

КЛАССИФИКАЦИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ОСТЕОХОНДРАЛЬНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ БЛОКА ТАРАННОЙ КОСТИ, ОСНОВАННАЯ НА ДАННЫХ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

Сорокин Е.П.¹, Пашкова Е.А.¹, Коновальчук Н.С.¹, Фомичев В.А.¹, Демьянова К.А.¹

¹ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена», Санкт-Петербург, e-mail: caterinapashkova@yandex.ru

Стандартным методом лечения первичных симптомных остеохондральных повреждений блока таранной кости (ОПБТК) являются артроскопические оперативные вмешательства (туннелизация/микрофрактурирование). При этом в ходе предоперационного планирования не всегда известно, позволит ли локализация ОПБТК выполнить хирургическую обработку с использованием передней артроскопии голеностопного сустава. Компьютерная томография (КТ) дает возможность получить наиболее достоверные сведения относительно локализации и размеров ОПБТК, однако показателей, оценивающих артроскопический охват блока таранной кости по данным КТ в стандартных положениях, в настоящее время не предложено. Цель: разработать классификацию локализации ОПБТК, основанную на данных КТ в стандартных положениях, для оценки возможности полноценной обработки области ОПБТК с использованием передней артроскопии голеностопного сустава. В рамках исследования были проведены ретроспективный анализ историй болезни, оценка результатов очного обследования, результатов КТ и интраоперационных данных пациентов с ОПБТК, которые проходили лечение в ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» в 2018–2020 гг. В исследование были включены 40 пациентов после туннелизации области повреждения с использованием артроскопической техники. В ходе анализа данных были введена классификация локализации ОПБТК по данным КТ в аксиальной проекции. При оценке результатов согласно указанной классификации худшие клинические исходы наблюдались при локализации ОПБТК в заднемедиальной и заднелатеральной зонах.

Ключевые слова: таранная кость, остеохондральное повреждение, компьютерная томография, локализация, передняя артроскопия голеностопного сустава, артроскопический охват.

CLASSIFICATION OF LOCALIZATION OF OSTEOCHONDRAL LESIONS OF THE TALAR DOME BASED ON COMPUTED TOMOGRAPHY DATA

Sorokin E.P.¹, Pashkova E.A.¹, Konovalchuk N.S.¹, Fomichev V.A.¹, Demyanova K.A.¹

¹FGBU «National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics named after R.R. Vreden», St. Petersburg, e-mail: caterinapashkova@yandex.ru

Arthroscopic surgery (drilling/microfracture) is the standard treatment option for primary symptomatic osteochondral lesions of the talar dome (OCL). It is not always known whether the localization of the OCL will allow for surgical debridement through anterior ankle arthroscopy during preoperative planning. Computed tomography (CT) gives the most reliable information regarding the localization and size of the OCL, but there are currently no indicators of the arthroscopic access of the talar dome based on CT data in standard positions. Purpose: to develop a classification of the localization of OCL based on CT data in standard positions to assess the possibility of full treatment of the OCL through anterior ankle arthroscopy. A retrospective analysis of case histories, results of clinical examination, CT results and intraoperative data of patients with OCL were carried out during the study. Patients were treated at the National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics named after R.R. Vreden in 2018–2020. The study included 40 patients after drilling the OCL area using arthroscopic techniques. In the course of data analysis, the classification of OCL localization based on CT data in axial projection was introduced. When evaluating the results according to the specified classification, the worst clinical outcomes were observed with the localization of OCL in the posteromedial and posterolateral zones.

Keywords: talar bone, osteochondral lesion, computed tomography, localization, anterior ankle arthroscopy, arthroscopic access.

Остеохондральные повреждения блока таранной кости (ОПБТК) являются распространенной проблемой у пациентов молодого трудоспособного возраста. В настоящее

время одним из стандартных методов лечения первичных симптомных ОПБТК служат оперативные вмешательства, направленные на стимуляцию костного мозга (туннелизация/микрофрактурирование), выполняемые с использованием артроскопической техники [1, 2].

Артроскопический доступ к блоку таранной кости ограничен краем плато большеберцовой кости из-за высокой конгруэнтности голеностопного сустава, соответственно, ряд локализаций ОПБТК недостижим артроскопически, что требует увеличения объема вмешательства с применением артротомии или трансмаллеолярного доступа [3, 4].

