

Получена: 17 мая 2020 / Принята: 21 июля 2020 / Опубликовано online: 30 октября 2020

DOI 10.34689/SH.2020.22.5.003

УДК 616-089.23+611.986

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПЕРЕДНЕГО ОТДЕЛА СТОПЫ. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.**

**Марат А. Жанаспаев**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-0610-0112>

**Нурлан А. Бокембаев**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-4140-1831>

**Айдос С. Тлемисов**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-4239-6627>

**Ернар Н. Токтаров**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-5166-243X>

**Талгат Г. Джунусов**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-8169-147X>

**Анар А. Бокембаева**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-6948-4176>

**Евгения В. Раханская**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-7491-4521>

<sup>1</sup> НАО «Медицинский университет Семей», г. Семей, Республика Казахстан

### **Резюме**

Актуальностью рассмотрения темы статической деформации стопы на сегодняшний день является усовершенствование её хирургических методов лечения и омоложение заболевания. В обзоре представлены такие вопросы как: этиология и патогенез развития процесса, анатомо-функциональная особенность переднего отдела стопы, диагностика поперечной распластанности стопы, классификация и разнообразие хирургических методов лечения.

**Цель:** Провести анализ данных литературы в вопросах диагностики и хирургического лечения статической деформации переднего отдела стопы.

**Стратегия поиска.** Проведен поиск и анализ научных публикаций в базах данных и web-ресурсах MEDLINE, UpToDate, Google Scholar, Cyberleninka и электронной библиотеке eLIBRARY. Временной период был обозначен 2009 - 2019 годами. Преимущество отдавалось публикациям рецензируемых изданий. В результате первичной выборки определены 256 литературных источника, из которых 95 публикаций явились основой аналитического материала для данной статьи. Критерии включения: отчеты о рандомизированных и когортных исследованиях, систематические обзоры и метаанализы, протоколы диагностики и лечения, статьи на английском и русском языках. Критерии исключения: личные сообщения, газетные публикации, тезисы, статьи с нечеткими выводами, а также статьи с платным доступом.

**Результаты и выводы:** Многочисленные публикации свидетельствуют о наличии более чем четырехсот методик хирургической коррекции ПРС, что подтверждает проблему дефицита методов, удовлетворяющих требованиям современной ортохирургии - индивидуализации подхода в каждом конкретном случае, небольшой продолжительности оперативного вмешательства, устранению всех компонентов деформации, восстановлению арочной конфигурации поперечного свода стопы.

**Ключевые слова:** распластанность переднего отдела стопы, hallux valgus, metatarsus primavarus, метатарзалгия.

### **Abstract**

## **MODERN METHODS OF DIAGNOSIS AND TREATMENT OF STATIC DEFORMITY OF THE FOREFOOT. LITERATURE REVIEW.**

**Marat A. Zhanaspaev**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-0610-0112>

**Nurlan A. Bokembaev**<sup>2</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-4140-1831>

**Aidos S. Tlemisov**<sup>3</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-4239-6627>

**Ernar N. Toktarov**<sup>3</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-5166-243X>

**Talgat G. Dzhunusov**<sup>3</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-8169-147X>

**Anar A. Bokembaeva**<sup>4</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-6948-4176>

**Yevgeniya V. Rakhanskaya**<sup>5</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-7491-4521>

<sup>1</sup> NJSC «Semey Medical University», Semey, Republic of Kazakhstan;

The relevance of considering the topic of static foot deformity today is the improvement of its surgical methods of treatment and rejuvenation of the disease. The review presents such issues as: etiology and pathogenesis of the process,

anatomical and functional features of the forefoot, diagnosis of cross-spreading of the foot, classification and variety of surgical methods of treatment.

**Objective:** to analyze the literature data on the diagnosis and surgical Treatment of static deformity of the forefoot.

**Search strategy.** The search and analysis of scientific publications in databases and web resources MEDLINE, UptoDate, Google Scholar, Cyberleninka and the electronic library eLIBRARY. The time period was designated 2009 - 2019. Preference was given to publications of peer-reviewed publications. As a result of the initial sample, 256 literary sources were identified, of which 95 publications were the basis of analytical material for this article. Inclusion criteria: reports on randomized and cohort studies, systematic reviews and meta-analyses, diagnostic and treatment protocols, articles in English and Russian. Exclusion criteria: personal messages, newspaper publications, abstracts, articles with unclear conclusions, and articles with paid access.

**Results and conclusions:** Numerous publications indicate the presence of more than four hundred methods of surgical correction of PRS, which confirms the problem of a shortage of methods that meet the requirements of modern orthosurgery - individualization of the approach in each case, short duration of surgery, elimination of all components of deformity, restoration of the arched configuration of the transverse arch of the foot.

**Keyword:** *sprawl of the forefoot, hallux valgus, metatarsus primavarus, metatarsalgia.*

Түйіндеме

## ТАБАНЫҢ СТАТИКАЛЫҚ ДЕФОРМАЦИЯСЫН ДИАГНОСТИКАЛАУ МЕН ЕМДЕУДІҢ ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕРІ. ӘДЕБИЕТТІК ШОЛУ.

**Марат А. Жанаспаев<sup>1</sup>**, <https://orcid.org/0000-0002-0610-0112>

**Нурлан А. Бокембаев<sup>1</sup>**, <https://orcid.org/0000-0003-4140-1831>

**Айдос С. Тлемисов<sup>1</sup>**, <https://orcid.org/0000-0002-4239-6627>

**Ернар Н. Токтаров<sup>1</sup>**, <https://orcid.org/0000-0002-5166-243X>

**Талгат Г. Джунусов<sup>1</sup>**, <https://orcid.org/0000-0001-8169-147X>

**Анар А. Бокембаева<sup>1</sup>**, <https://orcid.org/0000-0002-6948-4176>

**Евгения В. Раханская<sup>1</sup>**, <https://orcid.org/0000-0002-7491-4521>

<sup>1</sup> КеАҚ «Семей медицина университеті», Семей қ, Қазақстан Республикасы.

Бүгінгі күні аяқтың статикалық деформациясы тақырыбын қарастырудың өзектілігі оның хирургиялық емдеу әдістерін жетілдіру және ауруды жасарту болып табылады. Әдебиеттік шолуда келесі сұрақтар ұсынылған: процестің дамуының этиологиясы мен патогенезі, табанның алдыңғы бөлігінің анатомиялық және функционалды ерекшелігі, аяқтың көлденең жалпауы диагнозы, хирургиялық емдеудің жіктелуі және әртүрлілігі.

**Мақсаты:** табанның алдыңғы бөлігінің статикалық деформациясын диагностикалау және хирургиялық емдеу мәселелерінде әдебиет деректеріне талдау жүргізу.

**Іздеу стратегиясы.** MEDLINE, UptoDate, Google Scholar, Cyberleninka және eLIBRARY электрондық кітапханасының деректер базалары мен web-ресурстарында ғылыми жарияланымдарды іздеу және талдау жүргізілді. Уақыт кезеңі 2009-2019 жылдар арасында белгіленді. Рецензияланған басылымдардың жарияланымдарына басымдық берілді. Бастапқы іріктеу нәтижесінде 256 әдеби дереккөз анықталды, олардың 95-і осы мақала үшін аналитикалық материалдың негізі болды. Зерттеуге енгізу критерийлері: рандомизацияланған және когорттық зерттеулер туралы есептер, жүйелі шолулар мен мета-анализдер, диагностика және емдеу хаттамалары, ағылшын және орыс тілдеріндегі мақалалар. Зерттеуге енгізбеу критерийлері: жеке хабарламалар, газет басылымдары, тезистер, анық емес қорытындылары бар мақалалар, сондай-ақ ақылы қол жетімді мақалалар.

**Нәтижелер мен қорытындылар:** көптеген жарияланымдар табанның алдыңғы бөлігінің жалпауын хирургиялық түзетудің төрт жүзден астам әдістерінің болуын көрсетеді, бұл қазіргі заманғы ортохирургияның талаптарын қанағаттандыратын әдістердің жетіспеушілігі мәселесін растайды - әр нақты жағдайда тәсілді даралау, хирургиялық араласудың қысқа ұзақтығы, деформацияның барлық компоненттерін жою, табанның көлденең доғасының күмбез конфигурациясын қалпына келтіру болады.

**Түйінді сөздер:** *табанның алдыңғы бөлігінің жалпауы, hallux valgus, metatarsus primus varus, метатарсалгия.*

### Библиографическая ссылка:

Жанаспаев М.А., Бокембаев Н.А., Тлемисов А.С., Токтаров Е.Н., Джунусов Т.Г., Бокембаева А.А., Раханская Е.В. Современные методы диагностики и лечение статической деформации переднего отдела стопы. Обзор литературы // Наука и Здравоохранение. 2020. 5 (Т.22). С. 31-46. doi:10.34689/SH.2020.22.5.003

Zhanaspaev M.A., Bokembaev N.A., Tlemisov A.S., Toktarov E.N., Dzhunusov T.G., Bokembaeva A.A., Rakhanskaya Ye.V. Modern methods of diagnosis and treatment of static deformity of the forefoot. Literature review // Nauka i Zdravookhranenie [Science & Healthcare]. 2020, (Vol.22) 5, pp. 31-46. doi:10.34689/SH.2020.22.5.003

Жанаспаев М.А., Бокембаев Н.А., Тлемисов А.С., Токтаров Е.Н., Джунусов Т.Г., Бокембаева А.А., Раханская Е.В. Табанның статикалық деформациясын диагностикалау мен емдеудің заманауи әдістері. Әдебиеттік шолу // Ғылым және Денсаулық сақтау. 2020. 5 (Т.22). Б. 31-46. doi:10.34689/SH.2020.22.5.003

### Введение

Поперечная распластанность стопы (ПРС) представляет собой достаточно распространенное заболевание в повседневной работе ортопеда. ПРС может существенно влиять на работоспособность при клинической манифестации у лиц среднего возраста, а также оказывать воздействие на другие параметры соматического и ментального здоровья. При этом статистически значимые различия между возрастными группами могут быть обнаружены как при точке отсечения равной 40 годам, так и при больших показателях - 65 и старше лет. Момент наступления "возраста риска" развития ПРС зависит от некоторых характеристик изучаемой выборки - места проживания, рода деятельности, наследственности, наличия соматических и ортопедических коморбидностей. На данный момент нет достоверных способов для замедления прогрессирования ПРС, имеющийся арсенал консервативных методов лечения может применяться при невозможности оперативного вмешательства. В то же время описанные в литературе многочисленные техники хирургического лечения не гарантируют отсутствия осложнений и рецидива заболевания. Дальнейший поиск оптимальной оперативной методики лечения ПРС делает тему данного исследования современной и актуальной.

**Цель:** Провести анализ данных литературы в вопросах диагностики и хирургического лечения статической деформации переднего отдела стопы.

### Стратегия поиска.

Проведен поиск и анализ научных публикаций в базах данных и web-ресурсах MEDLINE, UptoDate, Google Scholar, Cyberleninka и электронной библиотеке eLIBRARY. Временной период был обозначен 2009 - 2019 годами. Преимущество отдавалось публикациям рецензируемых изданий. В результате первичной выборки определены 256 литературных источника, из которых 95 публикаций явились основой аналитического материала для данной статьи. **Критерии включения:** отчеты о рандомизированных и когортных исследованиях, систематические обзоры и метаанализы, протоколы диагностики и лечения, статьи на английском и русском языках. **Критерии исключения:** личные сообщения, газетные публикации, тезисы, статьи с нечеткими выводами, а также статьи с платным доступом.

