

Проблемы хирургического лечения молоткообразной деформации пальцев стопы (обзор литературы)

Косарева М.А., Леонова С.Н.

ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» (664003, г. Иркутск, ул. Борцов Революции, 1)

Автор, ответственный за переписку: Леонова Светлана Николаевна, e-mail: svetlana.leonova.1963@mail.ru

Резюме

Введение. Актуальность проблемы хирургического лечения молоткообразной деформации пальцев стопы обусловлена частотой встречаемости патологии, наличием неудовлетворительных результатов и послеоперационных осложнений.

Цель работы. Анализ научной литературы, посвящённой проблемам хирургического лечения молоткообразной деформации пальцев стопы.

Материалы. Проанализированы отечественные и зарубежные научные публикации о классификации и хирургическом лечении молоткообразной деформации пальцев стопы.

Результаты. Представлен анализ классификаций молоткообразной деформации пальцев стопы и нестабильности плюснефаланговых суставов и анализ методов лечения, направленных на устранение различных проявлений деформации, с описанием возникших осложнений. Проведена систематизация методов коррекции молоткообразной деформации пальцев стопы.

Заключение. Анализ литературных данных позволил определить, что проблемы лечения молоткообразной деформации пальцев стопы связаны с отсутствием классификации, которая бы отражала состояние переднего отдела стопы каждого конкретного пациента и позволяла выбрать оптимальные эффективные методы лечения, а также алгоритма выбора тактики хирургического лечения молоткообразной деформации, в котором систематизированы методы лечения в зависимости от проявлений деформации всего переднего отдела стопы.

Ключевые слова: молоткообразная деформация пальцев стопы, классификация, хирургическое лечение

Для цитирования: Косарева М.А., Леонова С.Н. Проблемы хирургического лечения молоткообразной деформации пальцев стопы (обзор литературы). *Acta biomedica scientifica*. 2020; 5(6): 235-242. doi: 10.29413/ABS.2020-5.6.30.

Problems of Surgical Treatment of Hammer Toes (Review of Literature)

Kosareva M.A., Leonova S.N.

Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology (Bortsov Revolyutsii str. 1, Irkutsk 664003, Russian Federation)

Corresponding author: Svetlana N. Leonova, e-mail: svetlana.leonova.1963@mail.ru

Abstract

Introduction. The urgency of the problem of surgical treatment of hammer-like deformity of the toes is due to the incidence of pathology, the presence of unsatisfactory results and postoperative complications.

Objective. Analysis of scientific literature devoted to the problems of surgical treatment of hammer deformities of the toes.

Materials. Analyzed domestic and foreign scientific publications on the classification and surgical treatment of hammer toes.

Results. The article presents an analysis of the classifications of hammer-like deformity of the toes and instability of the metatarsophalangeal joints and an analysis of treatment methods aimed at eliminating various manifestations of deformity, with a description of the complications that have arisen. The systematization of methods for correcting hammer-like deformity of the toes was carried out.

Conclusion. Analysis of the literature data allowed us to determine that the problems of treating hammer-like deformity of the toes are associated with the lack of a classification that would reflect the condition of the forefoot of each individual patient and allow choosing the optimal effective methods of treatment, as well as an algorithm for choosing tactics for surgical treatment of hammer-like deformity, which systematizes the methods treatment depending on the manifestations of deformity of the entire forefoot.

Key words: hammer toes, classification, surgical treatment

For citation: Kosareva M.A., Leonova S.N. Problems of Surgical Treatment of Hammer Toes (Review of Literature). *Acta biomedica scientifica*. 2020; 5(6): 235-242. doi: 10.29413/ABS.2020-5.6.30.

ВВЕДЕНИЕ

Молоткообразную деформацию малых пальцев стопы относят к одному из видов деформаций переднего отдела стопы, которые возникают на фоне поперечного плоскостопия [1]. Наряду с вальгусным отклонением первого пальца стопы (*hallux valgus*), молоткообразная деформация является довольно распространённой патологией.

Молоткообразная деформация пальцев стопы может быть как изолированной, так и сопряжённой с *hallux valgus* [2]. Проведённый нами предварительный ретроспективный анализ результатов обследования 84 пациентов с молоткообразной деформацией пальцев стопы, проходивших лечение в клинике ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» в 2017 году, показал, что сопряжённая деформация встре-

чается в 97,6 % случаев, и лишь в 2 случаях имела место изолированная молоткообразная деформация пальцев стопы. Из числа сопряжённых деформаций наиболее часто встречалось сочетание *hallux valgus* и молоткообразной деформации второго пальца, что составило 64,3 % случаев. Сопряжённые деформации других пальцев стопы встречались значительно реже. Полученные нами результаты подтверждают данные о том, что чаще деформации подвергается второй палец, реже – третий, четвёртый и пятый пальцы стопы.

При молоткообразной деформации пациента беспокоят выраженный косметический дефект, боль в переднем отделе стопы, усиливающаяся при ходьбе, болезненные омозолелости и гиперкератозы на тыльной и подошвенной поверхностях стопы, нарушение функции опоры и ходьбы, ограничение передвижения и общения, проблемы с подбором и ношением стандартной обуви.

По определению А.М. Привалова, молоткообразную деформацию можно представить следующим образом: палец разогнут в дистальном межфаланговом суставе (ДМФС), согнут в проксимальном межфаланговом суставе (ПМФС), разогнут (или согнут) в плюснефаланговом суставе (ПФС) [1].

Согласно классификации Американского колледжа хирургии стопы и голеностопного сустава (American College of Foot and Ankle Surgeons, ACFAS), молоткообразная деформация пальца (*hammer toe*) сопровождается разгибательной контрактурой плюснефалангового сустава, сгибательной контрактурой проксимального межфалангового сустава и переразгибанием в дистальном межфаланговом суставе [3]. Кроме молоткообразной, различают ещё два вида деформации пальцев: когтеобразную деформацию (*claw toe*), проявляющуюся разгибательной контрактурой ПФС, сгибательной контрактурой ПМФС и ДМФС, и дистальную форму молоткообразной деформации пальца (*mallet toe*), при которой отмечается разгибательная контрактура в ПФС и ПМФС и сгибательная контрактура в ДМФС пальца.