На этапе предоперационной подготовки не всегда достоверно известно, позволит ли локализация ОПБТК выполнить полноценную хирургическую обработку с использованием передней артроскопии голеностопного сустава. Стандартно для предоперационного планирования у пациентов с ОПБТК используется компьютерная томография (КТ) голеностопных суставов ввиду высокого соответствия сведений о размерах и локализации повреждения интраоперационным данным.

Разработаны параметры для определения артроскопического охвата блока таранной кости на основе стресс-КТ в положении максимального подошвенного сгибания в голеностопном суставе [5]. Однако этот метод применим не во всех медицинских учреждениях из-за необходимости наличия дополнительного технического оснащения, а показателей, оценивающих артроскопический охват блока таранной кости по данным КТ в стандартных положениях, в настоящее время не предложено.

Цель: разработать классификацию локализации остеохондральных повреждений блока таранной кости, основанную на данных компьютерной томографии в стандартных положениях, для оценки возможности полноценной обработки области ОПБТК с использованием передней артроскопии голеностопного сустава.

Материал и методы исследования. В рамках исследования были проведены ретроспективный анализ историй болезни, оценка результатов очного обследования, результатов КТ и интраоперационных данных пациентов с ОПБТК, которые проходили лечение в ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» в 2018–2020 гг. В исследование были включены 40 пациентов (40 голеностопных суставов), которым выполнялась туннелизация области повреждения с использованием артроскопической техники.

Всем пациентам в предоперационном периоде выполнялись КТ, а также клиническое обследование с оценкой амплитуды движений в голеностопном суставе. Проводилась оценка состояния пациентов по визуально-аналоговой шкале болевого синдрома (ВАШ) и шкале

оценки состояния заднего отдела стопы Американского общества хирургии стопы и голеностопного сустава (AOFAS) в предоперационном периоде.

Повторное очное обследование проводилось на сроке 12 месяцев после операции и включало оценку клинико-функциональных показателей с оценкой амплитуды движений в голеностопном суставе и заполнением вышеуказанных шкал. На том же сроке пациентам выполнялась КТ и проводилась оценка общей удовлетворенности по пятибалльной шкале.

У всех пациентов регистрировалась амплитуда движений в голеностопном суставе по методу нейтрального 0-проходящего метода в предоперационном и послеоперационном периоде. По данным предоперационного обследования пациенты были разделены на две подгруппы: подгруппа без ограничения подошвенного сгибания ($\geq 40^\circ$) (22 человека, 55%) и подгруппа с ограничением подошвенного сгибания ($30-39^\circ$) (18 человек, 45%). Подгруппы были сопоставимы по предоперационным характеристикам (гендерное и возрастное распределение, сторона поражения, результаты оценки по шкалам, выраженность болевого синдрома, размеры ОПБТК по данным КТ) ($p > 0,05$).

ОПБТК у всех пациентов располагались в зонах 1–6 по классификации I. Elias и соавт. (2007): в передних двух третях блока таранной кости, потенциально достижимых при выполнении передней артроскопии [6, 7]. Распределение по локализациям в подгруппах представлено на рисунке 1.

