

Пластика передней таранно-малоберцовой связки у пациентов с хронической нестабильностью голеностопного сустава (обзор литературы)

Г.Г. Захаров¹, М.А. Захарова², А.В. Лычагин¹, А.Р. Дрогин¹, А.А. Подлесная¹

¹ Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова
Минздрава России (Сеченовский Университет)

119991, г. Москва, ул. Большая Пироговская, 2

² Клиника «Чайка»

123112, г. Москва, Пресненская наб., 8, стр. 1

Резюме

Травма голеностопного сустава признана одной из ведущих нозологий в общей структуре поражений опорно-двигательного аппарата не только среди профессиональных спортсменов, но и среди взрослого населения в общем. При неэффективности консервативной терапии развивается хроническая нестабильность голеностопного сустава, способная значительно снизить качество жизни пациентов, в этой ситуации безальтернативным становится оперативное лечение. Выбор метода хирургического вмешательства определяется не только характером травмы, но и состоянием связочно-сухожильного аппарата. Кроме того, в значительной степени хирургическая тактика выбирается на основании предпочтений конкретного хирурга. В статье описаны анатомо-физиологические особенности и факторы риска, определяющие возникновение острой нестабильности голеностопного сустава и ее переход в хроническое состояние, а также основные методики пластики передней таранно-малоберцовой связки и их распространенные модификации. Отдельное внимание уделено способам оценки эффективности оперативных методик на трупном связочном материале. Анализ литературы убеждает в том, что изученность вопроса остается недостаточной. Получение новых клинических данных позволит увеличить эффективность хирургической методики лечения нестабильности голеностопного сустава и значительно повысить качество жизни пациентов.

Ключевые слова: таранно-малоберцовая связка, нестабильность голеностопного сустава, качество жизни, хирургическое лечение.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Автор для переписки: Захарова М.А., e-mail: mariia_gabitova91@mail.ru

Для цитирования: Захаров Г.Г., Захарова М.А., Лычагин А.В., Дрогин А.Р., Подлесная А.А. Пластика передней таранно-малоберцовой связки у пациентов с хронической нестабильностью голеностопного сустава (обзор литературы). *Сибирский научный медицинский журнал*. 2023;43(5):85–94. doi: 10.18699/SSMJ20230508

Anterior talofibular ligament plastic in patients with chronic ankle instability (literature review)

G.G. Zakharov¹, M.A. Zakharova², A.V. Lychagin¹, A.R. Drogin¹, A.A. Podlesnaya¹

¹ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University

119991, Moscow, Bolshaya Pirogovskaya st., 2

² "Chaika" Clinic

123112, Moscow, Presnenskaya emb., 8/1

Abstract

Ankle joint injury is one of the leading nosologies in the general structure of the musculoskeletal system lesions, not only among professional athletes, but also among the adult population in general. In case of conservative therapy ineffectiveness, chronic instability of the ankle joint develops, which can significantly reduce the patient's quality of

life, in this situation, the surgical treatment becomes uncontested. The choice of the surgical intervention method is determined not only by the nature of the injury, but also by the ligamentous-tendon apparatus condition. In addition, to a large extent, surgical tactics is chosen based on the preferences of the individual surgeon. The article describes the anatomical and physiological features and risk factors that determine the occurrence of acute the ankle joint instability and its transition to a chronic state, as well as the main methods of the anterior talofibular ligament plastic surgery and their common modifications. Special attention is paid to the effectiveness evaluating methods of surgical techniques on cadaveric ligamentous material. An analysis of the literature shows that the study of the issue remains insufficient. New clinical data obtaining will increase the effectiveness of the surgical technique for ankle instability treating and significantly improve the quality of life of patients.

Key words: talofibular ligament, ankle joint instability, quality of life, surgical treatment.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Correspondence author: Zakharova M.A., e-mail: mariia_gabitova91@mail.ru

Citation: Zakharov G.G., Zakharova M.A., Lychagin A.V., Drogin A.R., Podlesnaya A.A. Anterior talofibular ligament plastic in patients with chronic ankle instability (literature review). *Sibirskiy nauchnyy medicinskiy zhurnal* = *Siberian Scientific Medical Journal*. 2023;43(5):85–94. [In Russian]. doi: 10.18699/SSMJ20230508

Растяжение связочного аппарата голеностопного сустава – одна из наиболее распространенных причин обращения за медицинской помощью [1]. В структуре всех спортивных травм на его повреждение приходится от 10 до 30 % эпизодов [2]. Интересно, что более 3/4 острых растяжений связок голеностопного сустава среди спортсменов сопряжены именно с повреждением латеральной лодыжки и до 73 % из них – с травмой передней таранно-малоберцовой связки (ПТМС) [3, 4]. Такое неравномерное распределение связано, прежде всего, с самой анатомией сустава и механизмом растяжения связок – инверсионным усилием во время подошвенного сгибания стопы [5].

Однако обсуждая травму голеностопного сустава, некорректно говорить исключительно о пациентах, занимающихся спортом профессионально [1]. Среди факторов риска ее возникновения выделяют не только бег в различных его вариациях (в том числе подвижные игры), но также «проваливание» стопы в неровности дороги при обычной ходьбе или резком переступании с ноги на ногу (например, при резком торможении общественного транспорта), а также ношение обуви на высоких каблуках [6]. Более уязвимыми в отношении травм голеностопного сустава социальными группами признают людей конкретных профессий (танцоры, военнослужащие, сотрудники спасательных служб), а также занимающиеся парашютным спортом [6]. В общей популяции жителей США по данным ряда исследований острое растяжение связок голеностопного сустава фиксируется у 2–7 человек на 1000 [7]. Ежегодно регистрируется около 2 миллионов таких случаев, но речь идет только о пациентах, обративших за медицинской помощью [4, 7]. По данным некоторых исследований, до половины случаев острого растяжения связок не связаны с профессиональным спортом. Это позволяет сде-

лать вывод о широкой распространенности травмы не только среди специализированных групп пациентов, главным образом профессиональных спортсменов, но и среди взрослого населения в целом [7].