Актуальность проблемы хирургического лечения молоткообразной деформации пальцев стопы обусловлена частотой встречаемости патологии, наличием неудовлетворительных результатов и послеоперационных осложнений, частота которых может достигать 36 % [4]. По заключению ряда исследователей, неудовлетворённость пациентов результатами хирургического вмешательства составляет 10–46 % [5].

ВОПРОСЫ КЛАССИФИКАЦИИ МОЛОТКООБРАЗНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПАЛЬЦЕВ СТОПЫ

Существует отечественная клинко-рентгенологическая классификация молоткообразной деформации пальцев стопы, предложенная М.И. Кусликом в 1987 г., согласно которой выделяют три степени деформации [6]. Одним из недостатков данной классификации является то, что не представляется возможным точно определить степень деформации. Так, при наличии подвывиха в плюснефаланговом суставе, что рентгенологически соответствует третьей степени деформации, у части пациентов можно пассивно выпрямить палец (клинически – первая степень деформации).

Также разработана рабочая классификация молоткообразной деформации пальцев стоп, по которой деформации делят на фиксированные (с контрактурой

в суставах) и нефиксированные (без контрактуры), сгибательные (деформация ПМФС) и сгибательно-разгибательные (деформация ПМФС и ПФС), без нестабильности и с нестабильностью в ПФС (отведением, приведением) [7, 8]. Согласно данной классификации, авторы предлагают выбор известных методов хирургической коррекции молоткообразной деформации пальцев стоп.

На наш взгляд, известные классификации являются неполными, они не отражают всех проявлений молоткообразной деформации пальцев стопы. В классификации должно быть отражено состояние такого анатомического образования, как подошвенная связка капсулы плюснефалангового сустава (плантарная пластинка). Повреждение плантарной пластинки играет важную роль в развитии молоткообразной деформации пальцев стопы. Уплотнение поперечного свода стопы, а также деформация первого пальца приводят к перегрузке головки малой плюсневой кости, дегенеративным изменениям в плюснефаланговом суставе, повреждению плантарной пластинки и возникновению нестабильности в плюснефаланговом суставе [9, 10, 2]. При тыльно-подошвенной нестабильности малого плюснефалангового сустава наступают капсульно-связочный и сухожильно-мышечный дисбаланс, тыльное отведение или разгибание пальца в плюснефаланговом суставе, формирование молоткообразной деформации с подвывихом или вывихом пальца. Имеется анатомическая классификация разрывов плантарной пластинки, которая даёт подробное представление о картине её повреждения по степеням от G0 до G4 [11, 12, 13]. Клиническую картину нестабильности малого плюснефалангового сустава позволяет оценить тест Hamilton – Thompson [14]. При этом классификация степеней повреждения плантарной пластинки по Hamilton – Thompson представляется следующим образом: G0 – плюснефаланговый сустав стабилен; G1–G2 – в плюснефаланговом суставе имеется подвывих (нарушение осей пальца и плюсны); G3 – плюснефаланговый сустав легко «смещается», имеется полный вправимый или неригидный вывих основной фаланги пальца; G4 – плюснефаланговый сустав смещён, имеется полный не вправимый или ригидный вывих основной фаланги пальца. При проведении магнитно-резонансной томографии и ультразвукового исследования возможно определение степени повреждения плантарной пластинки по характерным изменениям в плюснефаланговом суставе [15].

Известна классификация нестабильности второго плюснефалангового сустава по С. Nery [16], согласно которой выделяют пять степеней деформации в плюснефаланговом суставе по конгруэнтности в суставе и соответствующим клиническим проявлениям: боль, отёк, опороспособность пальца, тест «выдвижного ящика», подвывих и вывих в суставе.

В классификации должна учитываться информация о наличии или отсутствии перегрузочной метатарзалгии. Перегрузочная метатарзалгия возникает при повреждении плантарной пластинки и перегрузке головок плюсневых костей и клинически проявляется болью и болезненностью при пальпации под головками 2-й, 3-й или 4-й плюсневых костей [10].

Связанное с перегрузочной метатарзалгией возникновение натоптышей, или гиперкератоза, на подошвенной поверхности в проекции головок плюсневых костей также должно быть указано в классификации.

Не менее важным является отражение в классификации длин плюсневых костей. Превосходящая длина плюсневой кости служит предрасполагающим фактором к перегрузке её головки, плюснефалангового сустава и способствует прогрессированию деформации пальца [10]. Одной из анатомических особенностей стопы является относительно длинная вторая плюсневая кость, с чем, очевидно, связана наибольшая частота возникновения молоткообразной деформации второго пальца.

Необходимо, на наш взгляд, отражать состояние конкретного сустава, например, плюснефалангового: варусное или вальгусное отклонение основной фаланги пальца, подвывих или вывих основной фаланги (ригидный или нет); состояние проксимального межфалангового сустава: контрактура (фиксированная или нет), анкилоз, варусное или вальгусное отклонение средней фаланги пальца. Полезным может явиться измерение углов деформации пальца.

Кроме того, нельзя не учитывать деформацию первого пальца стопы (*hallux valgus*), которая может явиться причиной дислокации второго плюснефалангового сустава [17], степень поперечного плоскостопия, тип эластичности стопы, плосковальгусную деформацию стопы и, возможно, многие другие параметры, которые должны найти своё отражение в классификации молоткообразной деформации пальцев стопы.

Разработанная подробная классификация молоткообразной деформации пальцев стопы позволит определить правильную хирургическую тактику и выбрать оптимальные методы лечения.

ВОПРОСЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ МОЛОТКООБРАЗНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПАЛЬЦЕВ СТОПЫ

При хирургическом лечении деформаций переднего отдела стопы, в том числе молоткообразной деформации пальцев, каждый хирург ставит перед собой в качестве основных задач устранение деформации и восстановление или улучшение функции пальцев и стопы. Выбор того или иного метода лечения осуществляется во время предоперационного планирования или во время операции.