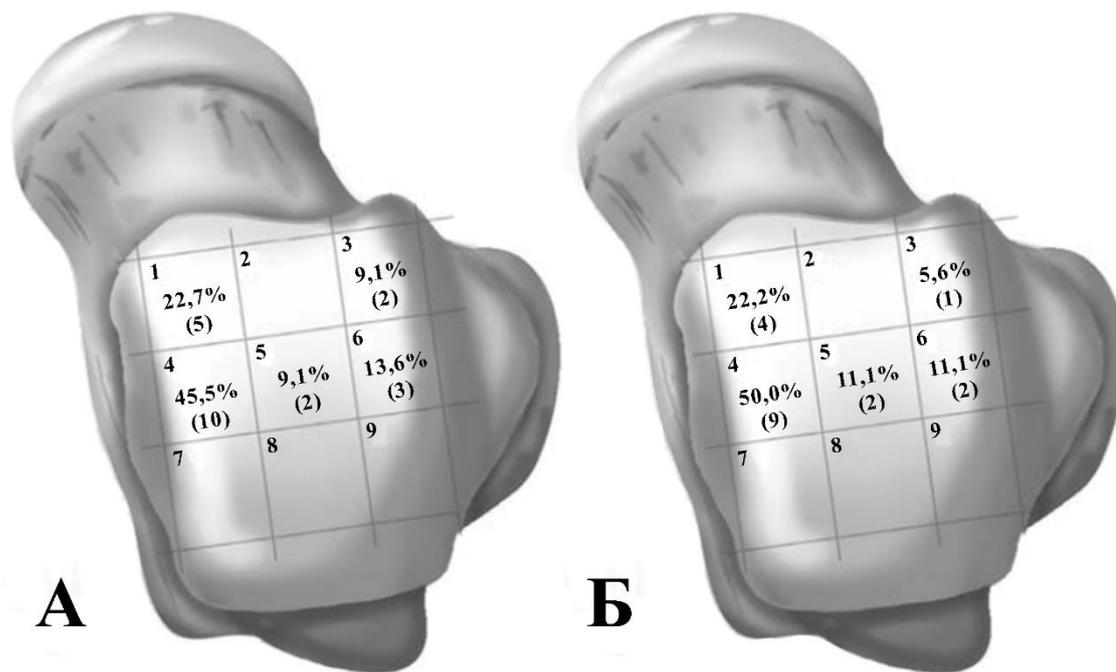


Рис. 1. Распределение пациентов по локализации ОПБТК: А – в подгруппе без ограничения подошвенного сгибания; Б – в подгруппе с ограничением подошвенного сгибания

Результаты исследования и их обсуждение. В ходе анализа полученных данных в обеих подгруппах определялись положительная динамика послеоперационных результатов оценки по шкале AOFAS в сравнении с предоперационными (с $68,5 \pm 1,6$ балла до $87,2 \pm 2,6$ балла в подгруппе без ограничения подошвенного сгибания; с $65,8 \pm 1,6$ балла до $88,5 \pm 2,7$ балла в подгруппе с ограничением подошвенного сгибания), а также снижение выраженности болевого синдрома по ВАШ (с $6,4 \pm 0,3$ балла до $1,7 \pm 0,5$ балла и с $6,4 \pm 0,3$ балла до $1,2 \pm 0,5$ балла в подгруппах соответственно).

В ходе исследования ни у одного из пациентов не было выявлено ограничения подошвенного сгибания $<30^\circ$, что соответствует типичной клинической картине ОПБТК, характеризующейся слабой выраженностью объективных изменений. В послеоперационном периоде (на сроке 12 месяцев) в исследуемой когорте пациентов не было отмечено уменьшения амплитуды движений в голеностопном суставе по сравнению с предоперационными значениями.

Размеры ОПБТК (глубина и диаметр) по данным КТ достоверно уменьшились в обеих подгруппах. В подгруппе пациентов без ограничения подошвенного сгибания средний наибольший диаметр ОПБТК уменьшился с $6,6 \pm 0,3$ мм до $0,4 \pm 0,1$ мм, а средняя наибольшая глубина ОПБТК – с $4,6 \pm 0,2$ мм до $0,4 \pm 0,1$ мм. В подгруппе с ограничением подошвенного сгибания средний наибольший диаметр ОПБТК уменьшился с $6,5 \pm 0,4$ мм до $0,5 \pm 0,2$ мм, а средняя наибольшая глубина ОПБТК – с $4,3 \pm 0,2$ мм до $0,4 \pm 0,1$ мм.

Необходимо подчеркнуть, что достоверной разницы послеоперационных исходов лечения в подгруппах пациентов с ограничением подошвенного сгибания и без него выявлено не было, все оцениваемые послеоперационные параметры были сопоставимы (при $p > 0,05$). При этом определялась статистически значимая связь локализации ОПБТК с клиническими исходами и послеоперационными размерами ОПБТК в обеих подгруппах. Худшие клинические результаты лечения (оценка по шкалам ВАШ, AOFAS и общая удовлетворенность) и послеоперационные результаты лучевых методов исследования (большие размеры ОПБТК по КТ) наблюдались у пациентов с локализацией ОПБТК в 4-й и 6-й зонах по классификации I. Elias и соавт. Примечательно, что не все пациенты с локализацией в указанных зонах имели достоверно худшие результаты (пациенты «серой зоны»), по этой причине в ходе анализа данных была введена дополнительная классификация локализации ОПБТК по данным КТ в аксиальной проекции.