Механизм возникновения травмы определяется, прежде всего, анатомией связок. В общем стабильность в голеностопном суставе обеспечивают три группы факторов: пассивный связочный аппарат, конгруэнтность суставных поверхностей и активные мышечно-сухожильные элементы, которые обеспечивают статическое удержание латеральной части лодыжки [8, 9]. ПТМС является самой слабой в суставе и обладает наименьшим показателем предельной нагрузки, что в сочетании с ее анатомическим положением и прикреплением определяет уязвимость при растяжении связок боковой лодыжки [1, 10]. Именно ПТМС предотвращает смещение таранной кости вперед и ограничивает чрезмерное сгибание в суставе [9, 10]. Поэтому после инверсионной травмы стопы с избыточной флексией именно эта тонкая связка больше других подвержена растяжению и разрыву [10]. Кроме того, возможны варианты в самой анатомии ПТМС. По данным исследования, выполненного на трупном материале, в 50 % случаев связка представляла собой одну ленту, в остальных 50 % – две [11]. По сравнению с ПТМС пяточно-малоберцовая связка (ПМС) гораздо толще, крепче и проходит под углом. Травмы задней таранно-малоберцовой связки (ЗТМС) случаются редко, поскольку она не уступает ПМС по прочности и толщине, а также имеет трапециевидную форму и лежит в горизонтальной плоскости [1, 10]; если на ПТМС приходится 50–75 % травм, то на ЗТМС – не более 10 % от всех повреждений голеностопного сустава [12]. При прямом сравнении прочности всех трех связок, выполненном на трупном донорском материале, разница между

ними оказалась весьма значительной: если для разрыва ПТМС необходимо было приложить силу в 138,9 Н, то для ЗТМС эта величина составила 261,2 Н, а для ПМС – 345,7 Н [13].

Как правило, острое растяжение латеральной связки голеностопного сустава лечится консервативно и не требует госпитализации [1, 12], но у некоторого количества пациентов в отдаленном посттравматическом периоде развиваются боль и так называемая хроническая нестабильность голеностопного сустава (ХНГС) [14]. Речь идет примерно о 10–30 % больных, перенесших острое состояние, причем абсолютно не имеет значения, какое именно проводилось лечение по поводу растяжения связок [15]. Исследователи часто связывают развитие ХНГС с тем, что полученная травма оказалось слишком выраженной и/или обширной и не может полностью разрешиться в течение 6 недель. В результате сустав не способен в полной мере восстановить свои механические и функциональные характеристики [1, 16].

В настоящее время и практикующие врачи, и исследователи не всегда одинаково трактуют понятие ХНГС. Чаще всего под этим термином понимают многократные повторяющиеся эпизоды латеральной нестабильности сустава, возникающие в течение минимум 1 года после первичной травмы и приводящие к многочисленным частым растяжениям связочного аппарата [17, 18]. Исторически сложилось так, что само это состояние в разных клинических школах называют разными взаимозаменяемыми терминами: ХНГС, хроническая латеральная нестабильность голеностопного сустава, нестабильность голеностопного сустава, рецидивирующая нестабильность голеностопного сустава, остаточная нестабильность голеностопного сустава и т.д. [18–21]. При этом нет единого мнения, какой из терминов наиболее корректен [18].

Несмотря на большую распространенность ХНГС, ее феномен плохо изучен; исследователи не до конца понимают причины возникновения ХНГС, а также взаимосвязь с конкретными внешними и внутренними факторами и степенью выраженности ограничений, привносимых полученной травмой в жизнь пациента [18]. При этом специалисты сходятся во мнении, что одной из ведущих причин хронизации состояния становится именно анатомия связочного аппарата сустава [16, 18], а самыми распространенными физическими ограничениями признаются затруднения при ходьбе, беге и прыжках; некоторые спортсмены сталкиваются с необходимостью полного прекращения профессиональной деятельности [16].

В соответствии с классификацией ВОЗ, объединяющей степень выраженности патологиче-

ских изменений при тех или иных заболеваниях и являющейся одним из немногих согласительных документов, хроническая латеральная нестабильность (ХЛН) сопряжена с повышенной слабостью связок и проприоцептивными нарушениями. Клинические проявления ХНГС включают в себя две большие группы: механическую и функциональную нестабильность. Теория функциональной нестабильности была предложена М.А. Freeman et al., под этим термином он понимал тенденцию к подворачиванию лодыжки [23]. Позднее были описаны параметры, наличие которых дало возможность заподозрить ХНГС: оценивалось нарушение баланса конечности после травмы сустава [22]. Исследователи подтвердили, что нестабильность может быть следствием проприоцептивного дефицита, мышечной слабости и нервно-мышечного дефицита, возникшего в результате повреждения связочного аппарата [24]. Однако универсального определения, какие именно состояния свидетельствуют о функциональной нестабильности, исследователи так и не привели [18]. G.A. Evans et al. понимали под функциональной нестабильностью субъективную жалобу на слабость [25]. В дальнейшем это утверждение было расширено: кроме боли также учитывали субъективное ощущение пациента, что лодыжка функционирует хуже по сравнению со здоровой ногой и с тем, как она работала до травмы [25]. Н. Gorr et al. отделили один из симптомов от, казалось бы, логичной в этом случае механической нестабильности в пользу функциональной: когда объем движений в травмированном суставе не превышает физиологическую норму, но оказывается вне произвольного контроля пациента [26]. Среди других критериев функциональной ХНГС упоминают существующие или кажущиеся подворачивания ноги (или обеих) [21], боль, отек и рецидивирующее растяжение связок [27]. Вариабельность критериев функциональной нестабильности определяется, прежде всего, тем набором критериев включения, которые использовали в отборе пациентов для клинических исследований. Вероятно, этим и обусловлены столь противоречивые результаты различных исследований, посвященных тематике ХНГС [18].

Через несколько десятилетий J. Hertel представил новую модель, которая дополнила функциональную нестабильность механической, т.е. слабостью связочного аппарата как такового [8, 28]. До этого исследователи делали множество попыток связать механическую и функциональную нестабильность и понять, какое из нарушений возникает первым и провоцирует развитие другого: функциональная возникает в результате механической [29] или наоборот [30]. Не было

единого мнения о том, является ли рецидивирующее растяжение связок следствием одного из видов нестабильности [31, 32] или их сочетанием [30]. Появление модели развития ХНГС, в которой признается вклад обеих форм нестабильности, в том числе в развитие рецидивирующего растяжения связок, позволило взглянуть на проблему комплексно.