### Результаты поиска и их обсуждение.

#### Поперечная распластанность стопы. Эпидемиологические и медико-социальные аспекты проблемы.

Поперечная распластанность стопы (ПРС) представляет собой одну из наиболее распространенных нозологий в ортопедической практике. Ввиду отсутствия общепринятых дефиниций и единых подходов к диагностике и классификации ПРС статистические данные по распространенности и заболеваемости несколько разнятся. К примеру, распространенность ПРС в мире колеблется от 23% до 63,6% популяции без учета гендерной принадлежности [4]. По данным некоторых российских авторов ПРС встречается у 55,2% женщин и 38,1% мужчин, в то время как в зарубежных исследованиях соотношение

достигает 15:1, предполагая тем самым, что принадлежность к женскому полу является одним из ведущих факторов риска развития названной патологии [6]. Недавние публикации зарубежных исследователей демонстрируют, что показатель распространенности ПРС также коррелирует с возрастом пациента: чем старше женщина, тем более возрастает вероятность развития у нее ПРС в виде hallux valgus [91]. При этом статистически значимые различия между возрастными группами могут быть обнаружены как при точке отсечения равной 40 годам, так и при больших показателях - 65 и старше лет. Момент наступления "возраста риска" развития ПРС зависит от некоторых характеристик изучаемой выборки - места проживания, рода деятельности, наследственности, наличия соматических и ортопедических коморбидностей [91].

Помимо достаточно высоких эпидемиологических показателей, ПРС ассоциируется и с некоторыми медико-социальными проблемами. Так, патология переднего отдела стопы ассоциируется с нарушенным эстетическим восприятием собственного тела у пациентов, устойчивым болевым синдромом, снижением качества жизни. Поперечное исследование *Gines-Cespedosa u соавт.* (2013) позволило провести оценку качества жизни с помощью популярного вопросника SF-36 у 94 пациентов с ПРС перед проведением оперативного вмешательства. У участников исследования отмечалось статистически значимое снижение показателей физической активности, эмоционального функционирования и психического здоровья, при этом авторы не обнаружили корреляции величин этих параметров с клинкорентгенологическими показателями ПРС [36]. Существенное снижение физической активности у 562 японских пациентов с hallux valgus умеренной и тяжелой степени выраженности возникло в результате болевых ощущений при ходьбе, авторы данного исследования также не обнаружили статистически значимой связи между ухудшением физического функционирования и рентгенологическими показателями [61]. Еще в 1995 году итальянские исследователи *Benvenuti u соавт.* подчеркивали необходимость консервативного или оперативного вмешательства у пожилых лиц с патологией стопы для улучшения показателей повседневной активности и самообслуживания [18]. Помимо болевых ощущений и телесного дискомфорта пациенты с ПРС испытывают страдания, связанные с восприятием их деформированных ступней окружающими, а также сложности сопряженные с выбором обуви [62,63].

#### Анатомо-функциональная характеристика переднего отдела стопы.

Стопа представляет собой сложную анатомическую структуру, состоящую из 26 костных элементов, образующих 20 суставов, и мощного мышечно-связочного комплекса, обеспечивающего амортизационные свойства. Подобная биофизическая комбинация обеспечивает 24 степени подвижности стопы и предназначена для выполнения статической и динамической функций нижних конечностей [1].

Анатомически стопа состоит из трех отделов: переднего, среднего и заднего. Задний отдел

представлен пяточной и таранной костями, в среднем отделе выделяют три клиновидные кости, ладьевидную и кубовидную кости. Названные два отдела образуют достаточно прочный с позиций размеров и конгруэнтности анатомо-функциональный конгломерат - предплюсну. Передний отдел стопы образован пятью трубчатыми костями, формирующих собственно плюсну, и фалангами пальцев. Именно передний отдел стопы в большей степени подвержен деформации ввиду морфофункциональных особенностей своего строения [5,47].

Условно пальцы стопы и прилежащие к ним плюсневые кости нумеруются от I (большого пальца) до V (мизинца). Все пальцы стопы состоят из трех фаланг, большой палец - из двух. В свою очередь, каждая плюсневая кость в поперечном сечении имеет треугольную форму с выпуклостью в тыльном направлении. Плюсневые кости отличаются по длине - самой длинной является вторая плюсневая кость, самой короткой - пятая. Первая же плюсневая кость ввиду наибольшей биомеханической нагрузки - самая мощная и крепкая, наличие бугорка в нижней части проксимального эпифиза позволяет увеличить прочность первого плюснеклиновидного сустава. Дистальные эпифизы плюсневидных костей, образуя арку параболической формы в фронтальной плоскости, формируют поперечный свод стопы. Таким образом, опора на стопу распределяется по трем точкам - пяточной кости, головкам I и V плюсневых костей, причем 50% нагрузки приходится на дистальный эпифиз плюсневой кости, что позволяет поперечному своду стопы выполнять амортизационную и статическую функции [92]. Прочность дугообразной конструкции поперечного свода стопы поддерживается глубокими межплюсневыми связками на уровне головок плюсневых костей, а *m.peroneuslongus* и поперечная головка *m. adductorhallucis* являются активными стабилизаторами поперечного свода предплюсны и плюсны [47].

С позиций биомеханики стопа выполняет две основные эволюционно оправданные функции в повседневной деятельности человека как биологического вида - эффективное распределение статической нагрузки в положении стоя и последовательные толчково-рессорные фазы движения при ходьбе. В последнем случае относительная нестабильность костных и мышечно-связочных компонентов переднего отдела стопы позволяет осуществлять амортизацию ударной волны в цикле ходьбы. Кинематически в ходьбе выделяют четыре последовательные фазы - опора на пятку, перенос веса на всю стопу, опора на передний отдел, перенос веса на другую стопу. Цикличность, плавность, координированность всех фаз при ходьбе возможна благодаря таким анатомическим особенностям стопы как относительная фиксированность компонентов предплюсны, относительная эластичность сустава Лисфранка (предплюсне-плюсневый сустав), значительная эластичность элементов переднего отдела стопы (динамичность плюснефаланговых сочленений и возможность уплощения поперечного свода) [20,42]. Нормальное функционирование нижних

конечностей обеспечивается слаженной биомеханикой всех трех отделов стопы, при этом крайне важно понимание потенциальных причин развития статических деформаций стопы и их влияния на развитие патологических морфофункциональных изменений при ПРС.

#### **Факторы риска и биомеханика развития поперечной распластанности стопы.**

Литературные данные свидетельствуют о том, что на современном этапе понимания проблемы ПРС освещается довольно широкий спектр причин, потенциально приводящих к развитию данного вида деформации. Некоторые авторы считают, что подобным многообразием факторов можно объяснить и достаточно большое количество способов консервативной терапии и оперативных вмешательств у пациентов с ПРС [35,83]. Причины развития ПРС, условно, можно разделить на экзогенные и эндогенные. Однако, выделение какой-либо конкретной причины при выяснении анамнестических данных не всегда представляется возможным. Более того, дебаты по поводу роли того или иного фактора в патогенезе ПРС не утихают - результаты экспериментальных, популяционных, клинических исследований не дают окончательного ответа на этот вопрос.

Так, среди внешних причин развития ПРС наиболее популярной как в профессиональной среде, так и среди обывателей остается версия ношения обуви на высоком каблуке [22]. Хрестоматийной статьёй о значении обуви в развитии патологии стопы стало исследование *Sim-Fook L. и соавт.*, опубликованное в 1958 году. Авторы изучили распространенность различных деформаций стопы среди 107 жителей рыбацкого поселка, не носивших обувь, и 118 горожан, обитавших по разным причинам в госпиталь Гонконга. Распространенность *halluxvalgus* среди босоногих исследуемых составила 1,9%, а среди обувающих горожан - 33%. Несмотря на очевидную разницу в показателях, авторы не торопились сделать однозначные выводы о значении ношения обуви, как единственной причины ПРС. С одной стороны *halluxvalgus* все же был диагностирован среди лиц, никогда не носивших обувь, а с другой - у 67% обувавшихся на постоянной основе городских жителей этой патологии не было выявлено [82]. Дальнейшие исследования помогли внести некоторую долю ясности в понимание важности ношения обуви (в особенности - на высоких каблуках) в патогенезе ПРС. Действительно, нефизиологичная с позиций ортопедии стопы обувь повышает нагрузку на первый плюснефаланговый сустав, однако подобного рода напряжение способствует скорее прогрессированию патологии, но не является первоначальной точкой в развитии деформации стопы [34,43,84]. Чрезмерная физическая нагрузка в результате спортивной или профессиональной деятельности, либо вследствие ожирения, также часто упоминается как внешняя причина развития ПРС, однако перечисленные факторы не оказывают клинически и статистически значимого эффекта в патогенезе деформации [23,24,66,86]. Исключением из правила стал фактор колоссальных нагрузок на стопу у танцоров балета.

*Seki H. и соавт.* (2020) обнаружили статистически значимую корреляцию между степенью тяжести hallux valgus и уровнем кинематической нагрузки при выполнении базовых упражнений классического балета [80].

К эндогенным причинам развития ПРС относят наследственность, женский пол, возраст, анатомические особенности стопы, другие деформации стопы. В иностранной литературе в качестве одного из предрасполагающих факторов ПРС упоминается генетическая предрасположенность. Вероятно, что формула метатарзальной дуги, высота поперечной арки и гипермобильность суставов в переднем отделе стопы могут зависеть от генетических причин. Так, в исследовании *Lee C. и соавт.* (2014) приняли участие 1256 взрослых добровольцев, включая 175 монозиготных и 31 гетерозиготных близнецов, а также их 853 родственников первой степени. У двухсот восьми участников (16,1%) была выявлена ПРС в виде hallux valgus, при этом за точку отсчета наличия патологии принималось значение HVA (hallux valgus angle – угол отклонения первого пальца относительно оси первой плюсневой кости) свыше 20%. Проведенная авторами исследования логистическая регрессия позволила вычленить генетический фактор как статистически значимую переменную, влияющую на развитие HV (OR=0,51;95% ДИ 0,42-0,59) [48]. Другим достаточно масштабным исследованием в этой области стало полногеномное ассоциативное (GWAS; genome wide associated study) исследование с участием 4409 представителей европеоидной расы. Изучаемую выборку удалось разбить на две группы по субъективному определению деформации стопы с помощью применения Манчестерской шкалы, которая представляет собой набор фотографических снимков четырех степеней тяжести HV. Образцы ДНК двух тысяч трехсот четырнадцати лиц с выявленной патологией подверглись позиционному картированию, геному и геномному анализу. Указанный комплекс исследований позволил выявить локус rs55807512 на участке CLCA2 второй хромосомы (OR = 0,48; p = 2.96E-09), при этом авторы отнесли найденный полиморфизм к группе изменений генов, ответственных за синтез коллагена [14]. В предыдущем GWAS исследовании, проведенном среди 327 афроамериканцев, у 68,8% которых был выявлен HV, не было выявлено каких-либо генетических ассоциаций с развитием деформаций стопы [44].

В качестве другого значимого фактора в развитии патологии можно указать принадлежность к женскому полу. Достоверные показатели распространенности ПРС по полу неизвестны, однако количество женщин, решившихся на оперативное вмешательство по поводу HV в 15 раз больше, чем мужчин [69,77]. Объяснением такой значимой разницы в эпидемиологических параметрах служит факт ношения женщинами обуви на высоких каблуках, с другой стороны вполне ожидаемо, что пациенты женского пола чаще обращаются за ортопедической помощью из-за эстетических аспектов проблемы [60,64]. Еще более глубокие механизмы, лежащие в основе развития ПРС, относятся к анатомическим особенностям строения стопы у

женщин. В частности, у женщин чаще встречается меньшая площадь суставных поверхностей плюсневых костей, больший угол отклонения I плюсневой кости, а также гиперэластичность связок стопы [31,65].