В аксиальной проекции блок таранной кости разделялся на 5 зон: переднемедиальную, переднелатеральную, заднемедиальную, заднелатеральную и центральную. Оценка локализации проводилась на уровне наибольшего диаметра ОПБТК. На указанном уровне с помощью встроенных графических инструментов измерялась площадь ОПБТК: через центр

блока таранной кости проводились линии, соответствующие ширине и длине блока, которые делили его на четверти, образуя 4 основные зоны. Центральная зона была образована эллипсом с центром в точке пересечения ширины и длины блока таранной зоны (точка А) и длинами полуосей (полуось а, полуось b), равными 10% от ширины и длины блока таранной кости, проведенными ранее. ОПБТК относили к той зоне, на которую приходилось $\geq 80\%$ его площади (рис. 2).

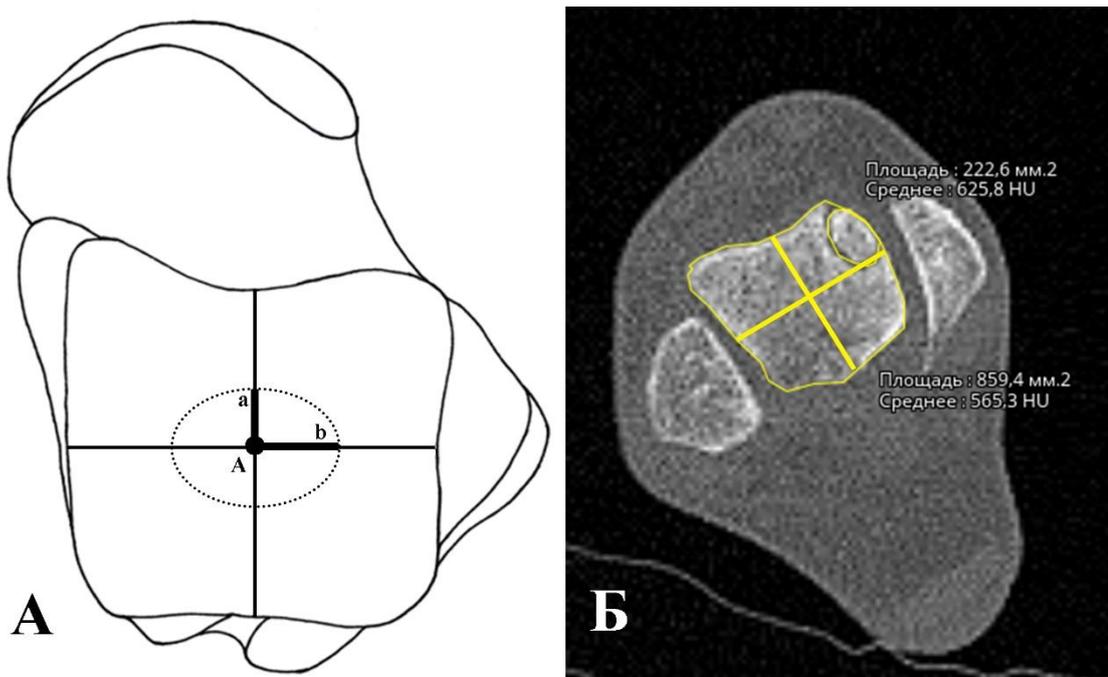


Рис. 2. Классификация локализации остеохондральных повреждений блока таранной кости, основанная на данных компьютерной томографии: А – схема классификации: точка А – пересечение ширины и длины блока таранной кости; полуось а – 10% от длины блока таранной кости; полуось b – 10% от ширины блока таранной кости; Б – локализация ОПБТК в переднемедиальной зоне

Эти параметры базировались на лучших клинических исходах пациентов с локализацией ОПБТК в зоне 5 в сравнении с другими локализациями ОПБТК в средней трети (зоны 4 и 6 по классификации I. Elias и соавт.), а также на указаниях на сопоставимый артроскопический охват центральной зоны блока таранной кости в литературных источниках [7].