На протяжении следующих 10 лет исследователи стремились понять, насколько велик вклад каждого из механизмов нестабильности, а также комбинации их отдельных факторов в развитие ХНГС [28]. Предполагается, что механическая нестабильность развивается в исходе анатомических изменений (комбинированных или изолированных), которые становятся предрасполагающим фактором для эпизодов нестабильности [18]. Под функциональной нестабильностью понимают в основном последствия нарушений проприоцептивной чувствительности и нервно-мышечного контроля.

Однако исследования в области механизмов развития ХНГС не останавливаются. Так, например, С.Е. Hiller et al. представили данные, о том, что в ряде случаев пациент предъявляет жалобы на чувство нестабильности и слабости в суставе, но травмы не происходит, что тоже можно расценивать как проявление ХНС. В результате научная группа представила модифицированную модель развития ХНГС, расширив классическую модель С.Е. Hertel до семи подгрупп [18]. Пациентов в этом случае объединяют в группы в зависимости от наличия тех симптомов, которые возникают после первичного растяжения связок голеностопного сустава, которые в свою очередь зависят от вариантов комбинации механической нестабильности, частоты повторных травм и субъективного ощущения нестабильности в суставе [33].

Е. Delahunt et al. систематизировали всю исследовательскую базу, касающуюся рецидивирующего растяжения связок голеностопного сустава и вытекающих отсюда противоречивых определений для таких понятий, как ХЛН, функциональная нестабильность и т.д. Они пришли к выводу, что именно ХЛН чаще всего становится термином выбора для описания пациентов, у которых после перенесенного растяжения фиксируются продолжающиеся симптомы. Чаще всего с ХЛН связывают частые и/или повторяющиеся растяжения связочного аппарата, а также эпизоды и/или жалобы на ощущение «податливости» сустава и склонности к подворачиванию стопы [34, 35]. Впоследствии авторы выступали за унификацию терминов и формирование единого набора критериев для отбора пациентов в исследования. Для того чтобы ликвидировать несогласован-

ность характеристик и факторов, определяющих ХЛН, Международный консорциум по голеностопному суставу предложил ряд критериев отбора, который целесообразно использовать для получения единообразных и корректных данных. Такой подход позволил увеличить достоверность данных научных исследований [33]. Через два года консорциум опубликовал согласительный документ о предрасположенности и отдаленных последствиях растяжения латеральной связки [34], а затем – консенсус-заявление и рекомендации о клинической оценке острого растяжения латеральных связок голеностопного сустава Rehabilitation-Oriented ASsessment (ROAST) [35].

Лечение ХЛН состоит из двух блоков: консервативные методы и различные варианты хирургических вмешательств [9]. Вне зависимости от того, получена ли травма впервые или состояние уже расценено как ХНГС, лечение начинается с консервативных методов. Индивидуально подобранная схема реабилитации в течение как минимум трех месяцев является ее важным компонентом, поскольку учитывает потребности каждого пациента [36, 37]. В случае, если у пациента диагностирована ХНГС, программа реабилитации должна состоять из функционального и профилактического компонентов [36]. Пациенты выполняют разнонаправленные укрепляющие упражнения с упором на улучшение проприоцептивной чувствительности, укрепление малоберцовых мышц и специализированную спортивную подготовку в случае, если пациент атлет [36, 37].

Устранение факторов риска повторных растяжений важно и для профилактики, и для выбора тактики лечения [17]. Очень эффективным методом считают фиксацию и тейпирование. В рандомизированном исследовании сравнивалась профилактическая эффективность применения фиксатора и нервно-мышечных тренировок по отдельности, а также их комбинации. Исследователи продемонстрировали, что фиксатор превосходит физические упражнения в отношении профилактики повторных растяжений, но не степень их тяжести [38]. Пациенты, в терапии которых сочетали оба метода, имели более низкую частоту рецидивов, однако различие не было статистически значимым [38]. В другой работе продемонстрировано значительное снижение частоты повторных эпизодов несостоятельности в суставе у футболистов с травмой голеностопного сустава, носивших полужесткий ортез, однако речь шла только о пациентах, имеющих анамнез растяжения связок голеностопного сустава [39]. Авторы предположили, что полужесткий ортез улучшает проприоцептивную и механическую поддержку голеностопного сустава у пациентов

с перенесенным растяжением связок [39]. Также обнаружено, что профилактические мероприятия в целом снижают частоту растяжений и вероятность повторной травмы у пациентов с отягощенным анамнезом [40].

В случае, если пациент не отвечает на реабилитационные мероприятия (физическую терапию, тейпирование и бандажирование), и ХНГЛ прогрессирует, показано хирургическое лечение [1, 9, 41, 42]. Все хирургические методики делятся на две большие группы в зависимости от подхода: анатомические и неанатомические [9, 41]. Выбор того или иного подхода хирургического лечения ХНГС, как правило, становится сложным вопросом с множеством аргументов как в теории, так и в клинической практике [12].

Неанатомические подходы не ставят своей целью восстановление нормальных с точки зрения анатомии точек прикрепления связки [43]. В этом случае для восстановления ослабленных связок, как правило, используют местные трансплантаты [42]. При этом речь идет о восстановлении ограничительной функции связки без восстановления ее структуры [12]. Основными методами считают полный или частичный тенodes Ахиллова и малоберцового сухожилия [44], а также применение аллотрансплантата, имитирующего функцию латеральной связки голеностопного сустава, например процедура Крисмана – Снука, Уотсона – Джонса или модифицированная процедура Эванса [45–47].

У неанатомической реконструкции есть ряд существенных недостатков. Прежде всего, пытаясь наладить нормальное функционирование работы одной связки, хирург во время забора трансплантата для пластики вынужден травмировать другую. Также часто отмечают снижение амплитуды движения в голеностопном суставе и продолжительные дегенеративные изменения [48, 49]. Однако в ряде случаев именно неанатомические методики становятся вариантом выбора. Чаще всего речь идет о пациентах с исходным низким качеством ткани связок, длительной нестабильностью голеностопного сустава и кавоварусной деформацией стопы. В этом случае невозможно достигнуть клинического улучшения ни после оперативного лечения с использованием местных тканей, ни после применения свободного аллотрансплантата [50]. В этих ситуациях использование неанатомических методов оперативного лечения является оправданным [1].