Еще один демографический параметр, рассматриваемый в комплексе этиопатогенетических факторов ПРС - возраст пациента. По данным отечественной и иностранной литературы нет достоверных данных, позволяющих утверждать о наличии ассоциативной связи между частотой ПРС и возрастом пациента. Можно лишь предполагать, что возрастные изменения походки, кинетики и механики движения в суставах, нагрузки на стопу - возможные факторы развития патологии. По данным *Ferrari J. и соавт.* (2004) чаще всего за консультативной помощью по поводу HV обращаются пациентки в возрасте 30-60 лет, что объясняется ношением обуви на высоких каблуках именно в этом возрастном периоде, а также большей обеспокоенностью по поводу косметических дефектов стопы, сопряженных с данной патологией [31]. Но, в то же время, возраст не может быть единственной переменной, связанной с развитием ПРС, ведь деформация может развиваться и в подростковом периоде или даже раньше [14].

Очевидно, что в комплексе эндогенных причин развития ПРС есть группа факторов, относящихся к анатомическим особенностям строения стопы в норме или при наличии какой-либо другой патологии опорно-двигательного аппарата. Гиперэластичность связок стопы, как проявление синдрома гипермобильности суставов (ГМС), не только является компонентом, предрасполагающим к развитию HV, но и ухудшает прогнозы эффективности оперативных вмешательств, в некоторых случаях рецидив HV после проведенной хирургической коррекции может достигать 25% [27,71]. В недавнем исследовании *Cho и соавт.* (2019) сравнивались частоты рецидива HV в группах пациентов с наличием ГМС (количество баллов по шкале Бейтона  $\geq 5$ ) (n=23) и участников без этой сопутствующей патологии (n=175). Авторы не обнаружили статистически значимых различий по клиническим и рентгенологическим исходам оперативного вмешательства в сравниваемых группах [21].

В мета-анализе *Shibuya N. и соавт.* (2017) определена роль гипермобильности первого луча плюсны в развитии ПРС. Критерием наличия данной патологии стало отклонение первого луча плюсны в сагиттальной плоскости на 3,62 мм (95% ДИ 2,26 - 4,98) по данным рентгенологического исследования, этот показатель стал статистически значимым для разграничения основной и контрольной групп HV [81]. С другой стороны, некоторые авторы предполагают, что на самом деле HV является скорее причиной, а не следствием для развития гипермобильности первого плюснеклиновидного сустава [28,56].

Таким образом, ПРС является ортопедической патологией с полифакторной природой развития, с комплексными причинно-следственными связями в патоморфогенезе возникновения болезни. Сложность определения ведущих и сопутствующих причин развития ПРС заключается в отсутствии какой-либо линейной

зависимости от определенного фактора. У некоторых пациентов главным патогенетическим звеном становится нестабильность первого луча плюсны вследствие дисбаланса статических и динамических стабилизаторов переднего отдела стопы. У других больных на первый план выходит наследственная предрасположенность, как одно из проявлений синдрома гипермобильности суставов. Исходя из гендерных особенностей эпидемиологии ПРС нельзя отрицать и влияние ношения обуви в патогенезе заболевания [67].

Невзирая на широкий спектр внешних и внутренних причин образования ПРС, в том числе особенностей анатомического строения стопы, механизм развития патологии является многоступенчатым процессом, в основе которого лежит нестабильность и деформация первого луча плюсны [23,24,25,40,46].

Патологический процесс начинается с утраты стабильности медиальных поддерживающих структур, поддерживающих первый плюснефаланговый сустав - медиальной сесамовидной кости и медиальных коллатеральных связок. Далее головка плюсневой кости начинает соскальзывать с тибальной сесамовидной кости, смещаясь медиально, в то время как проксимальная фаланга большого пальца стопы сдвигается латерально [16]. Сочетанные смещения первого луча и проксимальной фаланги или изолированный сдвиг лишь головки первой плюсневой кости могут повреждать прилежащие хрящи и связки. Латеральная сесамовидная кость может сместиться в межплюсневое пространство, хотя при отсутствии патологии эта кость обычно неподвижна. Одновременно видоизменяются и подлежащие мягкие ткани - утолщается синовиальная сумка плюснефалангового сустава. Вальгусное отклонение проксимальной фаланги усугубляется из-за латеральной тяги сухожилий *m. extensoris digitorum longi* и *m. flexor hallucis longi* [73,76]. Кроме того, первый луч совершает движение вокруг своей оси. В норме *m. Abductor hallucis* препятствует вальгусному отклонению большого пальца, но при реализации вышеперечисленных фаз мышца становится нефункциональной из-за смещения ее медиальной и плантарной точек крепления. Не укрепленная какими-либо связками дорсальная часть капсулы плюснефалангового сустава также ротирует медиально, приводя к еще большей нестабильности сустава. Указанные изменения в первом плюснефаланговом суставе становятся причиной перераспределения нагрузки - давление смещается в латеральные части стопы, что вызывает расхождение и других плюсневых костей [39, 93, 94].

Мы хотели бы еще раз акцентировать внимание на многообразии причин развития ПРС, сложность патогенеза с последовательным или параллельным включением отдельных компонентов при возникновении и прогрессировании деформации, при этом практически всегда центральным звеном формирования болезни становится патология первого плюснефалангового сустава. Однако описанный в данном разделе сценарий развития ПРС помогает лучше понять подходы к классификации ПРС, необходимые, в свою очередь, для определения оптимальной тактики ведения пациентов.

### **Некоторые диагностические аспекты и подходы к классификации поперечной распластанности стопы.**

Достаточно широкий спектр анатомических и биомеханических особенностей стопы, мультифакториальный характер патологии, возможные вариации транспозиции мягких тканей и костных структур в патогенезе деформацией переднего отдела стопы дают основание полагать, что есть несколько типов ПРС. В руководстве С. Годунова можно встретить следующий подход к различению типов ПРС - при изучении 900 стоп автор выделяет четыре формы болезни в зависимости от рентгенологических характеристик. Наиболее распространенный (37%) первый тип представлен расхождением I и V плюсневых костей. Второй, по распространенности тип (30%), описывается веерообразным расхождением всех пяти плюсневых костей. Если у пациента наблюдается медиальная девиация I плюсневой кости, то говорят о третьем типе ПРС (27%). Самый редкий вариант патологии (до 6%) характеризуется отклонением V или IV-V плюсневых костей [2].

В англоязычной литературе описаны другие подходы к классификации ПРС. По P. Scanton первостепенным критерием тяжести деформации переднего отдела стопы является состояние первой плюсневой кости. При легкой степени ПРС трансформации подвержена лишь дистальная часть I плюсневой кости, а в случае тяжелой степени патологии происходит бифокальное поражение первого луча и изменения дистальных концов II-V плюсневых костей [79]. По Wagner & Wagner (2018) тяжесть HV определяется значением пронации дистального отдела первой плюсневой кости. Ротация на 10-20° считается клинически незначимой, при повороте головки первого луча на 20-30° говорят об умеренной тяжести патологии, тогда как значение параметра более чем 30° свидетельствует о необходимости хирургической коррекции ПРС. Очевидно, что авторские классификационные методики могут базироваться на самых разных параметрах, при этом практическому врачу тяжело делать выбор в отношении тактики ведения и лечения пациентов с деформацией переднего отдела стопы.

С другой стороны существуют определенные рентгенологические показатели, которые помогают унифицировать подходы в диагностике ПРС и в алгоритме выбора конкретной методики консервативного и хирургического лечения. Одним из широко используемых параметров является угол отклонения большого пальца стопы (*hallux valgus angle*; HVA; M1P1), образуемый продольной осью первого луча и продольной осью проксимальной фаланги первого пальца стопы. В норме этот угол не превышает 15°, в случае превышения заданного значения говорят о *hallux valgus* (HV). Другой показатель - угол варусного отклонения первой плюсневой кости, образованный продольными осями I и II плюсневых костей (*Intermetatarsophalangeal angle*; IMA; M1M2), референсные значения колеблются в пределах 5-8°. Угол межфаланговой вальгусной деформации образуется продольными осями проксимальной и

дистальной фаланг первого пальца стопы (Interphalangeal angle; IPA;  $P1P2 < 8^\circ$ ) [65,95]. Для диагностики I типа ПРС необходимо определение параметра M1M5 - угла, образованного продольными осями первой и пятой плюсневых костей (в норме не более  $18^\circ$ ). Угол M4M5 - параметр, характеризующий варусное отклонение пятой плюсневой кости (до  $8^\circ$ ).

Некоторые из указанных параметров позволяют врачу-ортопеду подразделить ПРС на степени тяжести. Существуют многочисленные классификации, основанные на измерении угла отклонения первого пальца - ЦИТО, Н. Шаматова, Г. Юмашева и другие. Другие классификации более комплексные, охватывают несколько рентгенологических параметров. К примеру, классификация Самарской школы травматологов-ортопедов включает такие рентгенологические показатели как угол halluxvalgus и угол metatarsusvarus, а также эластичность стопы (уменьшение поперечного размера стопы на 20 и более градусов при сближающей нагрузке) [8].

Помимо привычных рентгенологических показателей и клинических тестов могут применяться и параметры, полученные другими методами инструментального исследования. В исследовании А. Ильминского (2009) для градации стадий нарушения переднего поперечного свода при ПРС использовались данные, полученные при проведении компьютерной томографии стопы - степень смещения сесамовидных костей, фаза ротации первой плюсневой кости, изменение капсулы I плюсне-сесамовидного сустава, состояние межсесамовидного гребня, угол вальгусного отклонения первого пальца, угол варусного отклонения первой плюсневой кости [3].

В диссертационном исследовании другого российского травматолога-ортопеда для классификации деформаций переднего отдела стопы применялись клинические, рентгенологические и функциональные параметры - вальгусное отклонение I пальца, проявления болевого синдрома, наличие натоптышей, ригидность переднего отдела стопы, подвывихи или вывихи плюсне-сесамовидных суставов, признаки остеоартроза I плюснефалангового сустава, деформации II и/или III пальцев. Авторы определили четыре степени деформации используя указанные параметры, а также разработали алгоритм выбора методики оперативного лечения, соответствующий определенной степени. К примеру, если при первой степени предложено использовать сухожильно-мышечную пластику, то при второй к ней добавляется мобилизация сесамовидных костей [7].

Другими показателями, используемыми в ортопедической практике как для диагностики статической деформации переднего отдела стопы, так и для оценки результативности оперативных вмешательств, являются параметры PASA (proximal articular set angle) и DASA (distal articular set angle). PASA определяется как угол между перпендикуляром к продольной оси первой плюсневой кости и линией, соединяющей две крайние точки эффективной суставной поверхности, в норме значение этого параметра не превышает  $6^\circ$ . Показатель DASA рассчитывается как угол между перпендикуляром к

продольной оси первой плюсневой кости и плоскостью эффективной суставной поверхности ее основания. В норме показатель DASA не больше  $7,5^\circ$ . По данным Кондрашовой И. и соавт. (2013) первостепенное внимание к коррекции параметра PASA при проведении хирургического вмешательства у пациентов с HV позволяет снизить частоту рецидивов заболевания. Авторы также отмечают сложность выбора оперативной методики при отсутствии единых классификационных критериев по данным рентгенологического исследования [4].

В современной ортохирургии используются различные клинические, функциональные и инструментальные (преимущественно рентгенологические) параметры для диагностической оценки ПРС. Кроме того, применение некоторых показателей позволяет ранжировать проявления ПРС по степеням выраженности или типам деформации. Некоторые авторы применяют достаточно детализированный способ разделения патологии на стадии и предлагают соответствующие техники устранения деформации, однако не всегда предложенные алгоритмы могут оказаться достаточно результативными в отношении рецидива патологии или экономически эффективными. Таким образом, отсутствие унифицированных подходов и/или алгоритмов диагностики и классификации может в какой-то степени объяснить множество терапевтических и хирургических тактик лечения ПРС.

