопедии имени Н.Н.Приорова

Minzdrav2008@mail.ru

Магомедгаджиев Руслан Магомедгаджиевич

аспирант кафедры травматологии и ортопедии,
Национальный исследовательский центр травматологии и ортопедии имени
Н.Н.Приорова

Arthro@list.ru

Иванов Константин Сергеевич

рач травматолог-ортопед, 13-е Отделение,
Национальный исследовательский центр травматологии и ортопедии имени
Н.Н.Приорова

8-ortocito@gmail.ru

Шайкевич Антон Владимирович

врач травматолог-ортопед, 13 отделение,
Национальный исследовательский центр травматологии и ортопедии имени
Н.Н.Приорова

Avshaykevich@mail.ru

Anatoly K. Mursalov

Orthopedic Traumatologist,
N.N.Priorov National Research Center of Traumatology and Orthopedics
Tamerlanmursalov@gmail.com

Alexey M. Dzyuba

Orthopedic Traumatologist, Department 13,
N.N.Priorov National Research Center of Traumatology and Orthopedics
Minzdrav2008@mail.ru

Ruslan M. Magomedgadzhiev

Postgraduate student of the Department of Traumatology and Orthopedics,
N.N.Priorov National Research Center of Traumatology and Orthopedics
Arthro@list.ru

Konstantin S. Ivanov

Orthopedic Traumatologist, 13th Department
National Research Center of Traumatology and Orthopedics named after
N.N.Priorov

8-ortocito@gmail.ru

Anton V. Shaikevich

Orthopedic traumatologist, Department 13,
National Research Center of Traumatology and Orthopedics named after
N.N.Priorov
Avshaykevich@mail.ru

АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕРВОГО ПРЕДПЛЮСНЕ-ПЛЮСНЕВОГО СУСТАВА, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАЗВИТИЕ ДЕФОРМАЦИЙ ПЕРЕДНЕГО ОТДЕЛА СТОПЫ

ANATOMICAL AND PHYSIOLOGICAL FEATURES OF THE FIRST TARSAL-METATARSAL JOINT AFFECTING THE DEVELOPMENT OF DEFORMITIES OF THE FOREFOOT

***Аннотация.** В статье рассмотрены анатомо-физиологические особенности первого предплюсне-плюсневого сустава, влияющие на развитие деформаций переднего отдела стопы. Заболевания переднего отдела стопы составляют 90% всех заболеваний стопы, а вальгусная деформация большого пальца стопы (HVD) является наиболее распространенной. Хирургам-ортопедам необходимо знать подробную анатомию как суставов, так и сосудов стоп, чтобы предотвратить возможные осложнения и последствия. Если известны безопасные зоны и применяется осторожная хирургическая техника, общий риск ятрогенного повреждения сосудов может быть дополнительно снижен, а эффект от такого вмешательства будет достаточно высоким.*

***Ключевые слова:** первый предплюсне-плюсневый сустав, анатомо-физиологические особенности, передний отдел стопы, деформация.*

***Abstract.** The article discusses the anatomical and physiological features of the first tarsal-metatarsal joint, affecting the development of deformities of the forefoot. Diseases of the forefoot account for 90% of all foot diseases, and hallux valgus deformity of the big toe (HVD) is the most common. Orthopedic surgeons need to know the detailed anatomy of both joints and vessels of the feet in order to prevent possible complications and consequences. If safe zones are known and careful surgical techniques are used, the overall risk of iatrogenic vascular damage can be further reduced, and the effect of such an intervention will be quite high.*

***Keywords:** first tarsal-metatarsal joint, anatomical and physiological features, anterior part of the foot, deformation.*

Вальгусное отклонение первого пальца (от латинского — Hallux valgus), как проявление поперечной деформации переднего отдела стопы, является очень распространенным ортопедическим заболеванием, поражающим в подавляющем большинстве случаев женщин. В настоящий момент авторами предлагается более ста методик хирургического лечения HVD. Однако большинство хирургических процедур сопряжены с рядом проблем, одной из которых является кровоснабжение плюсневых костей[4].