При анализе научной литературы мы столкнулись с большим разнообразием методов коррекции молоткообразной деформации пальцев стопы и пришли к выводу, что до сих пор нет единого подхода к выбору хирургической тактики лечения рассматриваемой патологии. Условно все хирургические методы можно разделить на вмешательства на мягких тканях, костях и комбинированные методики. Однако более логичным, на наш взгляд, является следующее разделение: вмешательства на сухожилиях сгибателей и разгибателей пальцев стопы, вмешательства на проксимальном межфаланговом суставе и на плюснефаланговом суставе, остеотомии плюсневой кости и фаланг пальцев стопы, вмешательства по восстановлению плантарной пластинки.

ВМЕШАТЕЛЬСТВА НА СУХОЖИЛИЯХ СГИБАТЕЛЕЙ И РАЗГИБАТЕЛЕЙ ПАЛЬЦЕВ СТОПЫ

В основном все хирургические вмешательства на сухожильном аппарате проводятся с целью восстановления нарушенного сухожильного баланса. В одних способах производится удлинение сухожилия длинного разгибателя и пересечение сухожилия сгибателя пальца

[18]. В других выполняется рассечение и удлинение сухожилий длинного сгибателя пальцев [19]. Известен способ, согласно которому проводится одновременное пересечение короткого разгибателя пальца стопы на уровне плюснефалангового сустава и длинного сгибателя – на уровне средней фаланги пальца [20].

Существуют способы выполнения транспозиции сухожилий, основной целью которых является устранение тыльного подвывиха (или вывиха) и нестабильности в плюснефаланговом суставе.

Транспозиция сухожилия длинного сгибателя пальца была внедрена G.R. Girdlestone и R.G. Taylor [21] и заключалась в переносе сухожилия в виде двух ножек с медиальной и латеральной сторон основной фаланги пальца на тыл и фиксации их узловыми швами под сухожилиями разгибателей, достигая опускания пальца. Осложнением методики может стать контрактура в плюснефаланговом суставе, переходная метатарзалгия [22]. В способе B. Bavarian [23] также применяются перенос сухожилия длинного сгибателя пальца на тыл пальца и трансартрикулярная фиксация спицей.

Известны способы транспозиции сухожилий разгибателей для устранения деформации малых пальцев стопы [24, 25].

Для устранения отведённой деформации пальца стопы используют сухожилие короткого разгибателя пальца [26, 27, 28]. Его проводят в костные каналы и фиксируют швами трансоссально или винтом, а также укрепляют капсулу плюснефалангового сустава, выполняя коррекцию деформации.

Однако данные виды вмешательств не решают проблему контрактуры суставов, подвывихов и вывихов.

ВМЕШАТЕЛЬСТВА НА ПРОКСИМАЛЬНОМ МЕЖФАЛАНГОВОМ СУСТАВЕ И ПЛЮСНЕФАЛАНГОВОМ СУСТАВЕ

Оперативные вмешательства на ПМФС в основном направлены на устранение сгибательной контрактуры.

Операция по Hohmann заключается в резекции головки основной фаланги пальца. Описан способ хирургического лечения молоткообразной деформации пальцев стопы, который, кроме удаления головки, включает Z-образное рассечение и удлинение сухожилия длинного сгибателя [29]. Операция позволяет выпрямить палец, но не способствует анатомо-функциональному восстановлению плюснефалангового сустава [10, 30].

Операциями выбора являются артродезирование и эндопротезирование проксимальных межфаланговых суставов пальцев [1, 6]. Для этого используются различные имплантаты и эндопротезы. В настоящее время для лечения молоткообразной деформации пальцев стопы разработано большое количество имплантатов. Данные операции могут применяться не только как самостоятельные, но и в комбинации с другими методиками.

Операции на плюснефаланговом суставе необходимы для устранения деформации пальца, подвывиха, вывиха и контрактуры в данном суставе.

Известный способ Гохта, который включает резекцию основания основной фаланги пальца [8], не позволяет восстановить нормальное соотношение суставных поверхностей, усиливает нестабильность в ПФС, не решает задачу коррекции ПМФС, а также может способствовать рецидиву деформации пальца.

Разработан способ лечения, при котором формируют ложе в головке плюсневой кости, низводят в него основание основной фаланги пальца, стабилизируют плюснефаланговый сустав отсечённым сухожилием длинного разгибателя [31], однако данных о применении способа и его эффективности не было найдено.

Хирургическое лечение молоткообразной деформации с резекцией основания основной фаланги пальца и его замещением перфорированным деминерализованным костным аллотрансплантатом проводят в сочетании с дистальной укорачивающей остеотомией плюсневой кости и удлиняющей пластикой тыльного отдела капсулы плюснефалангового сустава [32]. Данное комбинированное вмешательство позволяет обеспечить лучшие анатомо-функциональные результаты.

Вмешательства сразу на ПМФС и ПФС пальца, учитывая проявления молоткообразной деформации, являются обоснованными при наличии чётких показаний.

Известен способ лечения молоткообразной деформации пальцев стопы [33], при котором проводят резекцию головки основной фаланги, резекцию основания средней фаланги, артродез ПМФС, фиксацию двумя перекрещивающимися спицами. Кроме того, выполняют удлинение сухожилия разгибателя (при отсутствии подвывиха и вывиха в ПФС) или резекцию основания основной фаланги (при наличии подвывиха, вывиха в ПФС), фиксацию ПФС теми же спицами. Недостатки способа заключаются в фиксации двумя спицами, что в последующем может вызвать воспаление, миграцию спиц, рецидив деформации при удалении фиксации.

ОСТЕОТОМИИ ПЛЮСНЕВЫХ КОСТЕЙ И ФАЛАНГ ПАЛЬЦЕВ СТОПЫ

Различные варианты остеотомий плюсневых костей используют до настоящего времени при лечении молоткообразной деформации пальцев стопы для укорочения плюсневой кости, коррекции параболы Лельевра, выведения из-под нагрузки головки плюсневой кости, устранения тыльного отклонения пальца в плюснефаланговом суставе.