Анатомические методы восстановления связочного аппарата включают две основные техники: пластика и реконструкция [43]. По данным литературы, они оказываются успешными у 85 % пациентов [49]. Анатомическая реконструкция

представляет собой применение сухожильного трансплантата для восстановления анатомически верной биомеханики. Для этого воссоздают анатомическую позицию точек прикрепления ПТМС и ПМС. Основные оперативные техники различаются способами перемещения связок в нужное положение, в том числе количеством и углом туннелей в малоберцовой кости, и техникой фиксации в каждом из костных туннелей [24, 43, 51–53]. Анатомическая реконструкция чаще всего становится методом выбора при ревизионных операциях, длительной нестабильности и общей слабости связочного аппарата [24, 54].

При пластике восстанавливают анатомию и механические способности связки путем соединения ее поврежденных частей. Для этого ПТМС либо укорачивают и фиксируют в нужном положении на поверхности кости, либо выполняют аугментацию локальных структур для улучшения их восстановления [12]. Подобные процедуры доказали свою высокую эффективность без ущерба для других структур сустава, однако при их проведении необходимо учитывать качество связочной ткани [9, 44]. Впервые техника анатомической пластики ПМБС и ПМС была разработана L. Broström еще в 1960-х годах [55, 56]. Он предложил прошивать концы ПТМС непрерывными швами и затягивать их. Позднее методика была модифицирована N. Gould: для улучшения восстановления он предложил подшивать нижний удерживатель сухожилий разгибателя к малоберцовой кости [54, 57, 58]. Выполнение этой модификации не только обеспечивает восстановление объема подошвенного и тыльного сгибания стопы, но и сохраняет малоберцовую функцию (peroneal function). Открытая анатомическая пластика по Broström – Gould считается одной из наиболее применяемых оперативных методик в лечении ХНГС: процедура проста в проведении и надежна; вмешательство выполняется только за счет исходной связочной ткани и не требует повреждения здоровых сухожильных структур. W.G. Hamilton et al. оценили эффективность этой модификации [59]. Исследователи проанализировали данные 27 пациентов с ХНГС, не продемонстрировавших положительной динамики на фоне проводимой консервативной терапии; средний период наблюдения составил 64,3 месяца. Из выполненных 28 вмешательств (у одного из пациентов травма была двусторонней) только одно не дало ожидаемого результата. W. Liu et al. ретроспективно проанализировали изменения в структуре ПТМС у пациентов с механической нестабильностью в пред- и послеоперационном периоде, фиксируемые с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ), чтобы определить,

насколько весом вклад вмешательства в восстановление структуры связочного аппарата сустава; в качестве группы контроля выступили пациенты без признаков ХНГС [60]. В результате ученые обнаружили, что до вмешательства поврежденная ПТМС длиннее ($p = 0,03$) или шире ($p < 0,001$) по сравнению с интактной, а отношение сигнал/шум (SNR) выше ($p = 0,006$). После операции SNR статистически значимо снижалось ($p < 0,001$), чего нельзя было сказать об изменении длины или ширины скомпрометированной ПТМС.

В последнее десятилетие активно развиваются малоинвазивные методики оперативных вмешательств. Состояние ХНГС не осталось в стороне. Артроскопические операции позволяют одновременно диагностировать и лечить другие внутрисуставные заболевания параллельно с ликвидацией травмы связочного аппарата [61]. Так, N. Maffulli et al. впервые выполнили малоинвазивную операцию Broström на ПТМС у 42 пациентов; в результате они добились значительного снижения слабости голеностопного сустава как в раннем послеоперационном, так и в отдаленном периоде [62]. Позже в рандомизированных исследованиях сравнивалась эффективность и безопасность процедур, выполненных открытым доступом и артроскопически. В основном результаты этих работ свидетельствуют о том, что выбор доступа не оказывает значимого влияния на эффективность вмешательства; клиническая и рентгенологическая картины практически идентичны [63]. Но период послеоперационного восстановления в случае артроскопического доступа оказывается короче почти вдвое [64], а эндоскопическая техника наложения швов без использования узлов позволяет избежать послеоперационного неврита [65]. Эндоскопические методики с течением времени также модифицируются. Отечественными травматологами представлено исследование, напрямую сравнивающее классическую методику ArthroBroström с методикой, подразумевающей применение нескольких фиксаторов из биокompозитных материалов [66].

Несмотря на столь явные преимущества, у артроскопического доступа есть и свои недостатки. Прежде всего, речь идет о повреждении структур, в которые закрывают швы, например сухожилие разгибателей, поверхностный малоберцовый нерв и peroneus tertius [65]. При этом исследователи признают: данные об осложнениях носят малодостоверный характер из-за ограниченной выборки пациентов [65].

Не прекращаются попытки сравнить методики реконструкции и пластики связочного аппарата и выявить наиболее предпочтительную для использования. L.M. Matheny et al. провели прямое

сравнение пластики по Broström и анатомической реконструкции с применением сухожильного аллотрансплантата; пациенты в группах были сопоставимы по функциональному уровню и степени физической активности в течение минимум двух лет наблюдения после вмешательства. Исследователи предположили, что реконструкция может стать надежным методом оперативного вмешательства для пациентов, у которых пластика связок, вероятнее всего, не даст желаемого результата [54].

Несмотря на то что модификация Broström – Gould является одной из самых часто применяемых оперативных методик у пациентов с ХНГС, называть ее лучшей на сегодняшний день некорректно. Прежде всего это связано с появлением новых технических средств в хирургической практике и вероятностью того, что классическое хирургическое лечение не даст желанного результата, и ХНГС не исчезнет. Кроме того, всегда остается риск инфицирования раны [68]. Так, например M. Petrer et al. представили данные о 55 пациентах, которым была выполнена модифицированная операция Broström по поводу ХНГС, не разрешившейся после курса консервативного лечения. Хотя больные продемонстрировали улучшение по шкале исходов Foot and Ankle Outcome Scores (FAOS) после операции ($p < 0,001$), три человека сообщили о явлениях остаточной нестабильности в суставе, в двух случаях подтвердилась раневая инфекция, в одном – преходящая нейропатия малоберцового нерва [69].