#### **Обзор способов хирургического лечения поперечной распластанности стопы.**

Современная ортопедия располагает широким спектром консервативных и оперативных методов лечения для коррекции ПРС. Неоперативные методы могут применяться перед хирургическим вмешательством, а также могут выступать в качестве единственной опции лечения у пациентов с ювенильным halluxvalgus, пожилых людей, лиц с сопутствующей патологией, которая может служить противопоказанием к оперативному лечению [40]. На рынке представлено множество марок различного рода устройств, созданных уменьшить болевой синдром и/или нивелировать косметические проявления патологии - стельки, вкладыши, дневные и ночные пластины. Reina и соавт. (2013) исследовали эффективность применения индивидуально подобранных ортопедических стелек в лечении HV. По истечении 12 месяцев в основной группе участниц, носивших стельки ( $n=27$ ), не было выявлено какого-либо улучшения по данным рентгенографии стопы в сравнении с контрольной группой женщин с HV, не получавших никакого лечения ( $n=27$ ) [74]. Таким образом, из нехирургических способов лечения в распоряжении специалиста остаются некоторые лекарственные препараты - нестероидные противовоспалительные средства, а также ацетаминофен (парацетамол).

С другой стороны, лечение ПРС включает в себя более 400 различных способов хирургического вмешательства. Такое большое количество методик может косвенно свидетельствовать о том, что врачи-ортопеды все еще вынуждены выбирать из множества вариантов оперативного лечения, из-за

неудовлетворенности результатами их применения при патологии переднего отдела стопы. Кроме того, широкий "ассортимент" предлагаемых хирургических методик может быть обусловлен и многообразием вариантов ПРС, что делает сложным выполнение задачи создания максимально универсального способа коррекции деформации [6,83]. Наряду с базовыми критериями эффективности оперативной методики лечения ПРС - малой травматичностью и быстрым реабилитационным периодом - современный способ хирургического вмешательства должен обеспечивать максимально полное восстановление архитектуры сводов стопы. Подобный подход может быть обеспечен при соблюдении следующих правил - сохранение полного объема движений в суставах, предупреждение расхождения плюсневых костей при выполнении нагрузки, восстановление анатомически правильного расположения лучей, минимизация воспалительных процессов в постоперационном периоде.

Существуют различные подходы к классификации методик оперативных вмешательств, применяемых для коррекции ПРС. Один из них подразумевает разделение на группы в зависимости от анатомической точки приложения усилий травматолога-ортопеда - остеотомии, операции на мягких тканях и комбинированные методики. Другой подход базируется на конкретном клиническом варианте деформации переднего отдела стопы - операции по устранению hallux valgus, методы по коррекции варусного отклонения первой плюсневой кости, манипуляции по формированию поперечного свода стопы, вмешательства на II-V плюсневых костях стопы, комбинированные способы. Несмотря на подобное разнообразие методик, и вариантов их классификации, специалист должен владеть искусством полной диагностики патологии переднего отдела стопы, с возможной идентификацией определенного этиопатогенетического фактора в развитии болезни для подбора оптимального способа хирургического вмешательства, осуществляя тем самым пациент-центрированный подход в лечении ПРС [9,10,83].

В отношении анатомической сохранности и полноценного функционирования первого плюснефалангового сустава все оперативные вмешательства условно можно классифицировать как радикальные и консервативные. Первая группа вмешательств включает в себя процедуры по резекционной артропластике I ПФС. Все эти методики сфокусированы на артролизе I ПФС, с высвобождением и транспозицией пучка сухожилий, фиксированных на сесамовидных костях, уменьшением натяжения в медиальных структурах сустава. Одной из разновидностей подобных операций является *методика Мейо*, включающая резекцию проксимальной части первой плюсневой кости и прокладку апоневротического лоскута между интактной поверхностью основной фаланги и оперированной поверхностью плюсневой кости [57].

*Техника Келлера*, подразумевающая манипуляции в проксимальной фаланге большого пальца стопы, также разработана еще в начале прошлого века. Она включает в себя резекцию проксимальной части

проксимальной фаланги большого пальца, укрепление медиальной части капсулы сустава [70]. Эти артропластические методы имеют некоторые недостатки из-за чрезмерного укорочения первой плюсневой кости, впоследствии пациент может страдать от синдрома недостаточности луча или болезненной скованности I ПФС. Невзирая на указанные ограничения эти оперативные вмешательства могут применяться у пожилых пациентов с сохраненной функцией самообслуживания или имеющих далеко зашедшие случаи дегенеративных изменений суставных поверхностей. В подобной ситуации также могут применяться техники, в основе которых лежит артродез I ПФС, позволяющий трансформировать болезненный малофункциональный сустав в практически монолитную стабильную структуру. Операция ассоциируется с очень хорошими результатами, может выполняться изолированно или в сочетании с коррекцией варусной деформации первой плюсневой кости. Более того, артродез I ПФС имеет широкий круг показаний к применению у пациентов с ревматоидным артритом, остеоартритом, тяжелой степенью HV [49,90]. На рубеже 1970-1980-х годов предпринимались попытки хирургической коррекции HV с помощью стабилизации I ПФС с помощью эластических аксиальных штифтов. Подобный подход казался весьма перспективным ввиду своей эффективности при патологии запястья, однако в случае деформации переднего отдела стопы конструкция оказалась механически непрочной и провоцировала деструкцию костной ткани [59,85]. Возможно, поиск новых материалов для подобной методики еще позволит применить протезирование у пациентов с ПРС.

Оперативные вмешательства на мягких тканях широко применяются в современной ортопедической практике как в изолированном виде, так и в комбинации с остеотомиями. Одной из ранних разработок в этом направлении стала *методика Мак-Брайда*, созданная в 1928 году. Суть операции заключается в переносе сухожилия приводящей мышцы первого пальца на медиальную сторону первой плюсневой кости путем фиксации к капсуле сустава [58]. Операция Мак-Брайда была достаточно популярной до начала 1990-х годов, поскольку имела неоспоримые преимущества - небольшая инвазивность, малая длительность вмешательства, ранняя реабилитация без гипсовой иммобилизации. Однако методике присущи и некоторые недостатки, связанные с применимостью к определенному анатомическому типу стопы. К примеру, такой вид операции чаще приносит неудовлетворительные результаты у пациентов с греческой стопой или с египетской стопой малого размера. Кроме того, в постоперационном периоде среди осложнений вмешательства отмечаются рецидивы развития HV или ятрогенный hallux valgus, возникающий в результате чрезмерного натяжения транспонированного сухожилия [54,55]. Тем не менее, данный способ хирургического вмешательства в настоящее время применяется в комбинации с остеотомией. В частности, комбинированный подход позволяет уменьшить нагрузку на первый



плюснефаланговый сустав у пациентов с HV в сочетании с галломегалией при египетском типе строения стопы, что позволяет справиться с еще одной проблемой у этой категории пациентов - остеоартритом упомянутого сустава [68]. Есть и другие вмешательства на мягкотканых компонентах стопы (*Петерсена, Лельевера*), однако в этих случаях также высок риск развития halluxvarus как результата гиперкоррекции деформации первого пальца стопы.

В отечественных источниках литературы также описаны способы оперативной коррекции ПРС путем формирования связки переднего отдела с применением биологических и искусственных материалов. Еще в 1925 году *Р. Вреден* разработал методику сшивания надкостниц I и II плюсневых костей для оперативного лечения ПРС, а в 1931 году первым в СССР предложил проводить укрепление поперечного свода стопы полоской фасции. В 1932-1933 годы *М. Куслик* предложил в качестве фиксирующих материалов шелковые нити и сухожилия кенгуру [8]. Некоторые исследователи предположили, что применение биологических материалов может оказывать меньшее разрушительное действие на костную ткань. Так, при операции *Коржа-Яременко* и методиках *С. Герасимова* и *М. Шапиро* используют консервированные аллосухожилия [6].

Учитывая потенциальную угрозу разрушения как материалов, скрепляющих отдельные структуры в единый анатомический комплекс, так и непосредственно самой костной ткани, то логично предположить возможность усиления эффективности подобных фиксирующих операций остеотомиями. Большинство остеотомий производится на первой плюсневой кости, группа включает достаточно широкий круг методик, среди которых можно найти оптимальный вариант для конкретного варианта HV. Некоторые оперативные вмешательства применяются в современной практике в неизменном или модифицированном виде, другие хирургические методики остались лишь в исторической перспективе.

Проксимальные остеотомии весьма эффективны в тех случаях, когда наиболее выраженным патоморфологическим компонентом HV является metatarsusvarus (величина первого межплюсневого угла более 30°), однако риск неправильной ориентации (кнаружи) дистальной суставной поверхности первой плюсневой кости [54,55]. Методика *Lapidus* изначально описывалась как комбинированная коррекция первого межплюсневого промежутка и первого предплюснеплюсневого сустава, у пациентов с выраженным компонентом meta tarsus primus varus и гипермобильностью в медиальном плюсне-клиновидном суставе [30]. Модифицированная версия операции по *Lapidus* представляет собой артродез медиального плюсне-клиновидного сустава. Различные типы фиксации медиального плюсне-клиновидного сустава при данном типе хирургического вмешательства - винтовая фиксация с разными углами крепления, крепление винтов крест на крест сквозь упомянутый сустав, фиксация скобой или внешняя фиксация пластиной. Методика *Lapidus* ассоциируется с некоторыми осложнениями, в числе которых можно

встретить halluxvarus, метатарзалгии и несращения. Так, в мета-анализе с включением 29 исследований число осложнений после проведенной модифицированной операции *Lapidus* достигло 16,05%. Наиболее частым осложнением стало несращение (4,01%), отсроченное сращение (1,49%) и рецидив HV (2,24%). Несмотря на высокую гетерогенность исследований авторы не нашли статистически значимых различий по частоте осложнений в зависимости от способа фиксации или сроков послеоперационной мобилизации [89].

На сегодняшний день насчитывается более 130 способов оперативного лечения HV с остеотомией диафизарного отдела первой плюсневой кости. Первой диафизарной остеотомией можно считать методику *Ludloff*, описанную еще в 1918 году. Суть манипуляции заключается в проведении остеотомии диафиза от тыла к подошвенной поверхности в проксимально-дистальном направлении, что позволяет не только укоротить первую плюсневую кость, но и латерализовать ее дистальную часть [88]. Наряду с этими техниками диафизарной остеотомии в профессиональных кругах широко известна Scarf - остеотомия, название которой является аббревиатурой от французского "letrait de Jupiter des charpen tiers", обозначающей особую плотницкую технику соединения отдельных брусков дерева [17]. Длина иZ-образная форма Scarf-osteотомии подразумевает надежную стабилизацию частей плюсневой кости при условии их фиксации двумя винтами. Данная методика остеотомии востребована среди специалистов по причине неоспоримых достоинств - небольшое количество осложнений, возможность укорочения и плантаризации первой плюсневой кости, простота выполнения, ранняя мобилизация пациентов. В то же время проведение Scarf-osteотомии представляется невозможным, если показатель PASA > 13° [45]. Тем не менее, методика имеет определенный успех и среди самих пациентов с HV. В клиническом испытании под руководством *Adam S. и соавт.* (2010) приняли участие 29 пациентов с 34 прооперированными стопами, период наблюдения составил 18 месяцев. Средний показатель по вопроснику AOFAS (American Orthopaedic Foot and Ankle Society) в предоперационном периоде составил 61,5 балл, после операции авторы отметили его увеличение до 90,3%. Девяносто четыре процента прооперированных пациентов были удовлетворены результатами проведенного вмешательства. Объективные данные также свидетельствовали об эффективности методики: угол HVA уменьшился с 34,6° до 14,9°, а угол IMA - с 15,8° до 7,2° в постоперационном периоде [12,70]

Примером дистальной остеотомии первой плюсневой кости может служить шевронная остеотомия, продемонстрировавшая наибольшую эффективность в случаях HV с показателем IMA < 15°. Изначально техника шевронной остеотомии описывалась как симметричная V-образная остеотомия первой плюсневой кости, в последующем процедура подвергалась модификациям [15]. При данном виде манипуляции выполняются два костных распила в горизонтальной плоскости, встречающихся в центре головки первой плюсневой кости. V-образная форма образовавшегося угла

напоминает армейский шеврон, что и дало название операции. После проведенной остеотомии головку первой плюсневой кости латерализуют - этот этап является начальным для последующих модификаций. Так, по методике *Duke H.* головку можно сместить не только в латеральном, но и в плантарном направлении, что является достаточно эффективной превентивной мерой развития метатарзалгий [29]. Существует современная модификация шевронной остеотомии по *Helmy N.*, в ходе которой в дистальной части первой плюсневой кости делается распил в виде перевернутой буквы "L". Эта техника характеризуется достаточно надежными по результативности клиническими и рентгенологическими исходами, имеет меньший риск развития таких осложнений, как несращение или аваскулярный некроз [41].