В литературе отмечено, что после медиальной капсулотомии и капсулопластики первого плюснефалангового сустава, следует ожидать снижения кровотока к головке первой плюсневой кости (FMH) на 45%. (MTP). Еще 26% снижения кровотока можно ожидать при выполнении, как дистального бокового высвобождения, так и остеотомии.

Учитывая очевидную важность сохранения кровоснабжения первой плюсневой кости (FMB), нельзя не отметить, что изучение анатомо-физиологических особенностей первого предплюсне-плюсневого сустава, а включающее также кровоснабжение указанного участка, может быть полезным при лечении патологических состояний, связанных с развитием деформации первого отдела стопы[6].

Кровоснабжение медиальной части переднего отдела стопы обеспечивается ветвями передней и задней большеберцовых артерий. Задняя большеберцовая артерия отдает две основные ветви, медиальную и латеральную подошвенные артерии. Боковая подошвенная артерия образует глубокую подошвенную арку, анастомозируя с глубокой подошвенной артерией (DePA). DePA выходит из тыльной артерии стопы, в начале первого межплюсневого пространства. Затем он проходит подошвенно между основанием первой и второй плюсневых костей, соединяясь с латеральной подошвенной артерией, образуя глубокую подошвенную дугу. Это очень важная артерия, поскольку она анастомозирует дорсальный и подошвенный кровотоки.

Поверхностная ветвь медиальной подошвенной артерии проходит через интервал между мышцей отводящий большой палец стопы и коротким сгибателем пальцев стопы. С этого момента он продолжается через медиальную подошвенную часть FBM к его шее, где он анастомозирует с первой подошвенной плюсневой артерией (ветвь DePA) и с глубокой ветвью медиальной подошвенной артерии, образуя крестообразный анастомоз[4].

Кровоснабжение дорсальной части передней части стопы осуществляется дорсальной артерией стопы, которая является конечной ветвью передней большеберцовой артерии. Кровь наполняет предплюсневые артерии непосредственно перед тем, как попасть в первое межметатарзальное пространство, а после движется в первую тыльную плюсневую артерию (FDMA).

FDMA может начинаться из тыльной артерии стопы(86%) или от DePA (9%). Его ход и его отношения сильно варьируются вдоль первого межметатарзального пространства, как описано и классифицировано Хоу и др.. FDMA обеспечивает латеральный, дорсальный и медиальный зоны FMH, в то время как подошвенная зона обеспечивается крестообразным анастомозом[3].

Согласно проведенным анатомо-физиологическим исследованиям, артериальное питание FMB демонстрирует большие индивидуальные вариации, и его модель не может быть оценена оперативно, поэтому здесь детальное знание анатомии является чрезвычайно полезным[8].

Кровоснабжение FMB осуществляется как из внутрикостных, так и из внекостных артерий. Внутрикостное кровоснабжение происходит от питательной артерии, ответвления FDMA.

Внекостное кровоснабжение FMB формируется медиальными предплюсневыми артериями, дорсальной артерией стопы, глубокой подошвенной артерией, глубокой подошвенной дугой, первой дорсальной плюсневой артерией, первой подошвенной плюсневой артерией и поверхностными и глубокими ветвями медиальной подошвенной артерии. На протяжении всего своего пути эти артерии дают многочисленные ответвления в FMB, которые разделяются на множество более мелких сосудов, образуя надкостничную капиллярную систему [5].

Дорсальная медиальная предплюсневая артерия берет начало от дорсальной артерии стопы на уровне клино-ладьевидного сустава и свободно анастомозирует с подошвенными предплюсневыми ветвями от медиальной подошвенной артерии и с ретроградными ветвями от FDMA. Она снабжает питательными сосудами дорсомедиальную часть основания FMB. Латероплантарная часть основания FMB получает кровоснабжение через глубокую подошвенную дугу[3].

Крестообразный анастомоз устойчив на уровне шейки плюсневой кости. Он обеспечивает важное кровоснабжение периостальной кровеносной сети FMB и первой плюсневой головки через суставную капсулу.

Любая остеотомия опасна для FMB, поскольку может нарушить как внутрикостной, так и внекостный кровоток. Несмотря на то, что в FMB имеется обильное артериальное кровоснабжение, следует позаботиться о сохранении соответствующих сосудистых структур[5].