Более новой модификацией анатомической пластики связочного аппарата голеностопного сустава стало наложение шовной ленты и/или аугментации при помощи анкерной фиксации шва для усиления латеральной связки и уменьшения частоты осложнений. Для того чтобы подойти к решению вопроса о поиске наиболее эффективной и безопасной операционной техники, N.E. Waldrop et al. выполнили исследование на аутопсийном материале, разделив 24 свежемороженых трупа на 4 группы. Первую группу составили образцы без повреждения связочного аппарата, второй выполнили традиционную операцию по модифицированной методике Broström, третьей – модификацию с наложением анкерного шва на таранную кость, четвертой – модификацию с использованием анкерной фиксации шва на малоберцовую кость. В результате в группах, где были использованы анкерные швы, соединение оказалось крепче ($79,2 \pm 34,3$ Н), чем в случае применения стандартной модифицированной методики Broström ($68,2 \pm 27,8$ Н) [70].

В кадаверном исследовании R. Schuh et al. сравнивали классическую пластику по Broström

с наложением анкерного шва, а также анкерного шва с аугментационной лентой. Авторы продемонстрировали, что пациенты, у которых провели пластику с укрепляющей лентой, демонстрировали более высокий по сравнению с остальными уровень биомеханики [71]. Использование шовной ленты может быть особенно эффективным в случае, если классическая пластика по Broström имеет высокий риск стать неэффективной, например, заболевания соединительной ткани, ревизионная хирургия или генерализованная слабость связочного аппарата.

В.К. Cho et al. представили результаты проспективного наблюдения 28 клинических случаев пациентов с генерализованной слабостью связочного аппарата. В качестве оперативной методики была выбрана пластика с использованием укрепляющей ленты; средний период наблюдения составил 35,8 мес. Авторы зафиксировали значительное улучшение значений по шкалам (FAOS) и Foot and Ankle Ability Measure scores (FAAM) по сравнению с показателями до операции, только у одного пациента вернулись симптомы ХНГС [72]. Похожие по дизайну и результатам исследования получены в работах [68, 73–75]. Таким образом, использование укрепляющей ленты представляется удачным дополнением пластики по Broström. При этом прямых сравнений конкретных методик с применением фиксирующих материалов практически нет. В имеющихся же приведены данные об очень ограниченном количестве клинических случаев.

На сегодняшний день, несмотря на значительное количество новой информации о ХНГС, в среде исследователей и практикующих врачей не появилось ясного понимания, какую именно методику хирургического вмешательства можно считать наиболее предпочтительной для пациентов с ХНГС; главным образом проблема связана с гетерогенностью пациентов, включенных в анализ, а также крайне малым количеством качественно выполненных клинических исследований [12]. И практикующие врачи, и исследователи продолжают искать наиболее эффективный и безопасный метод оперативного вмешательства.

Список литературы / References

1. Al-Mohrej O.A., Al-Kenani N.S. Chronic ankle instability: Current perspectives. *Avicenna J. Med.* 2016;6(4):103–108. doi: 10.4103/2231-0770.191446
2. Hølmer P., Søndergaard L., Konradsen L., Nielsen P.T., Jørgensen L.N. Epidemiology of sprains in the lateral ankle and foot. *Foot Ankle Int.* 1994;15(2):72–74. doi: 10.1177/107110079401500204
3. Waterman B.R., Belmont P.J. Jr., Cameron K.L., Svoboda S.J., Alitz C.J., Owens B.D. Risk factors for syndesmotomic and medial ankle sprain: role of sex, sport, and level of competition. *Am. J. Sports Med.* 2011;39(5):992–998. doi: 10.1177/0363546510391462
4. Herzog M.M., Kerr Z.Y., Marshal S.W., Wikstrom E.A. Epidemiology of ankle sprains and chronic ankle instability. *J. Athl. Train.* 2019;54(6):603–610. doi: 10.4085/1062-6050-447-17
5. Giannini S., Ruffilli A., Pagliazzi G., Mazzotti A., Evangelisti G., Buda R., Faldini C. Treatment algorithm for chronic lateral ankle instability. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2014;4(4):455–460.
6. Куров М.А., Голубев В.Г. Роль факторов риска в развитии хронической посттравматической нестабильности голеностопного сустава. *Рос. мед.-биол. вестн.* 2018;26(3):430–439. doi: 10.23888/PAVLOVJ2018263430-439
7. Kurov M.A., Golubev V.G. The role of the risk factors on the development of chronic post-traumatic instability of the ankle joint. *Rossiyskiy mediko-biologicheskii vestnik imeni akademika Ivana Petrovicha Pavlova = I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald.* 2018;26(3):430–439. [In Russian]. doi: 10.23888/PAVLOVJ2018263430-439
8. Waterman B.R., Owens B.D., Davey S., Zaccchilli M.A., Belmont P. Jr. The epidemiology of ankle sprains in the United States. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2010;92(13):2279–2284. doi: 10.2106/JBJS.I.01537
9. Hertel J. Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. *J. Athl. Train.* 2002;37(4):364–375.
10. Sarcon A.K., Heyrani N., Giza E., Kreulen C. Lateral ankle sprain and chronic ankle instability. *Foot Ankle Orthop.* 2019;4(2):2473011419846938. doi: 10.1177/2473011419846938
11. Golanó P., Vega J., de Leeuw P.A., Malagelada F., Manzanares M.C., Götzens V., van Dijk C.N. Anatomy of the ankle: a pictorial essay. *Knee Surg. Sports. Traumatol. Arthrosc.* 2010;18(5):557–569. doi: 10.1007/s00167-010-1100-x
12. Clanton T.O., Campbell K.J., Wilson K.J. Qualitative and quantitative anatomic investigation of the lateral ankle ligaments for surgical reconstruction procedures. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2014;96(12):e98. doi: 10.2106/JBJS.M.00798
13. Cao Y., Hong Y., Xu Y., Zhu Y., Xu X. Surgical management of chronic lateral ankle instability: a meta-analysis. *J. Orthop. Surg. Res.* 2018;13(1):159. doi: 10.1186/s13018-018-0870-6
14. Attarian D.E., McCrackin H.J., Devito D.P., McElhaney J.H., Garrett W.E. A biomechanical study of human lateral ankle ligaments and autogenous reconstructive grafts. *Am. J. Sports Med.* 1985;13(6):377–381. doi: 10.1177/036354658501300602
15. van Rijn R.M., van Os A.G., Bernsen R.M., Luijsterburg P.A., Koes B.W., Bierma-Zeinstra S.M. What is the clinical course of acute ankle sprains? A systematic literature review. *Am. J. Med.* 2008;121(4):324–331. e6. doi: 10.1016/j.amjmed.2007.11.018