Наиболее распространённой в России и за рубежом является Weil-остеотомия. Способ лечения деформации пальцев стопы по Weil [34] заключался в выполнении косой остеотомии от тыльной поверхности её головки к подошвенной в проксимальном направлении, смещении подошвенного фрагмента плюсневой кости проксимально на необходимое укорочение, фиксации одним винтом. Опыт применения Weil-остеотомии позволил многим исследователям выявить следующие осложнения: «плавающий палец», или «баллотирующий палец» (от 28 до 50 %) [35]; ригидность сустава (22,5 %) [36]; переходная метатарзалгия (до 22,7 %) [37, 36]; рецидив метатарзалгии (20,9 %) [36]. Приводятся данные об использовании Weil-остеотомии при разрывах плантарной пластинки G3 и G4, что сопровождается развитием «плавающих пальцев» в 76 % случаев [38]. Однако выполнение Weil-остеотомии с иссечением тыльного костного клина в комбинации с восстановлением плантарной пластинки и удлинением сухожилия длинного разгибателя позволяет уменьшить процент осложнений до 6–10 % [35].

Известна остеотомия плюсневой кости по Helal без костной фиксации [39]. Выполняют косую дистальную остеотомию под углом 45° в дистальном направлении

от тыла к подошве, смещают головку плюсневой кости проксимально по линии остеотомии, достигают укорочения плюсневой кости и поднятия её головки, что способствует тыльному разгибанию пальца в плюснефаланговом суставе. Основным недостатком данного метода является отсутствие фиксации остеотомированных фрагментов плюсневой кости, что может привести к несращению, болевому синдрому, потере коррекции, асептическому некрозу головки плюсневой кости.

Проведённые группой авторов исследования по сравнению результатов применения остеотомии Weil и Helal для лечения метатарзалгий и устранения вывихов в малых плюснефаланговых суставах показали большую эффективность и меньшее количество осложнений при Helal-остеотомии с фиксацией винтом [36]. При выполнении остеотомии по Weil вывих и подвывих в плюснефаланговом суставе сохраняются в 45,1 % случаев, при остеотомии по Helal – в 4,8 % случаев.

К проксимальным остеотомиям относится BRT-остеотомия (по L.S. Barouk, P. Rippstein, E. Toullec), которая выполняется на уровне проксимального метафиза плюсневой кости. Она используется для устранения смещения головки плюсневой кости в подошвенную сторону за счёт формирования тыльного костного клина, но не предназначена для коррекции деформаций в плюснефаланговом суставе [22].

Для лечения метатарзалгий и деформаций пальцев стопы используются косые дистальные малоинвазивные метатарзальные остеотомии (distal mini-invasive metatarsal osteotomy, DMMO). Они выполняются из минидоступов в области метафизов плюсневых костей с использованием специального оборудования и под рентгенологическим контролем, без фиксации костей. Недостатком данной методики является низкая управляемость коррекции и низкая эффективность при устранении сложных ригидных деформаций стоп. Основные осложнения – это длительный отёк и замедленная консолидация (до 3,3 %) [40]. При сравнении результатов использования остеотомии Weil и DMMO показаны преимущества последней, заключающиеся в меньшем количестве осложнений, малоинвазивности, отсутствии необходимости фиксации [41]. Однако имеются данные об отрицательных результатах применения Weil или DMMO-остеотомии плюсневых костей при перегрузочной метатарзалгии [42], что может указывать на необходимость дополнительного вмешательства на мягкотканых компонентах стопы.

При молоткообразной деформации с варусным или вальгусным отклонением пальца стопы разработаны отдельные варианты остеотомий. Для устранения неригидных молоткообразных деформаций 2-го, 3-го, 4-го пальцев выполняют поперечную дистальную остеотомию плюсневой кости с костным клином, смещают головку плюсневой кости, фиксируют канюлированным винтом и тем самым достигают устранения бокового смещения пальца. [43]. Разработан способ хирургического лечения варусно-молоткообразной деформации пальца, включающий выполнение предварительного расчёта по рентгенограмме величин, на которые необходимо укоротить плюсневую кость и сместить её дистальный фрагмент, затем выполняется остеотомия плюсневой кости в виде ступеньки, репозиция и фиксация винтом [44]. Результатом использования способа является

устранение молоткообразной и варусной деформации, восстановление конгруэнтности в ПФС. Авторы показали эффективность предложенного способа, по сравнению с остеотомией по Weil [45].

При наличии анатомически длинных пальцев, особенно при греческом типе стопы, выполняют резекцию средней трети основной фаланги пальца (операцию Rahman – Zade), а также применяют клиновидную резекцию основания основной фаланги (операция Weil) [7].

ВМЕШАТЕЛЬСТВА ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ПЛАНТАРНОЙ ПЛАСТИНКИ

Учитывая роль повреждения подошвенной связки капсулы плюснефалангового сустава в развитии молоткообразной деформации пальцев стопы, обоснованным является выполнение восстановления плантарной пластинки. Известны способы хирургического восстановления плантарной пластинки, позволяющие устранить вывихи в плюснефаланговых суставах, которые требуют применения специальных устройств, дорогостоящего оборудования. Кроме того, при деструкции плантарной пластинки данные способы становятся невыполнимыми. Артроскопический способ тенodesа плантарной пластинки также требует наличия специализированного инструментария [46].

Существует способ восстановления плантарной пластинки из тыльного и подошвенного доступа [47], что повышает его травматичность. При перегрузочной метатарзалгии и травматических разрывах плантарной пластинки известен способ, в котором используют тыльный доступ и закрытое чрескожное прошивание плантарной пластинки без её визуализации и выполнения остеотомии плюсневой кости [48]. Другими авторами разработана методика, при которой из подошвенного доступа производят шов плантарной пластинки и подшивают оболочку сухожилия глубокого сгибателя, а кроме того, выполняют Weil-остеотомию плюсневой кости [2].

Проведённые исследования по сравнению результатов лечения группы пациентов, которым выполнялись остеотомия triple-Weil и восстановление плантарной пластинки, с группой, где использовалась только Weil-остеотомия, показали эффективность комбинированного метода лечения [49].