Распределение по локализациям в подгруппах согласно введенной классификации представлено на рисунке 3.

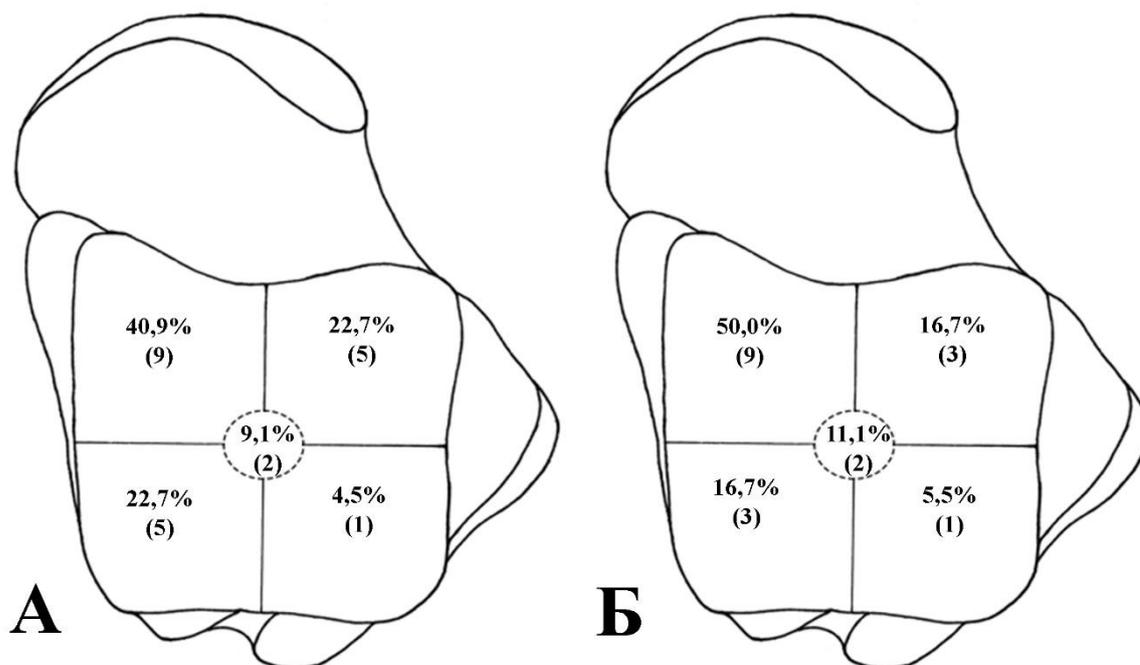


Рис. 3. Распределение пациентов по локализации ОПБТК: А – в подгруппе без ограничения подошвенного сгибания; Б – в подгруппе с ограничением подошвенного сгибания

При оценке указанных параметров обнаружилось, что ОПБТК у пациентов «серой зоны» (хорошие исходы при локализации в зонах 4 и 6 по классификации I. Elias и соавт.) относились к переднемедиальной и переднелатеральной зонам блока таранной кости. А у пациентов с локализацией ОПБТК в заднемедиальной и заднелатеральной зонах в аксиальной проекции наблюдались худшие клинические исходы (результаты оценки по ВАШ, AOFAS, общей удовлетворенности) и большие размеры ОПБТК в послеоперационном периоде (достоверная разница при $p < 0,05$). Это может свидетельствовать о недостаточной обработке ОПБТК в этих локализациях в ходе передней артроскопии голеностопного сустава.

Также в ходе анализа интраоперационных данных (видеоматериалы с артроскопической стойки) при локализации ОПБТК в переднемедиальной, переднелатеральной и центральной зонах определялась лучшая визуализация области повреждения: четкая задняя граница зоны ОПБТК после обработки в положении максимального подошвенного сгибания, в то время как ОПБТК в заднемедиальной и заднелатеральной зонах характеризовались худшей визуализацией, вплоть до невозможности прямой визуальной оценки полноценности вмешательства после обработки передней зоны ОПБТК.