15. Renstrom P.A., Lynch S.A. Ankle ligament injuries. *Br. J. Sports Med.* 1997;31(1):11–20. doi: 10.1136/bjism.31.1.11
16. Valovich McLeod T.C., Snyder A.R., Parsons J.T., Curtis Bay R., Michener L.A., Sauers E.L. Using disablement models and clinical outcomes assessment to enable evidence-based athletic training practice, part I: disablement models. *J. Athl. Train.* 2008;43(4):428–436. doi: 10.4085/1062-6050-43.4.437
17. Vuurberg G., Hoorntje A., Wink L.M., van der Doelen B.F.W., van den Bekerom M.P., Dekker R., van Dijk C.N., Krips R., Loogman M.C.M., Ridderikhof M.L., ... Kerkhoffs G.M.M. Diagnosis, treatment and prevention of ankle sprains: update of an evidence-based clinical guideline. *Br. J. Sports Med.* 2018;52(15):956. doi: 10.1136/bjsports-2017-098106
18. Hiller C.E., Kilbreath S.L., Refshauge K.M. Chronic ankle instability: evolution of the model. *J. Athl. Train.* 2011;46(2):133–141. doi: 10.4085/1062-6050-46.2.133
19. Safran M.R., Benedetti R.S., Bartolozzi A.R. 3rd, Mandelbaum B.R. Lateral ankle sprains: a comprehensive review, part 1: etiology, pathoanatomy, histopathogenesis, and diagnosis. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1999;31(7 Suppl):429–437. doi: 10.1097/00005768-199907001-00004
20. Davis P.F., Trevino S.G. Ankle injuries. In: *Baxter D.E., ed. The Foot and Ankle in Sport*. Vol 1. St Louis, MO: Mosby-Yearbook, 1995. P. 158–164.
21. Karlsson J., Lansinger O. Lateral instability of the ankle joint. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1992;(276):253–261.
22. Bernier J.N., Perrin D.H., Rijke A. Effect of unilateral functional instability of the ankle on postural sway and inversion and eversion strength. *J. Athl. Train.* 1997;32(3):226–232.
23. Freeman M.A. Instability of the foot after injuries to the lateral ligament of the ankle. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1965;47(4):669–677.
24. Coughlin M.J., Schenck R.C. Jr, Grebing B.R., Treme G. Comprehensive reconstruction of the lateral ankle for chronic instability using a free gracilis graft. *Foot Ankle Int.* 2004;25(4):231–241. doi: 10.1177/107110070402500407
25. Evans G.A., Hardcastle P., Frenyo A.D. Acute rupture of the lateral ligament of the ankle. To suture or not to suture? *J. Bone Joint Surg. Br.* 1984;66(2):209–212. doi: 10.1302/0301-620X.66B2.6368563
26. Tropp H., Odenrick P., Gillquist J. Stabilometry recordings in functional and mechanical instability of the ankle joint. *Int. J. Sports Med.* 1985;6(3):180–182. doi: 10.1055/s-2008-1025836
27. Casillas M.M. Ligament injuries of the foot and ankle in adult athletes. In: *Sports Medicine: Principles and Practice*. Vol 2. 2nd ed. Philadelphia, PA: WB Saunders, 2002. P. 2323–2348.
28. Konradsen L., Bech L., Ehrenbjerg M., Nickelsen T. Seven years follow-up after ankle inversion trauma. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 2002;12(3):129–135. doi: 10.1034/j.1600-0838.2002.02104.x
29. Ryan L. Mechanical stability, muscle strength and proprioception in the functionally unstable ankle. *Aust. J. Physiother.* 1994;40(1):41–47. doi: 10.1016/S0004-9514(14)60453-0
30. Rosenbaum D., Becker H.P., Gerngroß H., Claes L. Peroneal reaction times for diagnosis of functional ankle instability. *Foot Ankle Surg.* 2000;6(1):31–38. doi: 10.1046/j.1460-9584.2000.00177.x
31. MacAuley D. Review Ankle injuries: same joint, different sports. *Med. Sci. Sports. Exerc.* 1999;31(7 Suppl):409–411. doi: 10.1097/00005768-199907001-00001
32. Wester J.U., Jespersen S.M., Nielsen K.D., Neumann L. Wobble board training after partial sprains of the lateral ligaments of the ankle: a prospective randomized study. *J. Orthop. Sports. Phys. Ther.* 1996;23(5):332–336. doi: 10.2519/jospt.1996.23.5.332
33. Gribble P.A., Delahunt E., Bleakley C.M., Caulfield B., Docherty C.L., Fong D.T., Fourchet F., Hertel J., Hiller C.E., Kaminski T.W., ... Wikstrom E.A. Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: a position statement of the International Ankle Consortium. *J. Athl. Train.* 2014;49(1):121–127. doi: 10.4085/1062-6050-49.1.14
34. Gribble P.A., Bleakley C.M., Caulfield B.M., Docherty C.L., Fourchet F., Fong D.T.P., Hertel J., Hiller C.E., Kaminski T.W., McKeon P.O., ... Delahunt E. 2016 consensus statement of the International Ankle Consortium: prevalence, impact and long-term consequences of lateral ankle sprains. *Br. J. Sports Med.* 2016;50(24):1493–1495. doi: 10.1136/bjsports-2016-096188
35. Delahunt E., Bleakley C.M., Bossard D.S., Caulfield B.M., Docherty C.L., Doherty C., Fourchet F., Fong D.T., Hertel J., Hiller C.E., ... Gribble P.A. Clinical assessment of acute lateral ankle sprain injuries (ROAST): 2019 consensus statement and recommendations of the International Ankle Consortium. *Br. J. Sports Med.* 2018;52(20):1304–1310. doi: 10.1136/bjsports-2017-098885
36. Ajis A., Maffulli N. Conservative management of chronic ankle instability. *Foot Ankle Clin.* 2006;11(3):531–537. doi: 10.1016/j.fcl.2006.07.004
37. Mattacola C.G., Dwyer M.K. Rehabilitation of the ankle after acute sprain or chronic instability. *J. Athl. Train.* 2002;37(4):413–429.
38. Janssen K.W., van Mechelen W., Verhagen E.A. Bracing superior to neuromuscular training for the prevention of self-reported recurrent ankle sprains: a three-arm randomised controlled trial. *Br. J. Sports Med.* 2014;48(16):1235–1239. doi: 10.1136/bjsports-2013-092947
39. Surve I., Schwellnus M.P., Noakes T., Lombard C. A fivefold reduction in the incidence of recurrent ankle sprains in soccer players using the Sport-Stir