Таким образом, представленные многообразные хирургические вмешательства для коррекции молоткообразной деформации пальцев стопы, которые используются в виде моно- или комбинированных методов лечения, направлены на устранение отдельных проявлений данной патологии: сухожильно-мышечного или капсульно-связочного дисбаланса, контрактур, вывихов и подвывихов суставов пальцев, дисбаланса в соотношении длин плюсневых костей, перегрузки головок плюсневых костей, метатарзалгий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ литературных данных позволил нам заключить, что проблемы лечения молоткообразной деформации пальцев стопы связаны со следующими нерешёнными вопросами: в терминологии описания различных проявлений молоткообразной деформации пальцев стопы и во взглядах на хирургическое лечение данной патологии нет единства; не разработана классификация молоткообразной деформации пальцев стопы, которая

бы отражала состояние переднего отдела стопы каждого конкретного пациента и позволяла выбрать оптимальные эффективные методы лечения; не представлен алгоритм выбора тактики хирургического лечения молоткообразной деформации, в котором систематизированы методы лечения в зависимости от проявлений деформации всего переднего отдела стопы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Привалов А.М. Современные возможности хирургической коррекции молоткообразной деформации пальцев стопы. *Казанский медицинский журнал*. 2017; 98(2): 296-299.
2. Блаженко А.Н., Черевцов В.Н., Тадж А.А., Процко В.Г., Загородний Н.В. *Способ хирургического восстановления плантарной пластинки малого плюснефалангового сустава прямым подошвенным доступом при травматических разрывах ее вследствие перегрузочной метатарзалгии*: Пат. № 2673382(13)С1 Рос. Федерация; МПК А61В 17/56. № 2018126338; заявл. 17.07.2018; опубл. 26.11.2018; Бюл. № 33.
3. Thomas JL, Blitch EL, Chaney DM, Dinucci KA, Eickmeier K, Rubin LG, et al. Diagnosis and treatment of forefoot disorders. Section 1: Digital deformities. Clinical Practice Guideline Forefoot Disorders Panel. *J Foot Ankle Surg*. 2009; 48(2): 230-250. doi: 10.1053/j.jfas.2008.12.003
4. Trnka HJ, Gebhard C, Mühlbauer M, et al. Weil osteotomy for treatment of dislocated lesser metatarsophalangeal joints: good outcome in 21 patients with 42 osteotomies. *Acta Orthop Scand*. 2002; 73(2): 190-194.
5. Barg A, Courville XF, Nickisch F, Bachus KN, Saltzman C. Role of collateral ligaments in metatarsophalangeal stability: a cadaver study. *Foot Ankle Int*. 2012; 33: 877-882.
6. Петросян А.С., Загородний Н.В., Процко В.Г., Султанов Э.М., Хамоков З.Х., Бутаев Б.Г., Захарян Н.Г. Эндопротезирование проксимальных межфаланговых суставов при молоткообразной деформации пальцев стопы. *Травматология и ортопедия России*. 2012; (2): 54-59.
7. Загородний Н.В., Карданов А.А., Макинян Л.Г., Лукин М.П., Кузьмина Ю.О., Арутюнян О.Г., Дубчак А.В. Некоторые аспекты хирургического лечения деформаций переднего отдела стоп. *Вестник РУДН. Серия Медицина*. 2008; (6): 151-154.
8. Кузьмина Ю.О. *Выбор метода хирургической коррекции молоткообразной деформации пальцев стоп*: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М.; 2009.
9. Бобров Д.С., Слияков Л.Ю., Сухарева А.Г., Холодаев М.Ю., Якимов Л.А. Хирургическое лечение перегрузочной метатарзалгии. *Московский хирургический журнал*. 2014; 3(37): 25-27.
10. Бобров Д.С., Слияков Л.Ю., Ригин Н.В. Перегрузочная метатарзалгия: патогенез, биомеханика и хирургическое лечение (аналитический обзор литературы). *Вестник ПАМН*. 2017; 72(1): 53-58.
11. Lui TH. Arthroscopic-assisted correction of claw toe or overriding toe deformity: Plantar plate tenodesis. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2007; 127: 823-826.
12. Mendicino RW, Statler TK, Saltrick KR, Catanzariti AR. Pre-dislocation syndrome: a review and retrospective analysis of eight patients. *J Foot Ankle Surg*. 2001; 40(4): 214-224.
13. Yu GV, Judge MS, Hudson JR, Seidelmann FE. Predislocation syndrome. Progressive subluxation/dislocation of the lesser metatarsophalangeal joint. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2002; 92(4): 182-199.
14. Easley ME, Wiesel SW. *Operative techniques in foot and ankle surgery*. 2016.
15. Черевцов В.Н., Процко В.Г., Загородний Н.В., Кетов М.С., Горохов А.В. *Способ определения типа дегенеративного разрыва плантарной пластинки плюснефалангового сустава вследствие перегрузочной метатарзалгии*: Пат. № 2699383 Рос. Федерация; МПК А61В 8/08. № 2019111092; заявл. 12.04.2019; опубл. 05.09.2019; Бюл. № 25.
16. Nery C, Coughlin MJ, Baumfeld D, Mann TS. Lesser metatarsophalangeal joint instability: prospective evaluation and repair

of plantar plate and capsular insufficiency. *Foot Ankle Int.* 2012; 33(4): 301-311. doi: 10.3113/fai.2012.0301

17. Черкес-Заде Д.И., Каменев Ю.Ф. *Хирургия стопы*. М.: Медицина; 2002.

18. Егоров М.Ф. *Способ оперативного лечения многокомпонентной деформации переднего отдела стопы*: Пат. № 2128962 Рос. Федерация; МПК А61 В17/56. № 98103361/14; заявл. 18.02.1998; опубл. 20.04.1999.

19. Котельников Г.П., Чернов А.П., Лосев И.И., Кесян Э.М., Чернов А.А. *Способ хирургического лечения молоткообразной деформации II–IV пальцев*: Пат. № 2285476 Рос. Федерация; МПК А61 В17/56 (2006.01). № 2004127462/14; заявл. 13.09.2004; опубл. 20.10.2006; Бюл. № 29.

20. Минасов Б.Ш., Гутов С.П. *Способ лечения молоткообразной деформации II–V пальцев стопы*: Пат. № 2271767 Рос. Федерация; МПК А61 В17/56 (2006.01). № 2271767; заявл. 30.04.2004; опубл. 20.03.2006; Бюл. № 8.

21. Coughlin MJ, Mann R.A. Lesser toe deformities. *Surgery of the Foot and Ankle*. Mosby, St Louis; 1993: 341-412.

22. Espinosa N, Maceira E, Myerson MS. Current concept review: metatarsalgia. *Foot Ankle Int.* 2008; 29(8): 871-879. doi: 10.3113/fai.2008.0000x

23. Bavarian B, Nazarian D, Thompson J. Plantar plate tears: a review of the modified flexor tendon transfer repair for stabilization. *Clin Podiatr Med Surg.* 2011; 28: 57-68.