Многие факторы способствуют снижению кровоснабжения FMB во время операции. Можно привести следующие примеры: обширные мягкие ткани и удаление надкостницы во время оперативного вмешательства; чрезмерное проникновение пилы в первое межплюсневое пространство при выполнении поперечного разреза, которое может подвергнуть опасности первую дорсальную и подошвенную плюсневые артерии и их небольшие ветви; повреждение перикапсулярных кровеносных сосудов или капсульного сплетения; размещение вершины остеотомии вне центра вращения FMB; проксимальные ветви остеотомии, выходящие из подошвенной коры, дистальнее прикрепления капсулы или проксимальнее питательной артерии.

Интраоперационное повреждение васкуляризации FMB было описано как потенциальное осложнение, приводящее к задержке заживления кости, псевдоартрозу, несращению и аваскулярному некрозу FMB (AVN) [4].

В литературе утверждается, что после остеотомии FMB частота последней может достигать 40%, что может привести к серьезным осложнениям[6].

Это хорошо задокументированное осложнение хирургии вальгусной деформации большого пальца стопы в результате длительного сосудистого

инсульта. Лишь небольшое количество проспективных исследований сочетали остеотомию CHEVRON с боковым высвобождением и использовали сцинтиграфию костей для тщательного наблюдения за этими пациентами. Они сообщили о более частом возникновении нарушений кровообращения[7].

Общеизвестно, что после хирургического вмешательства происходит процесс неоваскуляризации. Хотя возможно, что эта неоваскуляризация не достигнет кости, если поражены первичные артерии и остециты расположены дальше, чем 0,1 мм от капиллярных сосудов[3].

Что касается различных операций, доступных для дистальной коррекции HVD, остеотомии CHEVRON и SCARF следует выполнять не только с длинным подошвенным разрезом конечности, выходящим проксимальнее подошвенной капсулы, чтобы избежать повреждения крестообразного анастомоза, но и с длинным дорсальным разрезом, чтобы избежать дорсомедиального капсульного сплетения[4].

Остеотомия SCARF имеет естественный длинный подошвенный разрез, который может повредить ветви питательной артерии. Даже, если питательная артерия повреждена, этот метод имеет более низкий риск сосудистых осложнений из-за большой площади соприкосновения с костью между фрагментами[6].

HVD следует воспринимать как сложную трехмерную деформацию кости, при которой окружающие структуры могут следовать в том же направлении, что и деформация кости. В нормальных стопах опасная зона располагается до 20 мм проксимальнее МТП. У сильно деформированных стоп эту опасную зону при разрезе следует увеличить до 25 мм. Эти знания должны побудить к корректировке положения конечности с дорсальным разрезом, чтобы сохранить кровоснабжение FMH[8].

Подошвенные артерии играют важную роль в крестообразном анастомозе. Дорсальное кровоснабжение не следует недооценивать.

Можно предположить, что если латеральное высвобождение осуществляется строго по отношению к сухожилию (приводящий участок от сесамовидной мышцы малоберцовой кости), это безопасная процедура, поскольку рядом с ним нет сосудистых структур. Действительно, она не прерывает продольное капсульное кровоснабжение FMH, позволяя сохранить внекостное кровоснабжение головки плюсневой кости[3].

Минимально инвазивная хирургия становится все более популярной во многих областях ортопедической хирургии, и хирургия стопы и голеностопного сустава не является исключением. Ее потенциальные преимущества включают сокращение времени восстановления и реабилитации, сокращение времени операции и меньшую нагрузку на мягкие ткани и самого пациента. В целом, обнаруживается хорошая коррекция деформации HV. Методы третьего поколения малоинвазивной хирургии для HVD повысили безопасность и надежность[4].

Сосудистые повреждения могут быть важны, если дорсомедиальным капсульным артериальным сплетением присутствует, так как он не может быть

предотвращен за счет своей позиции. В противном случае, если присутствует дорсолатеральное капсульное артериальное сплетение, чтобы свести к минимуму повреждение сосудов, инструмент не должен чрезмерно проникать в кость ни с дорсальной, ни с подошвенной, ни с боковой стороны[6].