- rup orthosis. *Am. J. Sports. Med.* 1994;22(5):601–606. doi: 10.1177/036354659402200506
40. McGuine T.A., Keene J.S. The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. *Am. J. Sports. Med.* 2006;34(7):1103–1111. doi: 10.1177/0363546505284191
41. Baumhauer J.F., O'Brien T. Surgical considerations in the treatment of ankle instability. *J. Athl. Train.* 2002;37(4):458–462.
42. McCriskin B.J., Cameron K.L., Orr J.D., Watterman B.R. Management and prevention of acute and chronic lateral ankle instability in athletic patient populations. *World J. Orthop.* 2015;6(2):161–171. doi: 10.5312/wjo.v6.i2.161
43. Guillo S., Bauer T., Lee J.W., Takao M., Kong S.W., Stone J.W., Mangone P.G., Molloy A., Perera A., Pearce C.J., ... Calder J. Consensus in chronic ankle instability: aetiology, assessment, surgical indications and place for arthroscopy. *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 2013;99(8 Suppl):411–419. doi: 10.1016/j.otsr.2013.10.009
44. Gerstner Garces J.B. Chronic ankle instability. *Foot Ankle Clin.* 2012;17(3):389–398. doi: 10.1016/j.fcl.2012.06.001
45. Chrisman O.D., Snook G.A. Reconstruction of lateral ligament tears of the ankle: an experimental study and clinical evaluation of seven patients treated by a new modification of the Elmslie procedure. *J. Bone Joint Surg. Ser. A.* 1969;51:904–912. doi: 10.2106/00004623-196951050-00007
46. Evans D.L. Recurrent instability of the ankle; a method of surgical treatment. *Proc. R. Soc. Med.* 1953;46(5):343–344.
47. Watson-Jones R. Recurrent forward dislocation of the ankle joint. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1952;34:519.
48. Bahr R., Pena F., Shine J., Lew W.D., Tyrdal S., Engebretsen L. Biomechanics of ankle ligament reconstruction. An in vitro comparison of the Brostrom repair, Watson-Jones reconstruction, and a new anatomic reconstruction technique. *Am. J. Sports. Med.* 1997;25(4):424–432. doi: 10.1177/036354659702500402
49. Bell S.J., Mologne T.S., Sitler D.F., Cox J.S. Twenty-six-year results after Brostrom procedure for chronic lateral ankle instability. *Am. J. Sports. Med.* 2006;34(6):975–978. doi: 10.1177/0363546505282616
50. Nakata K., Shino K., Horibe S., Natsume T., Mae T., Ochi T. Reconstruction of the lateral ligaments of the ankle using solvent-dried and gamma-irradiated allogeneic fascia lata. *J. Bone Joint Surg. Br.* 2000;82(4):579–582. doi: 10.1302/0301-620x.82b4.10368
51. Boyer D.S., Younger A.S. Anatomic reconstruction of the lateral ligament complex of the ankle using a gracilis autograft. *Foot Ankle Clin.* 2006;11(3):585–595. doi: 10.1016/j.fcl.2006.06.017
52. Xu X., Hu M., Liu J., Zhu Y., Wang B. Minimally invasive reconstruction of the lateral ankle ligaments using semitendinosus autograft or tendon allograft. *Foot Ankle Int.* 2014;35(10):1015–1021. doi: 10.1177/1071100714540145
53. Paterson R., Cohen B., Taylor D., Bourne A., Black J. Reconstruction of the lateral ligaments of the ankle using semi-tendinosis graft. *Foot Ankle Int.* 2000;21(5):413–419. doi: 10.1177/107110070002100510
54. Matheny L.M., Johnson N.S., Liechti D.J., Clanton T.O. Activity level and function after lateral ankle ligament repair versus reconstruction. *Am. J. Sports. Med.* 2016;44(5):1301–1308. doi: 10.1177/0363546515627817
55. Brostrom L. Sprained ankles. V. Treatment and prognosis in recent ligament ruptures. *Acta Chir. Scand.* 1966;132(5):537–550.
56. Brostrom L. Sprained ankles. VI. Surgical treatment of “chronic” ligament ruptures. *Acta Chir. Scand.* 1966;132(5):551–565.
57. Gould N. Repair of lateral ligament of ankle. *Foot Ankle.* 1987;8(1):55–58. doi: 10.1177/107110078700800111
58. Gould N., Seligson D., Gassman J. Early and late repair of lateral ligament of the ankle. *Foot Ankle.* 1980;1(2):84–89. doi: 10.1177/107110078000100206
59. Hamilton W.G., Thompson F.M., Snow S.W. The modified Brostrom procedure for lateral ankle instability. *Foot Ankle.* 1993;14(1):1–7. doi: 10.1177/107110079301400101
60. Liu W., Li H., Hua Y. Quantitative magnetic resonance imaging (MRI) analysis of anterior talofibular ligament in lateral chronic ankle instability ankles pre- and postoperatively. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017;18(1):397. doi: 10.1186/s12891-017-1758-z
61. Drakos M.C., Behrens S.B., Paller D., Murphy C., DiGiovanni C.W. Biomechanical comparison of an open vs arthroscopic approach for lateral ankle instability. *Foot Ankle Int.* 2014;35(8):809–815. doi: 10.1177/1071100714535765
62. Maffulli N., Del Buono A., Maffulli G.D., Oliva F., Testa V., Capasso G., Denaro V. Isolated anterior Talofibular ligament Broström repair for chronic lateral ankle instability. *Am. J. Sports. Med.* 2013;41(4):858–864. doi: 10.1177/0363546512474967
63. Yeo E.D., Lee K.T., Sung I.H., Lee S.G., Lee Y.K. Comparison of all-inside arthroscopic and open techniques for the modified Brostrom procedure for ankle instability. *Foot Ankle Int.* 2016;37(10):1037–1045. doi: 10.1177/1071100716666508
64. Rigby R.B., Cottom J.M. A comparison of the “all-inside” arthroscopic Brostrom procedure with the traditional open modified Brostrom-Gould technique: a review of 62 patients. *Foot Ankle Surg.* 2019;25(1):31–36. doi: 10.1016/j.fas.2017.07.642
65. Vega J., Golano P., Pellegrino A., Rabat E., Pena F. All-inside arthroscopic lateral collateral ligament repair for ankle instability with a knotless suture