24. Kitaoka H. *Master techniques in orthopaedic surgery: the foot and ankle*. 2013.

25. Hobizal KB, Wukich DK, Manway J. Extensor digitorum brevis transfer technique to correct multiplanar deformity of the lesser digits. *Foot Ankle Spec.* 2016; XX(X): 1-8.

26. Kaz AJ, Coughlin MJ. Extensor digitorum brevis transfer and weil osteotomy for crossover second toe. *Foot Ankle Surg.* 2010; 9(1): 32-36

27. Ellis SJ, Young E, Endo Y, Do H, Deland JT. Correction of multiplanar deformity of the second toe with metatarsophalangeal release and extensor brevis reconstruction. *Foot Ankle Int.* 2016; 34(6): 792-799.

28. Гуди С.М., Епишин В.В., Пахомов И.А., Кузнецов В.В., Самохин А.Г., Дрантусов С.О. *Пластика медиального капсулолигаментарного комплекса второго плюснефалангового сустава при лечении статических деформаций стопы*. *Гений ортопедии*. 2019; 25(4): 468-473. doi: 10.18019/1028-4427-2019-25-4-468-473

29. Литтманн И. (ред.). *Оперативная хирургия*. Будапешт: Академия наук Венгрии; 1988.

30. Загородний Н.В., Процко В.Г., Кетов М.С., Панов А.А., Мазалов А.В. *Оперативная коррекция ригидных вывихов пальцев стоп*. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2016; 4(20): 33-36.

31. Ген Г.Е., Дегтярь Н.И. *Способ лечения молоткообразного пальца*: А.с. № 559697 СССР; МПК А61 В17/00. № 2107409; заявл. 17.02.1975; опубл. 30.05.1977.

32. Ежов М.Ю., Баталов О.А., Корыткин А.А. *Способ хирургического лечения молоткообразной деформации пальцев стопы*: Пат. № 2419454 Рос. Федерация; МПК А61 В17/56 (2006.01). № 2011103775/14; заявл. 2.02.2011.; опубл. 27.06.2012; Бюл. № 18.

33. Лысенков В.П., Черняева Г.В., Лысенкова Т.В. *Способ оперативного лечения молоткообразной деформации пальцев стопы*: Пат. № 2455956 Рос. Федерация; МПК А61 В17/56 (2006.01). № 2009106735/14; заявл. 27.02.2009; опубл. 20.07.2012.

34. Trnka HJ, Mühlbauer M, Zettl R, Myerson MS, Ritschl P. Comparison of the results of the Weil and Helal osteotomies for the treatment of metatarsalgia secondary to dislocation of the lesser metatarsophalangeal joints. *Foot Ankle Int.* 1999; 20(2): 72-79.

35. Miguez A, Slullitel G, Bilbao F, et al. Floating-toe deformity as a complication of the Weil osteotomy. *Foot Ankle Int.* 2004; 25(9): 609-613. doi: 10.1177/107110070402500902

36. Тадж А.А., Процко В.Г., Черевцов В.Н., Волков А.В. Сравнение результатов Хелал и Вейль остеотомии для лечения метатарзалгии при вторичном вывихе в плюснефаланговых суставах 2, 3 и 4 плюсневых костей. *Дневник Казанской медицинской школы*. 2017; III(XVII): 54-61.

37. Highlander P, Von Herbulis E, Gonzalez A, et al. Complications of the Weil osteotomy. *Foot Ankle Spec.* 2011; 4(3): 165-170. doi: 10.1177/1938640011402822

38. Weil L Jr., Weil LS Sr., Sung W. Anatomic plantar plate repair using the Weil metatarsal osteotomy approach. *Foot Ankle Spec.* 2011; 4: 145-150.

39. Helal B. Metatarsal osteotomy for metatarsalgia. *J Bone Joint Surg.* 1957; (57): 187-192.

40. Haque S, Kakwani R, Chadwick C, et al. Outcome of minimally invasive distal metatarsal metaphyseal osteotomy (DMMO) for lesser toe metatarsalgia. *Foot Ankle Int.* 2016; 37(1): 58-63. doi: 10.1016/j.fuspru.2016.04.002

41. Бобров Д.С., Шубкина А.А., Лычагин А.В., Слияков Л.Ю., Дрогин А.Р., Целищева Е.Ю., и др. Результаты хирургического лечения перегрузочной метатарзалгии с использованием минимально инвазивных методик. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2018; 4(34): 7-15.

42. Pérez-Muñoz I, Escobar-Antón D, Sanz-Gómez TA. The role of Weil and triple Weil osteotomies in the treatment of propulsive metatarsalgia. *Foot Ankle Int.* 2012; 33(6): 501-506.

43. Кетов М.С., Процко В.Г., Загородний Н.В., Кетова Д.В., Тадж А.А. *Способ устранения неригидных молоткообразных деформаций 2, 3, 4 пальцев при поперечном плоскостопии*: Пат. № 2610335 Рос. Федерация; МПК А61 В17/00. № 2016102039; заявл. 22.01.2016; опубл. 09.02.2017; Бюл. № 4.

44. Усольцев И.В., Леонова С.Н. *Способ хирургического лечения деформации пальцев стопы*: Пат. № 2694467 Рос. Федерация; МПК А61 В17/56. № 2018108731; заявл. 12.03.2018; опубл. 15.07.2019; Бюл. № 20.

45. Леонова С.Н., Усольцев И.В. Новый способ хирургической коррекции деформации малых пальцев стопы. *Политравма*. 2018; (4): 51-59.

46. Lui TH. Arthroscopic-assisted correction of claw toe or overriding toe deformity: plantar plate tenodesis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2007; 127: 823-826.

47. Doty JF, Coughlin MJ. Metatarsophalangeal joint instability of the lesser toes and plantar plate deficiency. *J Am Acad Orthop Surg.* 2014; 22(4): 235-245.