Еще одна группа остеотомий представляет собой хирургическое вмешательство на проксимальной фаланге большого пальца стопы. Одной из наиболее распространенных операций данной группы является Akin-остеотомия [13]. Суть процедуры заключается в закрытой клиновидной остеотомии на медиальной поверхности кости, фиксацию частей фаланги проводят разными способами, но наиболее предпочтительным в последнее время стало крепление скобой. Обычно эта опция применяется при показателе  $HVI > 10^\circ$ , но как самостоятельную процедуру ее уже давно не выполняют - подиатры совмещают Akin-остеотомию с операцией по Мак-Брайд или метатарзальными вмешательствами.

Минимально инвазивные вмешательства набирают большую популярность в ортохирургической практике последние 20 лет [26,52,53,75,81]. Теоретически малоинвазивные техники позволяют сроки реабилитации за счет ранней мобилизации, меньших проявлений болевого синдрома, поскольку сокращается длительность операции и уменьшается объем оперативного доступа. К малоинвазивным вмешательствам относят артроскопические, чрескожные операции и техники с малым доступом. С развитием оптических технологий стали возможными такие процедуры как освобождение мягких тканей в латеральной части I ПФС и медиальной поверхности капсулы под контролем эндоскопа, кроме того это позволяет снизить вероятность гиперкоррекции  $HV$  [50,51]. Однако методика не лишена некоторых ограничений: артроскопические техники требуют хорошей материальной оснащенности лечебного учреждения, ассоциируются с потенциальным риском повреждений нервов, достаточно затратные по времени [30,50,51,87].

Чрескожные вмешательства и остеотомии с малым доступом также стали пользоваться большей популярностью, что можно объяснить высокой эффективностью, сопоставимой с традиционными способами, меньшей стоимостью и удовлетворенностью результатами среди прооперированных пациентов. Чрескожные вмешательства выполняются через рабочий разрез (длиной 1-3 мм) без возможности прямой визуализации оперируемых структур, с использованием мини-лезвий для разреза мягких тканей и мини-сверла для работы с костными элементами под контролем

интра-оперативной флюороскопии [52,53]. Субкапитальная остеотомия по методике *Bösch u соавт.* является классической операцией для коррекции  $HV$  [19]. В 2013 году итальянские ортопеды разработали технику SERI- остеотомии (simple - простой, effective - эффективный, rapid - быстрый, inexpensive - недорогой) с использованием спиц Киршнера [37]. *Redfern u соавт.* (2015) описывают такие малоинвазивные техники, как шевронная и Akin остеотомии с внутренней ригидной фиксацией [72].

Еще одна группа оперативных вмешательств, применяемых для коррекции патологии переднего отдела стопы, относится к методам управляемого чрескостного остеосинтеза. Достаточно убедительные сведения об эффективности применения чрескостных методик у пациентов с разной степенью  $HV$  отражены в публикации *Шевцова В. u соавт.* (2009). В исследовании с участием 75 пациентов в возрасте от 9 до 72 лет использовались вмешательства на мягких тканях и костных элементах в зависимости от степени выраженности  $HV$ . Например, для пациентов с  $HV$  третьей степени ( $n=27$ ; 38 стоп) проводился либо артродез межфалангового сустава II пальца, либо резекция головки его проксимальной фаланги. Общим для всех участников стал финальный компонент методики - внешняя фиксация костных элементов аппаратом остеосинтеза. Степень удовлетворенности результатами операции через 12 и более месяцев после вмешательства достигла 95,6%. Однако, как и любой из многочисленных способов оперативного лечения ПРС, описанный авторами метод управляемого ЧКОС имеет определенные недостатки - у 17,1% пациентов со II степенью  $HV$  с неудовлетворительными результатами большинство манипуляций проводилось преимущественно на I пальце, что свидетельствует о необходимости комплексного подхода в лечении  $HV$  [11].

Таким образом, литературные данные свидетельствуют о большом разнообразии хирургических методик, применяемых для коррекции статической деформации переднего отдела стопы. Ввиду отсутствия доказательств эффективности разнообразных устройств и приспособлений, используемых для консервативной терапии ПРС, оперативное лечение остается практически единственной опцией для большинства пациентов. Одна группа вмешательств направлена на исправление костно-суставных изменений в плюсне и фалангах, в то время как другая группа методик позволяет восстановить правильное взаиморасположение компонентов стопы путем мягкотканной пластики. Часть хирургических методик осталась лишь в исторической ретроспективе ортопедической науки, однако некоторые способы модифицированы и используются в современной ортохирургической практике. Особого внимания требуют дальнейшие исследования эффективности малоинвазивных методик, а также способов коррекции ПРС с использованием управляемого ЧКОС.

#### **Заключение**

Анализ зарубежных и отечественных источников литературы позволил нам обосновать некоторые

аспекты актуальности темы нашего исследования. Во-первых, ПРС характеризуется высокими показателями распространенности среди лиц трудоспособного возраста, при этом эпидемиологические показатели ассоциируются с различными внутренними и внешними причинами развития патологии - наследственной предрасположенностью, принадлежностью к женскому полу, ношением неудобной обуви, другими заболеваниями стопы и опорно-двигательного аппарата в целом (гипермобильностью суставов). Во-вторых, многочисленные публикации свидетельствуют о наличии более чем четырехсот методик хирургической коррекции ПРС, что подтверждает проблему дефицита методов, удовлетворяющих требованиям современной ортохирургии - индивидуализации подхода в каждом конкретном случае, небольшой продолжительности оперативного вмешательства, устранению всех компонентов деформации, восстановлению арочной конфигурации поперечного свода стопы.

#### **Вклад авторов.**

Все авторы в равной мере принимали участие в проведении исследования и написания статьи. Конфликт интересов не заявлен.

Авторы заявляют, что данный материал не был заявлен ранее для публикации в других изданиях.

При проведении данной работы не было финансирования сторонними организациями и медицинскими представителями.

#### **Литература:**

1. Бейдик О.В., Зарецков А.В., Куреев С.И., Сидоренко О.В., Ямщиков О.Н. Биофизические особенности функции кисти и стопы, а также повреждений их костей в современной медицине // Вестник российских университетов. Математика. 2011. № 16 (5). С. 1383-1387.
2. Годунов С.Ф. Деформации стопы. Многотомное руководство по ортопедии и травматологии. Под ред. А.М.Волкова. 1984. № 2. С. 702-716.
3. Ильминский А.В. Хирургическое лечение поперечной распластанности стопы и вальгусной деформации первого пальца: дис. ... канд. мед.наук. Курск, 2009. 158 с.
4. Кондрашова И. А., Давлетова Н. А., Кондрашов А. Н. Клинико-рентгенологические аспекты диагностики hallux valgus и поперечного плоскостопия // Травма. 2013. № 14 (4). С. 81-86.
5. Обухова Л.А., Чевагина Н.Н. Анатомия человека. Система скелета и соединения костей: Учеб. - метод. пособ. Новосибирский государственный университет. - Новосибирск, 2009. 84 с.
6. Петров Д.Ю., Тетерин О.Г., Маланин Д.А., Гунин К.В., Лемешкин С.С., Чернявский М.А. и др. Современное состояние проблемы хирургического лечения поперечной деформации переднего отдела стопы // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2009. №2 (30). С. 3-6.
7. Петров Д.Ю. Хирургическая коррекция поперечной деформации переднего отдела стопы : дис. ... канд. мед.наук. Саратов, 2010. 122 с.
8. Распутин Д.А. Новое в хирургическом лечении вальгусного отклонения первого пальца стопы : дис. ... канд. мед.наук. Самара, 2009. 139 с.
9. Сорокин Е.П., Карданов А.А., Ласунский С.А., Безгодков Ю.А., Гудз А.И. Хирургическое лечение вальгусного отклонения первого пальца стопы и его возможные осложнения (обзор литературы) // Травматология и ортопедия России. 2011. № 4. С. 123-130.
10. Усольцев И.В., Леонова С.Н. Проблемы диагностики и хирургического лечения вальгусного отклонения первого пальца стопы (обзор литературы) // Acta Biomedica Scientifica. 2017. №2 (6 (118)). С. 69-75.
11. Шевцов В.И., Попова Л.А., Гохаева А.Н. Результаты дифференцированного использования методик чрескостного остеосинтеза при лечении hallux valgus различной степени тяжести // Травматология и ортопедия России. 2007. № 4. С. 15-20.
12. Adam S.P., Choung S.C., Gu Y., O'Malley M.J. Outcomes after scarf osteotomy for treatment of adult hallux valgus deformity // Clin Orthop Relat Res. 2011. N469(3). P. 854-859.
13. Akin D.F. The treatment of hallux valgus. A new operative procedure and its results // Med Sentin. 1925. N33. P. 678-679.
14. Arbeeve L., Yau M., Mitchell B.D, et al. Genome-wide meta-analysis identified novel variant associated with hallux valgus in Caucasians // J Foot Ankle Res. 2020. N13(1). 11 p.
15. Austin D.W., Leventen .EO. A new osteotomy for hallux valgus: a horizontally directed "V" displacement osteotomy of the metatarsal head for hallux valgus and primus varus // Clin Orthop Relat Res. 1981. N157. P. 25-30.
16. Baravarian B. Hallux valgus and bunion surgery // Clin Podiatr Med Surg. 2014. N31(2). P. 13-14.
17. Barouk L.S. Scarf osteotomy for hallux valgus correction. Local anatomy, surgical technique, and combination with other forefoot procedures // Foot Ankle Clin. 2000. N5(3). P. 525-558.
18. Benvenuti F., Ferrucci L., Guralnik J.M., Gangemi S., Baroni A. Foot pain and disability in older persons: an epidemiologic survey // J Am Geriatr Soc. 1995. N43(5). P. 479-484.
19. Bösch P., Wanke S., Legenstein R. Hallux valgus correction by the method of Bösch: a new technique with a seven-to-ten-year follow-up // Foot Ankle Clin. 2000. N5(3). P. 485-486.
20. Buldt A.K., Murley G.S., Butterworth P., Levinger P., Menz H.B., Landorf K.B. The relationship between foot posture and lower limb kinematics during walking: A systematic review published correction appears in Gait Posture // Gait Posture. 2013. N 38(3). P. 363-372.
21. Cho B.K., Park J.K., Choi S.M., SooHoo N.F. Is generalized ligamentous laxity a prognostic factor for recurrent hallux valgus deformity? // Foot Ankle Surg. 2019. N25(2). P. 127-131.
22. Coughlin M.J., Thompson F.M. The high price of high-fashion footwear // Instr Course Lect. 1995. N 44. P. 371-377.
23. Coughlin M.J., Jones C.P. Hallux valgus: demographics, etiology, and radiographic assessment // Foot Ankle Int. 2007. N28(7). P. 759-777.
24. Coughlin M.J., Jones C.P. Hallux valgus and first ray mobility. A prospective study // J Bone Joint Surg Am. 2007. N89(9). P. 1887-1898.