anchor technique. *Foot Ankle Int.* 2013;34(12):1701–1709. doi: 10.1177/1071100713502322

66. Мацакян А.М., Кесян Г.А., Очкурено А.А., Бутаев Б.Г., Ширмазанян А.Г., Протско В.Г. Использование модифицированной артроскопической стабилизации голеностопного сустава в лечении хронической наружной нестабильности. *Вестн. травматол. и ортопедии.* 2017;(1):32–36.

Matsakyan A.M., Kesyan G.A., Okhurenko A.A., Butaev B.G., Shirmazanyan A.G., Protsko V.G. Use of modified arthroscopic ankle joint stabilization for the treatment of chronic lateral instability *Vestnik travmatologii i ortopedii = Reporter of Traumatology and Orthopedics.* 2017;(1):32–36. [In Russian].

67. Guelfi M., Zamperetti M., Pantalone A., Usueli F.G., Salini V., Oliva X.M. Open and arthroscopic lateral ligament repair for treatment of chronic ankle instability: a systematic review. *Foot Ankle Surg.* 2018;24(1):11–18. doi: 10.1016/j.fas.2016.05.315

68. Xu D.L., Gan K.F., Li H.J., Zhou S.Y., Lou Z.Q., Wang Y., Li G.Q., Ruan C., Hu X., Chen Y.L., Ma W.H. Modified Broström repair with and without augmentation using suture tape for chronic lateral ankle instability. *Orthop. Surg.* 2019;11(4):671–678. doi: 10.1111/os.12516

69. Petrera M., Dwyer T., Theodoropoulos J.S., Ogilvie-Harris D.J. Short- to medium-term outcomes after a modified Brostrom repair for lateral ankle instability with immediate postoperative weightbearing. *Am. J. Sports Med.* 2014;42(7):1542–1548. doi: 10.1177/0363546514530668

70. Waldrop N.E. 3rd, Wijdicks C.A., Jansson K.S., LaPrade R.F., Clanton T.O. Anatomic suture anchor

versus the Brostrom technique for anterior talofibular ligament repair: a biomechanical comparison. *Am. J. Sports Med.* 2012;40(11):2590–2596. doi: 10.1177/0363546512458420

71. Schuh R., Benca E., Willegger M., Hirtler L.3, Zandieh S., Holinka J., Windhager R. Comparison of Brostrom technique, suture anchor repair, and tape augmentation for reconstruction of the anterior talofibular ligament. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2016;24(4):1101–1107. doi: 10.1007/s00167-015-3631-7

72. Cho B.K., Park K.J., Park J.K., SooHoo N.F. Outcomes of the modified brostrom procedure augmented with suture-tape for ankle instability in patients with generalized ligamentous laxity. *Foot Ankle Int.* 2017;38(4):405–411. doi: 10.1177/1071100716683348

73. Messer T.M., Cummins C.A., Ahn J., Kelikian A.S. Outcome of the modified Brostrom procedure for chronic lateral ankle instability using suture anchors. *Foot Ankle Int.* 2000;21(12):996–1003. doi: 10.1177/107110070002101203

74. Cho B.K., Park K.J., Kim S.W., Lee H.J., Choi S.M. Minimal invasive suture-tape augmentation for chronic ankle instability. *Foot Ankle Int.* 2015;36(11):1330–1338. doi: 10.1177/1071100715592217

75. Li X., Killie H., Guerrero P., Busconi B.D. Anatomical reconstruction for chronic lateral ankle instability in the high-demand athlete: functional outcomes after the modified Brostrom repair using suture anchors. *Am. J. Sports Med.* 2009;37(3):488–494. doi: 10.1177/0363546508327541

Сведения об авторах:

Захаров Григорий Геннадьевич, ORCID: 0000-0002-0442-8149

Захарова Мария Александровна, к.м.н., ORCID: 0000-0003-3299-4743; e-mail: mariia_gabitova91@mail.ru

Лычагин Алексей Владимирович, д.м.н., ORCID: 0000-0002-2202-8149

Дрогин Андрей Роальдович, к.м.н., ORCID: 0000-0002-2006-6088

Подлесная Анна Александровна, ORCID: 0000-0002-6694-0199

Information about the authors:

Grigori G. Zakharov, ORCID 0000-0002-0442-8149

Mariia A. Zakharova, candidate of medical sciences; ORCID: 0000-0003-3299-4743; e-mail: mariia_gabitova91@mail.ru

Alexey V. Lychagin, doctor of medical sciences, ORCID: 0000-0002-2202-8149

Andrey R. Drogen, candidate of medical sciences, ORCID: 0000-0002-2006-6088

Anna A. Podlesnaya, ORCID: 0000-0002-6694-0199

Поступила в редакцию 20.04.2023

После доработки 01.08.2023

Принята к публикации 06.09.2023

Received 20.04.2023

Revision received 01.08.2023

Accepted 06.09.2023