48. Кавалерский Г.М., Бобров Д.С., Ригин Н.В., Слияков Л.Ю., Ченский А.Д. *Способ хирургического восстановления подошвенной связки плюснефалангового сустава при перегрузочной метатарзалгии или её травматических разрывах*: Пат. № 2604779 Рос. Федерация; МПК А61 В17/00. № 2015149946; заявл. 23.11.2015; опубл. 10.12.2016; Бюл. № 34.

49. Ригин Н.В., Бобров Д.С., Слияков Л.Ю., Мо Ц. Новый подход и результаты оперативного лечения перегрузочной метатарзалгии при эластичных деформациях стоп. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2017; 4(30): 35.

REFERENCES

1. Privalov AM. Modern possibilities of surgical correction of hammer toes. *Kazan medical journal.* 2017; 98(2): 296-299. (In Russ.)

2. Blazhenko AN, Cherevtsov VN, Tadz AA, Protsko VG, Zagorodny NV. *The method of surgical restoration of the plantar plate of the small metatarsophalangeal joint using direct plantar approach in case of traumatic ruptures due to overload metatarsalgia*: Patent N 2673382(13)C1 of the Russian Federation. (In Russ.)

3. Thomas JL, Blitch EL, Chaney DM, Dinucci KA, Eickmeier K, Rubin LG, et al. Diagnosis and treatment of forefoot disorders. Section 1: Digital deformities. Clinical Practice Guideline Forefoot Disorders Panel. *J Foot Ankle Surg.* 2009; 48(2): 230-250. doi: 10.1053/j.jfas.2008.12.003

4. Trnka HJ, Gebhard C, Mühlbauer M, et al. Weil osteotomy for treatment of dislocated lesser metatarsophalangeal joints: good outcome in 21 patients with 42 osteotomies. *Acta Orthop Scand.* 2002; 73(2): 190-194.

5. Barg A, Courville XF, Nickisch F, Bachus KN, Saltzman C. Role of collateral ligaments in metatarsophalangeal stability: a cadaver study. *Foot Ankle Int.* 2012; 33: 877-882.