25. Coughlin M.J., Smith B.W. Hallux valgus and first ray mobility. Surgical technique // *J Bone Joint Surg Am*. 2008. N 90 Suppl 2 Pt 2. P. 153-170.
26. Dayton P., Kauwe M., Feilmeier M. Is our current paradigm for evaluation and management of the bunion deformity flawed? A discussion of procedure philosophy relative to anatomy // *J Foot Ankle Surg*. 2015. N54(1). P. 102-111.
27. Deveci A., Firat A., Yilmaz S., et al. Short-term clinical and radiologic results of the scarf osteotomy: what factors contribute to recurrence? // *J Foot Ankle Surg*. 2013. N52(6). P. 771-775.
28. Dietze A., Bahlke U., Martin H., Mittlmeier T. First ray instability in hallux valgus deformity: a radiokinematic and pedobarographic analysis // *Foot Ankle Int*. 2013. N34(1). P. 124-130.
29. Duke H.F., Kaplan E.M. A modification of the Austin bunionectomy for shortening and plantarflexion // *J Am Podiatry Assoc*. 1984. N74(5). P. 209-215.
30. Easley M.E., Trnka H.J. Current concepts review: hallux valgus part II: operative treatment // *Foot Ankle Int*. 2007. N28(6). P. 748-758.
31. Ferrari J., Hopkinson D.A. Size and shape differences between male and female foot bones: is the female foot predisposed to hallux abducto valgus deformity? // *J Am Podiatr Med Assoc*. 2004. N94(5). P. 434-452.
32. Fitzgerald J.A., Wilkinson J.M. Arthrodesis of the metatarsophalangeal joint of the great toe // *Clin Orthop Relat Res*. 1981. N157. P. 70-77.
33. Fraissler L., Konrads C., Hoberg M., Rudert M., Walcher M. Treatment of hallux valgus deformity. EFORT open reviews. 2016. N1(8). P. 295-302.
34. Franklin S., Grey M.J., Heneghan N., Bowen L., Li F.X. Barefoot vs common footwear: A systematic review of the kinematic, kinetic and muscle activity differences during walking // *Gait Posture*. 2015. N42(3). P. 230-239.
35. Galois L. History of surgical treatments for hallux valgus. // *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology* 2018. P. 104-106.
36. Gines-Cespedosa A., Alentorn-Geli E., Sanchez J.F., et al. Influence of common associated forefoot disorders on preoperative quality of life in patients with hallux valgus // *Foot Ankle Int*. 2013. N34(12). P. 1634-1637.
37. Giannini S., Faldini C., Nanni M., Di Martino A., Luciani D., Vannini F. A minimally invasive technique for surgical treatment of hallux valgus: simple, effective, rapid, inexpensive (SERI) // *International orthopedics*. 2013. N37(9). P. 1805-1813.
38. González-Martín C., Alonso-Tajes F., Pérez-García S., et al. Hallux valgus in a random population in Spain and its impact on quality of life and functionality // *Rheumatol Int*. 2017. N37(11). P. 1899-1907.
39. Hamilton G.A., Ford L.A., Patel S. First metatarsophalangeal joint arthrodesis and revision arthrodesis // *Clin Podiatr Med Surg*. 2009. N26(3).
40. Hecht P.J., Lin T.J. Hallux valgus // *Med Clin North Am*. 2014. N98(2). P. 227-232.
41. Helmy N., Vienne P., von Campe A., Espinosa N. Treatment of hallux valgus deformity: preliminary results with a modified distal metatarsal osteotomy // *Acta Orthop Belg*. 2009. N75(5). P. 661-670.
42. Hillstrom H.J., Song J., Kraszewski A.P., et al. Foot type biomechanics part 1: structure and function of the asymptomatic foot // *Gait Posture*. 2013. N37(3). P. 445-451.
43. Holowka N.B., Wallace I.J. Foot strength and stiffness are related to footwear use in a comparison of minimally- vs. conventionally-shod populations // *Sci Rep*. 2018. N8(1).3679 p. Published 2018 Feb 27.
44. Hsu Y.H., Liu Y., Hannan M.T., et al. Genome-wide association meta-analyses to identify common genetic variants associated with hallux valgus in Caucasian and African Americans // *J Med Genet*. 2015. N52(11). P. 762-769.
45. Kardanov A.A., Zagorodnij N.V., Lukin M.P. Influence of the proximal articular set angle on the result of the surgical treatment of Hallux valgus (X-ray aspect) // *Bulletin of Rentgenology and Radiology*. 2007. N5. 42 p.
46. Kitson K. Bunions: their origin and treatment // *J Perioper Pract*. 2007. N17(7). P. 308-316.
47. Lang L.M. The anatomy of the foot // *Baillieres Clin Rheumatol*. 1987. N1(2). P. 215-240.
48. Lee C.H., Lee S., Kang H., et al. Genetic influences on hallux valgus in Koreans: the healthy twin study // *Twin Res Hum Genet*. 2014. N17(2). P. 121-126.
49. Little J.B. First metatarsophalangeal joint arthrodesis in the treatment of hallux valgus // *Clin Podiatr Med Surg*. 2014. N31(2). P. 281-289.
50. Lui T.H., Chan K.B., Chow H.T. et al. Arthroscopy-assisted correction of hallux valgus deformity // *Arthroscopy* 2008. N24. P. 875-880.
51. Lui T.H. Arthroscopic Arthrodesis of the First Metatarsophalangeal Joint in Hallux Valgus Deformity // *Arthrosc Tech*. 2017. N6(5). P. 1481-1487.
52. Maffulli N., Longo U. G., Marinozzi A., Denaro V. Hallux valgus: effectiveness and safety of minimally invasive surgery. A systematic review // *British Medical Bulletin*. 2010. N 97(1). P. 149-167.
53. Maffulli N., Oliva F., Coppola C. et al. Minimally invasive hallux valgus correction: a technical note and a feasibility study // *J Surg Orthop Adv*. 2005. N14. P. 193-198.
54. Mann R.A., Rudicel S., Graves S.C. Repair of hallux valgus with a distal soft-tissue procedure and proximal metatarsal osteotomy. A long-term follow-up // *J Bone Joint Surg Am*. 1992. N74(1). P. 124-129.
55. Mann R.A., Rudicel S., Graves S.C. Repair of hallux valgus with a distal soft-tissue procedure and proximal metatarsal osteotomy. A long-term follow-up // *J Bone Joint Surg Am*. 1992. N 74(1). P. 124-129.
56. Mansur N.S.B., de Souza Nery C.A. Hypermobility in Hallux Valgus // *Foot Ankle Clin*. 2020. N25(1). P. 1-17.
57. Mayo C.H. XVIII. The Surgical Treatment of Bunions // *Ann Surg*. 1908. N 48(2). P. 300-302.
58. McBride E.D. A conservative operation for bunions // *J Bone Joint Surg Am*. 1928. N 84(11). 2101 p.
59. McCombe P.F., Millroy P.J. Swanson silastic wrist arthroplasty. A retrospective study of fifteen cases // *J Hand Surg Br*. 1985. N 10(2). P. 199-201.
60. Nery C., Coughlin M.J., Baumfeld D., Ballerini F.J., Kobata S. Hallux valgus in males--part 1: demographics, etiology, and comparative radiology // *Foot Ankle Int*. 2013. N 34(5). P. 629-635.
61. Nishimura A., Ito N., Nakazora S., Kato K., Ogura T., Sudo A. Does hallux valgus impair physical function? // *BMC musculoskeletal disorders*. 2018. N19(1). 174 p.

62. Nix S.E., Vicenzino B.T., Smith M.D. Foot pain and functional limitation in healthy adults with hallux valgus: a cross-sectional study // *BMC Musculoskelet Disord*. 2012. N13. P. 197. Published 2012 Oct 16.
63. Nix S.E., Vicenzino B.T., Collins N.J., Smith M.D. Characteristics of foot structure and footwear associated with hallux valgus: a systematic review // *Osteoarthritis Cartilage*. 2012. N20(10). P. 1059-1074.
64. Nguyen U.S., Hillstrom H.J., Li W., et al. Factors associated with hallux valgus in a population-based study of older women and men: the MOBILIZE Boston Study // *Osteoarthritis Cartilage*. 2010. N 18(1). P. 41-46.
65. O'Connor K., Bragdon G., Baumhauer J.F. Sexual dimorphism of the foot and ankle // *Orthop Clin North Am*. 2006. N37(4). P. 569-574.
66. Okuda H., Juman S., Ueda A., Miki T., Shima M. Factors related to prevalence of hallux valgus in female university students: a cross-sectional study // *J Epidemiol*. 2014. N24(3). P. 200-208.
67. Perera A.M., Mason L., Stephens M.M. The pathogenesis of hallux valgus // *J Bone Joint Surg Am*. 2011. N93(17).P.1650-1661.
68. Pfeffinger L.L. The modified McBride procedure // *Orthopedics* 1990. N 13. P. 979-984.
69. Piqué-Vidal C., Solé M.T., Antich J. Hallux valgus inheritance: pedigree research in 350 patients with bunion deformity // *J Foot Ankle Surg*. 2007. N 46(3). P. 149-154.
70. Putti A.B., Pande S., Adam R.F., Abboud R.J. Keller's arthroplasty in adults with hallux valgus and hallux rigidus // *Foot Ankle Surg*. 2012. N18(1). P. 34-38.
71. Raikin S.M., Miller A.G. Recurrence of hallux valgus: a review // *Foot Ankle Clin*. 2014. N19(2). P. 259-274.
72. Redfern D., Vernois J., Legré B.P. Percutaneous Surgery of the Forefoot // *Clin Podiatr Med Surg*. 2015. N 32(3). P. 291-332.
73. Rega R., Green D.R. The extensor hallucis longus and the flexor hallucis longus tendons in hallux abducto valgus // *J Am Podiatry Assoc*. 1978. N68(7). P. 467-472.
74. Reina M., Lafuente G., Munuera P.V. Effect of custom-made foot orthoses in female hallux valgus after one-year follow up // *Prosthet Orthot Int*. 2013. N37(2). P. 113-119.
75. Roukis T.S. Percutaneous and minimum incision metatarsal osteotomies: a systematic review // *J Foot Ankle Surg*. 2009. N48. P. 380-387.
76. Saltzman C.L., Aper R.L., Brown T.D. Anatomic determinants of first metatarsophalangeal flexion moments in hallux valgus // *Clin Orthop Relat Res*. 1997. N339. P. 261-269.
77. Saro C., Jensen I., Lindgren U., Felländer-Tsai L. Quality-of-life outcome after hallux valgus surgery // *Qual Life Res*. 2007. N16(5). P. 731-738.
78. Şaylı U., Altunok E.Ç., Güven M., Akman B., Biros J., Şaylı A. Prevalence estimation and familial tendency of common forefoot deformities in Turkey: A survey of 2662 adults // *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*. 2018. N 52(3). P. 167-173.
79. Scanton P.E., Rutkowski R. Anatomic variations in the first ray: Part I. Anatomic aspects related to bunion surgery // *Clin Orthop Relat Res*. 1980. N151. P. 244-255.
80. Seki H., Miura A., Sato N., Yuda J., Shimauchi T. Correlation between degree of hallux valgus and kinematics in classical ballet: A pilot study // *PLoS One*. 2020. N15(4). Published 2020 Apr 6.
81. Shibuya N., Roukis T.S., Jupiter D.C. Mobility of the First Ray in Patients With or Without Hallux Valgus Deformity: Systematic Review and Meta-Analysis // *J Foot Ankle Surg*. 2017. N 56(5). P. 1070-1075.
82. Sim-Fook L., Hodgson A.R. A comparison of foot forms among the non-shoe and shoe-wearing Chinese population // *J Bone Joint Surg Am*. 1958. N 40-A(5). P. 1058-1062.
83. Smyth N.A., Aiyer A.A. Introduction: Why Are There so Many Different Surgeries for Hallux Valgus? // *Foot Ankle Clin*. 2018. N 23(2). P. 171-182.
84. Soemarko D.S., Rahmasari F., Kamal A.F., Cahayadi S.D. Hallux valgus among sales promotion women wearing high heels in a department store // *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2019. N27(1).
85. Swanson A.B. Flexible Implant Arthroplasty in the Hand, *Clinics in Plastic Surgery*, Volume 3, Issue 1, 1976. P.141-157.
86. Taranto J., Taranto M.J., Bryant A.R., Singer K.P. Analysis of dynamic angle of gait and radiographic features in subjects with hallux abducto valgus and hallux limitus // *J Am Podiatr Med Assoc*. 2007. N 97(3). P. 175-188.
87. Trnka H.J., Krenn S., Schuh R. Minimally invasive hallux valgus surgery: a critical review of the evidence // *Int Orthop*. 2013. N37(9). P. 1731-1735.
88. Weinfeld A.B. The Ludloff's osteotomy for correction of hallux valgus: a historic procedure re-invented. In: *Osteotomies of the hindfoot and forefoot // 2nd International spring meeting (AFCP) Bordeaux, May 4-5-6. 2000.*
89. Willegger M., Holinka J., Ristl R., Wanivenhaus A.H., Windhager R., Schuh R. Correction power and complications of first tarsometatarsal joint arthrodesis for hallux valgus deformity // *Int Orthop*. 2015. N39(3). P. 467-476.
90. Wood E.V., Walker C.R., Hennessy M.S. First metatarsophalangeal arthrodesis for hallux valgus // *Foot Ankle Clin*. 2014. N 19(2). P. 245-258.
91. Wu D., Louie L. Does wearing high-heeled shoe cause hallux valgus ? A survey of 1,056 Chinese Females // *Foot Ankle Online J*. 2016. N3(5).3p.
92. van Wyngarden T.M. The painful foot, Part I: Common forefoot deformities // *Am Fam Physician*. 1997. N55(5). P. 1866-1876.
93. York P.J., Wydra F.B. Injuries to the great toe // *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2017. N 10(1). P. 104-112.
94. Yu G.V., Gorby P.O. First metatarsophalangeal joint arthrodesis // *Clin Podiatr Med Surg*. 2004. N21(1). P. 65-96.
95. Xu H., Jin K., Fu Z., Ma M., Liu Z., An S., Jiang B. Radiological characteristics and anatomical risk factors in the evaluation of hallux valgus in chinese adults // *Chinese medical journal*. 2015. N28(1). P. 51-57.