В послеоперационный период необходимо тщательное наблюдение для точного скрининга AVN и несращения, чтобы оценить его истинное влияние, а также дифференцировать от других состояний, включая хондролит и прогрессирующий остеоартри [9] .

Таким образом, актуальность анатомо-физиологических исследований первого предплюсне-плюсневого сустава несомненна. Фундаментальные науки играют важную роль в ортопедии. Хирургам-ортопедам необходимо знать подробную анатомию, как суставов, так и сосудов стоп, чтобы предотвратить возможные осложнения и последствия. Если известны безопасные зоны и применяется осторожная хирургическая техника, общий риск ятрогенного повреждения сосудов может быть дополнительно снижен, а эффект от такого вмешательства будет достаточно высоким.

Литература

1. Ильченко Д.В., Рязанцев М.С., Карданов А.А., Королев А.В. Хирургическое лечение третьей стадии *hallux rigidus*, суставсберегающий подход и отдаленные результаты // *Гений ортопедии*. 2020. №2.
2. Каленский В.О., Иванов П.А. Основные причины неудовлетворительных исходов лечения повреждений стопы // *НМП*. 2018. №2.
3. M. Shereff *Pathophysiology, anatomy, and biomechanics of hallux valgus Orthopedics*, 13 (1990), pp. 939-945
4. W. Honle, D. Jezussek, R. Fabijani, A. Schuh *Conservative and surgical treatment of hallux valgus MMW Fortschr Med*, 148 (37) (2006), pp. 39-40
5. Z. Hou, J. Zou, Z. Wang, S. Zhong *Anatomical classification of the first dorsal metatarsal artery and its clinical application Plast Reconstr Surg*, 132 (2013), pp. 1028-1039
6. M. Shereff, M. Yang, F. Kummer *Extraosseous and intraosseous arterial supply to the first metatarsal and metatarsophalangeal joint Foot Ankle*, 8 (1987), pp. 81-93
7. L. Whiteside *Circulation in bone C.M. Evats (Ed.), Surgery of the Musculoskeletal System, Churchill Livingstone, New York (1983)*
8. T. Yamada, P. Gloviczki, T.C. Bower, J.M. Naessens, S.W. Carmichael *Variations of the arterial anatomy of the foot Am J Surg*, 166 (1993), pp. 130-135
9. R. Donnelly, C. Saltzman, K. Todd, K. Johnson *Modified chevron osteotomy for hallux valgus Foot Ankle Int*, 15 (1994), pp. 642-645

Literature

1. Ilchenko D.V., Ryazantsev M.S., And Cardanov.A., Korolev A.V. Valgus Surgical treatment of the third stage of rigidus, joint-sparing approach and long-term results // *Genius of Orthopedics*. 2020. №2.

2. Kalensky V.O., Ivanov P.A. The main causes of unsatisfactory outcomes of treatment of foot injuries // *NMP*. 2018. No. 2.

3. M.Sheriff Pathophysiology, anatomy and biomechanics of orthopedics of hallux valgus, 13 (1990), pp.939-945

4. U. Hele, D. Jesuses, R. Fabijan, A. Schuch Conservative and surgical treatment of hallux valgus *MMV Fortschr Med*, 148 (37) (2006), pp. 39-40

5. Z. HOU, J. Zou, Z. Wang, S. Zhong Anatomical classification of the first dorsal metatarsal artery and its clinical use *Plastic reconstruction*, 132 (2013), pp. 1028-1039

6. M. Sheriff, M. Yang, F. Kummer Nakotne and intraosseous arterial blood supply of the first metatarsal and metatarsophalangeal joint of the ankle joint of the foot, 8 (1987), pp. 81-93

7. L. Whiteside *Circulation in the bones* C. M. Evatt (ed.), surgery of the musculoskeletal system, Churchill Livingstone, new York (1983)

8. T. Yamada, P. Gloviczki, T. S. Bauer, J. M. Naessens, S. W. Carmichael variations of the arterial anatomy of the foot *Am J Surg*, 166 (1993), pp. 130-135

9. R. Donnelly, C. Salzman, K. Todd, K. Johnson Modified Chevron osteotomy in hallux valgus ankle *Int foot*, 15 (1994), pp. 642-645