6. Petrosyan AS, Zagorodny NV, Protsko VG, Sultanov EM, Hamokov ZKh, Butaev BG, Zakharyan NG. Endoprosthetics of the proximal interphalangeal joints for hammer toes. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2012; (2): 54-59. (In Russ.)
7. Zagorodny NV, Kardanov AA, Makinyan LG, Lukin MP, Kuzmina YuO, Arutyunyan OG, Dubchak AV. Some aspects of surgical treatment of forefoot deformities. *RUDN Journal of Medicine*. 2008; (6): 151-154. (In Russ.)
8. Kuzmina YuO. *Choosing the method of surgical correction of hammer toes*: Abstract of the Dissertation of Cand. Sc. (Med.). Moscow; 2009. (In Russ.)
9. Bobrov DS, Slinyakov LYu, Sukhareva AG, Kholodaev MYu, Yakimov LA. Surgical treatment of overloaded metatarsalgia. *Moscow Surgical Journal*. 2014; 3(37): 25-27. (In Russ.)
10. Bobrov DS, Slinyakov LYu, Rigin NV. Overloaded metatarsalgia: pathogenesis, biomechanics, and surgical treatment (analytical literature review). *Annals of the Russian academy of medical sciences*. 2017; 72(1): 53-58. (In Russ.)
11. Lui TH. Arthroscopic-assisted correction of claw toe or overriding toe deformity: Plantar plate tenodesis. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2007; 127: 823-826.
12. Mendicino RW, Statler TK, Saltrick KR, Catanzariti AR. Pre-dislocation syndrome: a review and retrospective analysis of eight patients. *J Foot Ankle Surg*. 2001; 40(4): 214-224.
13. Yu GV, Judge MS, Hudson JR, Seidemann FE. Predislocation syndrome. Progressive subluxation/dislocation of the lesser metatarsophalangeal joint. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2002; 92(4): 182-199.
14. Easley ME, Wiesel SW. *Operative techniques in foot and ankle surgery*. 2016.
15. Cherevtsov VN, Protsko VG, Zagorodny NV, Ketov MS, Gorokhov AV. *Method for determining the type of degenerative rupture of the plantar plate of the metatarsophalangeal joint due to overloaded metatarsalgia*: Patent N 2699383 of the Russian Federation. (In Russ.)
16. Nery C, Coughlin MJ, Baumfeld D, Mann TS. Lesser metatarsophalangeal joint instability: prospective evaluation and repair of plantar plate and capsular insufficiency. *Foot Ankle Int*. 2012; 33(4): 301-311. doi: 10.3113/fai.2012.0301
17. Cherkes-Zade DI, Kameney YuF. *Foot surgery*. Moscow: Meditsina; 2002. (In Russ.)
18. Egorov MF. *Method for surgical treatment of multicomponent deformity of the forefoot*: Patent N 2128962 of the Russian Federation. (In Russ.)
19. Kotelnikov GP, Chernov AP, Losev II, Kesyan EM, Chernov AA. *Method of surgical treatment of hammer-like deformity of II–IV toes*: Patent N 2285476 of the Russian Federation. (In Russ.)
20. Minasov BSh, Gutov SP. *Method for the treatment of hammer-like deformity of II–V toes*: Patent N 2271767 of the Russian Federation. (In Russ.)
21. Coughlin MJ, Mann RA. Lesser toe deformities. *Surgery of the Foot and Ankle*. Mosby, St Louis; 1993: 341-412.
22. Espinosa N, Maceira E, Myerson MS. Current concept review: metatarsalgia. *Foot Ankle Int*. 2008; 29(8): 871-879. doi: 10.3113/fai.2008.0000x
23. Bavarian B, Nazarian D, Thompson J. Plantar plate tears: a review of the modified flexor tendon transfer repair for stabilization. *Clin Podiatr Med Surg*. 2011; 28: 57-68.
24. Kitaoka H. *Master techniques in orthopaedic surgery: the foot and ankle*. 2013.
25. Hobizal KB, Wukich DK, Manway J. Extensor digitorum brevis transfer technique to correct multiplanar deformity of the lesser digits. *Foot Ankle Spec*. 2016; XX(X): 1-8.
26. Kaz AJ, Coughlin MJ. Extensor digitorum brevis transfer and weil osteotomy for crossover second toe. *Foot Ankle Surg*. 2010; 9(1): 32-36.
27. Ellis SJ, Young E, Endo Y, Do H, Deland JT. Correction of multiplanar deformity of the second toe with metatarsophalangeal release and extensor brevis reconstruction. *Foot Ankle Int*. 2016; 34(6): 792-799.
28. Goody SM, Epishin VV, Pakhomov IA, Kuznetsov VV, Samokhin AG, Drantsov SO. Plastic reconstruction of medial capsule-ligamentary complex of the second metatarsophalangeal joint in the treatment of static foot deformities. *Genij ortopedii*. 2019; 25(4): 468-473. doi: 10.18019/1028-4427-2019-25-4-468-473. (In Russ.)
29. Littmann I. (ed.). *Operative surgery*. Budapest; 1988. (In Russ.)
30. Zagorodny NV, Protsko VG, Ketov MS, Panov AA, Mazalov AV. Surgical correction of rigid dislocation of toes. *The Department of Traumatology and Orthopedics*. 2016; 4(20): 33-36. (In Russ.)
31. Gen GE, Degtyar NI. *Method of treatment of hammer toe*: Inventor's Certificate N 559697 of the USSR. (In Russ.)
32. Ezhov MYu, Batalov OA, Korytkin AA. *Method for surgical treatment of hammer toes*: Patent N 2419454 of the Russian Federation. (In Russ.)
33. Lysenkov VP, Chernyaeva GV, Lysenkova TV. *Method of surgical treatment of hammer toes*: Patent N 2455956 of the Russian Federation. (In Russ.)
34. Trnka HJ, Mühlbauer M, Zettl R, Myerson MS, Ritschl P. Comparison of the results of the Weil and Helal osteotomies for the treatment of metatarsalgia secondary to dislocation of the lesser metatarsophalangeal joints. *Foot Ankle Int*. 1999; 20(2): 72-79.
35. Miquies A, Slullitel G, Bilbao F, et al. Floating-toe deformity as a complication of the Weil osteotomy. *Foot Ankle Int*. 2004; 25(9): 609-613. doi: 10.1177/107110070402500902
36. Tadz AA, Protsko VG, Cherevtsov VN, Volkov AV. Comparison of the results of Helal and Weil osteotomy for the treatment of metatarsalgia in secondary dislocation in the metatarsophalangeal joints of the 2nd, 3rd and 4th metatarsal bones. *Kazan medical school diary*. 2017; III(XVII): 54-61. (In Russ.)
37. Highlander P, Von Herbulis E, Gonzalez A, et al. Complications of the Weil osteotomy. *Foot Ankle Spec*. 2011; 4(3): 165-170. doi: 10.1177/1938640011402822
38. Weil L Jr., Weil LS Sr., Sung W. Anatomic plantar plate repair using the Weil metatarsal osteotomy approach. *Foot Ankle Spec*. 2011; 4: 145-150.
39. Helal B. Metatarsal osteotomy for metatarsalgia. *J Bone Joint Surg*. 1957; (57): 187-192.
40. Haque S, Kakwani R, Chadwick C, et al. Outcome of minimally invasive distal metatarsal metaphyseal osteotomy (DMMO) for lesser toe metatarsalgia. *Foot Ankle Int*. 2016; 37(1): 58-63. doi: 10.1016/j.fuspru.2016.04.002
41. Bobrov DS, Shubkina AA, Lychagin AV, Slinyakov LYu, Drogin AR, Tselischeva EYu, et al. Results of surgical treatment of overloaded metatarsalgia using minimally invasive techniques. *The Department of Traumatology and Orthopedics*. 2018; 4(34): 7-15. (In Russ.)
42. Pérez-Muñoz I, Escobar-Antón D, Sanz-Gómez TA. The role of Weil and triple Weil osteotomies in the treatment of propulsive metatarsalgia. *Foot Ankle Int*. 2012; 33(6): 501-506.
43. Ketov MS, Protsko VG, Zagorodny NV, Ketova DV, Tadz AA. *Method for eliminating non-rigid hammer-like deformities of 2nd, 3rd, 4th toes in case of transverse flat feet*: Patent N 2610335 of the Russian Federation. (In Russ.)
44. Usoltsev IV, Leonova SN. *Method for surgical treatment of deformity of toes*: Patent N 2694467 of the Russian Federation. (In Russ.)
45. Usoltsev IV, Leonova SN. Method for surgical treatment of toes deformity. *Polytrauma*. 2018; (4): 51-59. (In Russ.)
46. Lui TH. Arthroscopic-assisted correction of claw toe or overriding toe deformity: plantar plate tenodesis. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2007; 127: 823-826.
47. Doty JF, Coughlin MJ. Metatarsophalangeal joint instability of the lesser toes and plantar plate deficiency. *J Am Acad Orthop Surg*. 2014; 22(4): 235-245.
48. Kavalsky GM, Bobrov DS, Rigin NV, Slinyakov LYu, Chensky AD. *Method of surgical restoration of the plantar ligament of the metatarsophalangeal joint in case of overloaded metatarsalgia or its traumatic ruptures*: Patent N 2604779 of the Russian Federation. (In Russ.)
49. Rigin NV, Bobrov DS, Slinyakov LYu, Mo Ts. New approach and results of surgical treatment of overloaded metatarsalgia in elastic foot deformities. *The Department of Traumatology and Orthopedics*. 2017; 4(30): 35. (In Russ.)

Сведения об авторах

Косарева Мария Анатольевна – младший научный сотрудник научно-клинического отдела травматологии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», e-mail: mary.good.mary@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-0530-3409>

Леонова Светлана Николаевна – доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник научно-клинического отдела травматологии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», e-mail: svetlana.leonova.1963@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3675-6355>

Information about the authors

Maria A. Kosareva – Junior Research Officer at the Clinical Research Department of Traumatology, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, e-mail: mary.good.mary@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-0530-3409>

Svetlana N. Leonova – Dr. Sc. (Med.), Leading Research Officer at the Clinical Research Department of Traumatology, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, e-mail: svetlana.leonova.1963@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3675-6355>

Статья получена: 10.11.2020. Статья принята: 02.12.2020. Статья опубликована: 26.12.2020.

Received: 10.11.2020. Accepted: 02.12.2020. Published: 26.12.2020.