**Referensec:**

1. Beydik O.V., Zaretskov A.V., Kireev S.I., Sidorenko O.V., Yamshchikov O. N. Biofizicheskie osobennosti funktsii kisti i stopy, a takzhe povrezhdeniy ikh kostey v sovremennoy meditsine [Biophysical features of the function of the hand and foot, as well as damage to their bones in modern medicine]. *Vestnik Rossiiskikh universitetov. Matematika* [Bulletin of Russian Universities. Maths]. 2011. № 16 (5). pp. 1383-1387. [in Russian]

2. Godunov S.F. *Deformatsii stopy. Mnogotomnoe rukovodstvo po ortopedii i travmatologii. Pod red. A.M. Volkova.* [Deformation of the foot. Multivolume guide to orthopedics and traumatology. Ed. A.M. Volkov] 1984. № 2. pp. 702–716. [in Russian]
3. Il'minskiy A.V. *Khirurgicheskoe lechenie poperechnoy rasplastannosti stopy i val'gusnoy deformatsii pervogo pal'tsa* [Surgical treatment of transverse flatness of the foot and hallux valgus:] : dis. ... kand. med. nauk. Kursk, 2009. 158 p. [in Russian]
4. Kondrashova I. A., Davletova N. A., Kondrashov A. N. Kliniko-rentgenologicheskie aspekty diagnostiki hallux valgus i poperechnogo ploskostopiya [Clinical and radiological aspects of the diagnosis of hallux valgus and transverse flat feet]. *Travma* [Trauma]. 2013. № 14 (4). P. 81-86. [in Russian]
5. Obukhova L.A., Chevagina N.N. *Anatomiya cheloveka. Sistema skeleta i soedineniya kostey: Ucheb. - metod. posob. Novosibirskiy gosudarstvennyy universitet.* [Human anatomy. The system of the skeleton and the connection of bones: Study guide Novosibirsk State University] - Novosibirsk, 2009. 84 p. [in Russian]
6. Petrov D.Yu., Teterin O.G., Malanin D.A., Gunin K.V., Lemeshkin S.S., Chernyavskiy M.A. i dr. *Sovremennoe sostoyanie problemy khirurgicheskogo lecheniya poperechnoy deformatsii perednego otdela stopy* [The current state of the problem of surgical treatment of transverse deformity of the forefoot]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta* [Bulletin of the Volgograd State Medical University]. 2009. № 2 (30). pp. 3-6. [in Russian]
7. Petrov D.Yu. *Khirurgicheskaya korrektsiya poperechnoy deformatsii perednego otdela stopy* [Surgical correction of the transverse deformity of the forefoot] : dis. ... kand. med. nauk. Saratov, 2010. 122 p. [in Russian]
8. Rasputin D.A. *Novoe v khirurgicheskoy lechenii val'gusnogo otkloneniya pervogo pal'tsa stopy* [New in the surgical treatment of hallux valgus] : dis. ... kand. med. nauk. Samara, 2009. 139 p. [in Russian]
9. Sorokin E.P., Kardanov A.A., Lasunskiy S.A., Bezgodkov Yu.A., Gudz, A.I. *Khirurgicheskoe lechenie val'gusnogo otkloneniya pervogo pal'tsa stopy i ego vozmozhnye oslozhneniya (obzor literatury)* [Surgical treatment of hallux valgus and its possible complications (literature review)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2011. № 4. P. 123-130. [in Russian]
10. Usoltsev I.V., Leonova S.N. *Problemy diagnostiki i khirurgicheskogo lecheniya val'gusnogo otkloneniya pervogo pal'tsa stopy (obzor literatury)* [Problems of diagnosis and surgical treatment of hallux valgus (literature review)]. *Acta Biomedica Scientifica*. 2017. № 2 (6 (118)). P. 69-75. [in Russian]
11. Shevtsov V.I., Popova L.A., Gokhaeva A.N. *Rezultaty differentsirovannogo ispol'zovaniya metodik chreskostnogo osteosinteza pri lechenii hallux valgus razlichnoy stepeni tyazhesti* [Results of differential use of transosseous osteosynthesis techniques in the treatment of hallux valgus of varying severity]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2007. № 4. P. 15-20. [in Russian]
12. Adam S.P., Choung S.C., Gu Y., O'Malley M.J. *Outcomes after scarf osteotomy for treatment of adult hallux valgus deformity.* *Clin Orthop Relat Res*. 2011. N469(3). P. 854-859.
13. Akin D.F. *The treatment of hallux valgus. A new operative procedure and its results.* *Med Sentin*. 1925. N 33. P. 678–679.
14. Arbeeveva L., Yau M., Mitchell B.D, et al. *Genome-wide meta-analysis identified novel variant associated with hallux valgus in Caucasians.* *J Foot Ankle Res*. 2020. N13(1). 11 p.
15. Austin D.W., Leventen .EO. *A new osteotomy for hallux valgus: a horizontally directed "V" displacement osteotomy of the metatarsal head for hallux valgus and primus varus.* *Clin Orthop Relat Res*. 1981. N 157. P. 25-30.
16. Baravarian B. *Hallux valgus and bunion surgery.* *Clin Podiatr Med Surg*. 2014. N 31(2). P. 13-14.
17. Barouk L.S. *Scarf osteotomy for hallux valgus correction. Local anatomy, surgical technique, and combination with other forefoot procedures.* *Foot Ankle Clin*. 2000. N 5(3). P. 525-558.
18. Benvenuti F., Ferrucci L., Guralnik J.M., Gangemi S., Baroni A. *Foot pain and disability in older persons: an epidemiologic survey.* *J Am Geriatr Soc*. 1995. N43(5). P. 479-484.
19. Bösch P., Wanke S., Legenstein R. *Hallux valgus correction by the method of Bösch: a new technique with a seven-to-ten-year follow-up.* *Foot Ankle Clin*. 2000. N 5(3). P. 485-486.
20. Buldt A.K., Murley G.S., Butterworth P., Levinger P., Menz H.B., Landorf K.B. *The relationship between foot posture and lower limb kinematics during walking: A systematic review published correction appears in Gait Posture.* *Gait Posture*. 2013. N 38(3). P. 363-372.
21. Cho B.K., Park J.K., Choi S.M., SooHoo N.F. *Is generalized ligamentous laxity a prognostic factor for recurred hallux valgus deformity?* *Foot Ankle Surg*. 2019. N 25(2). P. 127-131.
22. Coughlin M.J., Thompson F.M. *The high price of high-fashion footwear.* *Instr Course Lect*. 1995. N 44. P. 371-377.
23. Coughlin M.J., Jones C.P. *Hallux valgus: demographics, etiology, and radiographic assessment.* *Foot Ankle Int*. 2007. N 28(7). P. 759-777.
24. Coughlin M.J., Jones C.P. *Hallux valgus and first ray mobility. A prospective study.* *J Bone Joint Surg Am*. 2007. N 89(9). P. 1887-1898.
25. Coughlin M.J., Smith B.W. *Hallux valgus and first ray mobility. Surgical technique.* *J Bone Joint Surg Am*. 2008. N 90 Suppl 2 Pt 2. P. 153-170.
26. Dayton P., Kauwe M., Feilmeier M. *Is our current paradigm for evaluation and management of the bunion deformity flawed? A discussion of procedure philosophy relative to anatomy.* *J Foot Ankle Surg*. 2015. N 54(1). P. 102-111.
27. Deveci A., Firat A., Yilmaz S., et al. *Short-term clinical and radiologic results of the scarf osteotomy: what factors contribute to recurrence?* *J Foot Ankle Surg*. 2013. N 52(6). P. 771-775.
28. Dietze A., Bahlke U., Martin H., Mittlmeier T. *First ray instability in hallux valgus deformity: a radiokinematic*

and pedobarographic analysis. *Foot Ankle Int.* 2013. N 34(1). P. 124-130.

29. Duke H.F., Kaplan E.M. A modification of the Austin bunionectomy for shortening and plantarflexion. *J Am Podiatry Assoc.* 1984. N 74(5). P. 209-215.

30. Easley M.E., Trnka H.J. Current concepts review: hallux valgus part II: operative treatment. *Foot Ankle Int.* 2007. N 28(6). P. 748-758.

31. Ferrari J., Hopkinson D.A. Size and shape differences between male and female foot bones: is the female foot predisposed to hallux abducto valgus deformity? *J Am Podiatr Med Assoc.* 2004. N 94(5). P. 434-452.

32. Fitzgerald J.A., Wilkinson J.M. Arthrodesis of the metatarsophalangeal joint of the great toe. *Clin Orthop Relat Res.* 1981. N 157. P. 70-77.

33. Fraissler L., Konrads C., Hoberg M., Rudert M., Walcher M. *Treatment of hallux valgus deformity.* EFORT open reviews. 2016. N 1(8). P. 295-302.

34. Franklin S., Grey M.J., Heneghan N., Bowen L., Li F.X. Barefoot vs common footwear: A systematic review of the kinematic, kinetic and muscle activity differences during walking. *Gait Posture.* 2015. N 42(3). P. 230-239.

35. Galois L. History of surgical treatments for hallux valgus. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology.* 2018. P. 104-106.

36. Gines-Cespedosa A., Alentorn-Geli E., Sanchez J.F., et al. Influence of common associated forefoot disorders on preoperative quality of life in patients with hallux valgus. *Foot Ankle Int.* 2013. N 34(12). P. 1634-1637.

37. Giannini S., Faldini C., Nanni M., Di Martino A., Luciani D., Vannini, F. A minimally invasive technique for surgical treatment of hallux valgus: simple, effective, rapid, inexpensive (SERI). *International orthopedics.* 2013. N 37(9). P. 1805-1813.

38. González-Martín C., Alonso-Tajes F., Pérez-García S., et al. Hallux valgus in a random population in Spain and its impact on quality of life and functionality. *Rheumatol Int.* 2017. N 37(11). P. 1899-1907.

39. Hamilton G.A., Ford L.A., Patel S. First metatarsophalangeal joint arthrodesis and revision arthrodesis. *Clin Podiatr Med Surg.* 2009. N 26(3).

40. Hecht P.J., Lin T.J. Hallux valgus. *Med Clin North Am.* 2014. N 98(2). P. 227-232.

41. Helmy N., Vienne P., von Campe A., Espinosa N. Treatment of hallux valgus deformity: preliminary results with a modified distal metatarsal osteotomy. *Acta Orthop Belg.* 2009. N 75(5). P. 661-670.

42. Hillstrom H.J., Song J., Kraszewski A.P., et al. Foot type biomechanics part 1: structure and function of the asymptomatic foot. *Gait Posture.* 2013. N 37(3). P. 445-451.

43. Holowka N.B., Wallace I.J. Foot strength and stiffness are related to footwear use in a comparison of minimally- vs. conventionally-shod populations. *Sci Rep.* 2018. N 8(1). 3679 p. Published 2018 Feb 27.

44. Hsu Y.H., Liu Y., Hannan M.T., et al. Genome-wide association meta-analyses to identify common genetic variants associated with hallux valgus in Caucasian and African Americans. *J Med Genet.* 2015. N 52(11). P. 762-769.

45. Kardanov A.A., Zagorodnij N.V., Lukin M.P. Influence of the proximal articular set angle on the result of the surgical treatment of Hallux valgus (X-ray aspect). *Bulletin of Rentgenology and Radiology.* 2007. N 5. 42 p.

46. Kitson K. Bunions: their origin and treatment. *J Perioper Pract.* 2007. N 17(7). P. 308-316.

47. Lang L.M. The anatomy of the foot. *Baillieres Clin Rheumatol.* 1987. N 1(2). P. 215-240.

48. Lee C.H., Lee S., Kang H., et al. Genetic influences on hallux valgus in Koreans: the healthy twin study. *Twin Res Hum Genet.* 2014. N 17(2). P. 121-126.

49. Little J.B. First metatarsophalangeal joint arthrodesis in the treatment of hallux valgus. *Clin Podiatr Med Surg.* 2014. N 31(2). P. 281-289.

50. Lui T.H., Chan K.B., Chow H.T. et al. Arthroscopy-assisted correction of hallux valgus deformity. *Arthroscopy* 2008. N 24. P. 875-880.

51. Lui T.H. Arthroscopic Arthrodesis of the First Metatarsophalangeal Joint in Hallux Valgus Deformity. *Arthrosc Tech.* 2017. N 6(5). P. 1481-1487.

52. Maffulli N., Longo U. G., Marinozzi A., Denaro V. Hallux valgus: effectiveness and safety of minimally invasive surgery. A systematic review. *British Medical Bulletin.* 2010. N 97(1). P. 149-167.

53. Maffulli N., Oliva F., Coppola C. et al. Minimally invasive hallux valgus correction: a technical note and a feasibility study. *J Surg Orthop Adv.* 2005. N 14. P. 193-198.

54. Mann R.A., Rudicel S., Graves S.C. Repair of hallux valgus with a distal soft-tissue procedure and proximal metatarsal osteotomy. A long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 1992. N 74(1). P. 124-129.

55. Mann R.A., Rudicel S., Graves S.C. Repair of hallux valgus with a distal soft-tissue procedure and proximal metatarsal osteotomy. A long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 1992. N 74(1). P. 124-129.

56. Mansur N.S.B., de Souza Nery C.A. Hypermobility in Hallux Valgus. *Foot Ankle Clin.* 2020. N 25(1). P. 1-17.

57. Mayo C.H. XVIII. The Surgical Treatment of Bunion. *Ann Surg.* 1908. N 48(2). P. 300-302.

58. McBride E.D. A conservative operation for bunions. *J Bone Joint Surg Am.* 1928. N 84(11). 2101 p.

59. McCombe P.F., Millroy P.J. Swanson silastic wrist arthroplasty. A retrospective study of fifteen cases. *J Hand Surg Br.* 1985. N 10(2). P. 199-201.

60. Nery C., Coughlin M.J., Baumfeld D., Ballerini F.J., Kobata S. Hallux valgus in males--part 1: demographics, etiology, and comparative radiology. *Foot Ankle Int.* 2013. N 34(5). P. 629-635.

61. Nishimura A., Ito N., Nakazora S., Kato K., Ogura T., Sudo A. Does hallux valgus impair physical function? *BMC musculoskeletal disorders.* 2018. N19(1). 174 p.

62. Nix S.E., Vicenzino B.T., Smith M.D. Foot pain and functional limitation in healthy adults with hallux valgus: a cross-sectional study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2012. N 13. P. 197. Published 2012 Oct 16.

63. Nix S.E., Vicenzino B.T., Collins N.J., Smith M.D. Characteristics of foot structure and footwear associated with hallux valgus: a systematic review. *Osteoarthritis Cartilage.* 2012. N 20(10). P. 1059-1074.

64. Nguyen U.S., Hillstrom H.J., Li W., et al. Factors associated with hallux valgus in a population-based study of older women and men: the MOBILIZE Boston Study. *Osteoarthritis Cartilage.* 2010. N 18(1). P. 41-46.

65. O'Connor K., Bragdon G., Baumhauer J.F. Sexual dimorphism of the foot and ankle. *Orthop Clin North Am.* 2006. N 37(4). P. 569-574.

66. Okuda H., Juman S., Ueda A., Miki T., Shima M. Factors related to prevalence of hallux valgus in female university students: a cross-sectional study. *J Epidemiol.* 2014. N 24(3). P. 200-208.
67. Perera A.M., Mason L., Stephens M.M. The pathogenesis of hallux valgus. *J Bone Joint Surg Am.* 2011. N 93(17).P.1650-1661.
68. Pfeffinger L.L. The modified McBride procedure. *Orthopedics.* 1990. N 13. P. 979-984.
69. Piqué-Vidal C., Solé M.T., Antich J. Hallux valgus inheritance: pedigree research in 350 patients with bunion deformity. *J Foot Ankle Surg.* 2007. N 46(3). P. 149-154.
70. Putti A.B., Pande S., Adam R.F., Abboud R.J. Keller's arthroplasty in adults with hallux valgus and hallux rigidus. *Foot Ankle Surg.* 2012. N 18(1). P. 34-38.
71. Raikin S.M., Miller A.G. Recurrence of hallux valgus: a review. *Foot Ankle Clin.* 2014. N19(2). P. 259-274.
72. Redfern D., Vernois J., Legré B.P. Percutaneous Surgery of the Forefoot. *Clin Podiatr Med Surg.* 2015. N 32(3). P. 291-332.
73. Rega R., Green D.R. The extensor hallucis longus and the flexor hallucis longus tendons in hallux abducto valgus. *J Am Podiatry Assoc.* 1978. N 68(7). P. 467-472.
74. Reina M., Lafuente G., Munuera P.V. Effect of custom-made foot orthoses in female hallux valgus after one-year follow up. *Prosthet Orthot Int.* 2013. N37(2). P. 113-119.
75. Roukis T.S. Percutaneous and minimum incision metatarsal osteotomies: a systematic review. *J Foot Ankle Surg.* 2009. N 48. P. 380-387.
76. Saltzman C.L., Aper R.L., Brown T.D. Anatomic determinants of first metatarsophalangeal flexion moments in hallux valgus. *Clin Orthop Relat Res.* 1997. N 339. P. 261-269.
77. Saro C., Jensen I., Lindgren U., Felländer-Tsai L. Quality-of-life outcome after hallux valgus surgery. *Qual Life Res.* 2007. N 16(5). P. 731-738.
78. Şaylı U., Altunok E. Ç., Güven M., Akman B., Biros J., Şaylı, A. Prevalence estimation and familial tendency of common forefoot deformities in Turkey: A survey of 2662 adults. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica.* 2018. N 52(3). P. 167-173.
79. Scranton P.E. Jr, Rutkowski R. Anatomic variations in the first ray: Part I. Anatomic aspects related to bunion surgery. *Clin Orthop Relat Res.* 1980. N 151. P. 244-255.
80. Seki H., Miura A., Sato N., Yuda J., Shimauchi T. Correlation between degree of hallux valgus and kinematics in classical ballet: A pilot study. *PLoS One.* 2020. N 15(4). Published 2020 Apr 6.
81. Shibuya N., Roukis T.S., Jupiter D.C. Mobility of the First Ray in Patients With or Without Hallux Valgus Deformity: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Foot Ankle Surg.* 2017. N 56(5). P. 1070-1075.
82. Sim-Fook L., Hodgson A.R. A comparison of foot forms among the non-shoe and shoe-wearing Chinese population. *J Bone Joint Surg Am.* 1958. N 40-A(5). P. 1058-1062.
83. Smyth N.A., Aiyer A.A. Introduction: Why Are There so Many Different Surgeries for Hallux Valgus? *Foot Ankle Clin.* 2018. N 23(2). P. 171-182.
84. Soemarko D.S., Rahmasari F., Kamal A.F., Cahayadi S.D. Hallux valgus among sales promotion women wearing high heels in a department store. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2019. N27(1).
85. Swanson A.B. *Flexible Implant Arthroplasty in the Hand, Clinics in Plastic Surgery*, Volume 3, Issue 1, 1976. P.141-157.
86. Taranto J., Taranto M.J., Bryant A.R., Singer K.P. Analysis of dynamic angle of gait and radiographic features in subjects with hallux abducto valgus and hallux limitus. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2007. N 97(3). P. 175-188.
87. Trnka H.J., Krenn S., Schuh R. Minimally invasive hallux valgus surgery: a critical review of the evidence. *Int Orthop.* 2013. N 37(9). P. 1731-1735.
88. Weinfeld A.B. *The Ludloff's osteotomy for correction of hallux valgus: a historic procedure re-invented. In: Osteotomies of the hindfoot and forefoot. 2nd International spring meeting (AFCP) Bordeaux, May 4-5-6. 2000.*
89. Willegger M., Holinka J., Ristl R., Wanivenhaus A.H., Windhager R., Schuh R. Correction power and complications of first tarsometatarsal joint arthrodesis for hallux valgus deformity. *Int Orthop.* 2015. N 39(3). P. 467-476.
90. Wood E.V., Walker C.R., Hennessy M.S. First metatarsophalangeal arthrodesis for hallux valgus. *Foot Ankle Clin.* 2014. N 19(2). P. 245-258.
91. Wu D., Louie L. Does wearing high-heeled shoe cause hallux valgus ? A survey of 1,056 Chinese Females. *Foot Ankle Online J.* 2016. N 3(5).3 p.
92. van Wyngarden T.M. The painful foot, Part I: Common forefoot deformities. *Am Fam Physician.* 1997. N 55(5). P. 1866-1876.
93. York P.J., Wydra F.B. Injuries to the great toe. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2017. N 10(1). P. 104-112.
94. Yu G.V., Gorby P.O. First metatarsophalangeal joint arthrodesis. *Clin Podiatr Med Surg.* 2004. N 21(1). P. 65-96.
95. Xu H., Jin K., Fu Z., Ma M., Liu Z., An S., Jiang B. Radiological characteristics and anatomical risk factors in the evaluation of hallux valgus in chinese adults. *Chinese medical journal.* 2015. N 28(1). P. 51-57.

**Контактная информация:**

**Бокембаев Нурлан Акрашевич** – докторант 3 годаобучения по специальности «Медицина» НАО «Медицинский университет Семей» г. Семей, Республика Казахстан.

**Почтовый индекс:** Республика Казахстан, 071400, г. Семей, ул. Абая 103.

**E-mail:** nissan\_1996@mail.ru

**Телефон:** +7 777 065 4978