В настоящее время стандартным методом лечения первичных симптомных ОПБТК считаются артроскопические оперативные вмешательства, направленные на стимуляцию костного мозга (туннелизация/микрофрактурирование) [1, 2]. При этом доступ к блоку

таранной кости путем передней артроскопии ограничен краем плато большеберцовой кости из-за высокой конгруэнтности голеностопного сустава, соответственно, ряд локализаций ОПБТК недостижим артроскопически, что требует увеличения объема вмешательства.

В ранних литературных источниках имеются упоминания о наиболее частой локализации ОПБТК в заднемедиальной и переднелатеральной зонах блока таранной кости. Более поздние исследования опровергают это утверждение. В частности, в работе I. Elias и соавт. представлен анализ локализации ОПБТК у 424 пациентов с использованием оригинальной классификации, разделяющей блок таранной кости на 9 зон. Согласно их данным, наиболее часто ОПБТК располагались в медиальной и латеральной зонах средней трети блока таранной кости [6]. А в исследовании Y. Сао и соавт. проводилась оценка локализации ОПБТК у пациентов разных возрастных групп. При этом во всех группах пациентов подавляющее большинство повреждений располагалось в средней трети блока таранной кости, преимущественно в зоне 4 по классификации I. Elias и соавт. [8].

На этапе предоперационной подготовки не всегда достоверно известно, позволит ли локализация ОПБТК выполнить полноценную хирургическую обработку с использованием передней артроскопии голеностопного сустава. Особенно актуальным этот вопрос является для ОПБТК, расположенных в средней трети блока таранной кости.

В частности, A. Saxena и соавт. сообщают об успешном артроскопическом лечении ОПБТК при их расположении в пределах передних 50% блока таранной кости, в то время как при ОПБТК в задней половине блока выполнялась артротомия в том числе с использованием остеотомии внутренней лодыжки [3]. А в исследовании S. Hankemeier и соавт. представлены сведения о вынужденном переходе от артроскопии к артротомии в 25 из 44 наблюдений из-за недостаточной визуализации ОПБТК [4].

Считается, что передняя артроскопия голеностопного сустава обеспечивает достаточную визуализацию при расположении ОПБТК в передней половине блока таранной кости, а также в передней части задней половины блока у пациентов без ограничения подошвенного сгибания в голеностопном суставе, что подтверждается данными кадаверных исследований. В частности, в исследовании P. Phisitkul и соавт. при оценке 14 голеностопных суставов (кадаверный материал) зоны 1–3 по классификации I. Elias и соавт. были достижимы в 100% случаев, а зоны 4–6 – в $87,7 \pm 17,5$ (94,7)% случаев [7].

Примечательно, что в кадаверных исследованиях был выявлен больший артроскопический охват блока таранной кости путем передней артроскопии голеностопного сустава в положении максимального подошвенного сгибания в сравнении с применением неинвазивного дистрактора [9]. Также необходимо учитывать, что после идентификации

переднего края ОПБТК обработка области повреждения осуществляется в направлении спереди назад, что обеспечивает дальнейший доступ.

Понимание того, возможно ли полноценное артроскопическое вмешательство в области ОПБТК на этапе предоперационной подготовки, может облегчить выбор хирургического доступа, а также повлиять на тактику лечения. Наиболее часто для предоперационного планирования у пациентов с ОПБТК используется КТ голеностопных суставов из-за высокого соответствия сведений о размерах и локализации повреждения данным, полученным в ходе артроскопии.

В последние годы набирает популярность использование стресс-КТ в положении максимального подошвенного сгибания в голеностопном суставе [10]. В частности, С.Ж. van Berge и соавт. в своем исследовании выявили высокое соответствие локализации ОПБТК по результатам стресс-КТ и интраоперационных артроскопических данных [6, 11]. В их работе была смоделирована и количественно оценена область блока таранной кости, доступ к которой возможен путем передней артроскопии при полном подошвенном сгибании в голеностопном суставе (артроскопический охват).

Артроскопический охват соответствовал доле суставной поверхности блока таранной кости, расположенной спереди от передней поверхности дистального края большеберцовой кости. Согласно результатам С.Ж. van Berge и соавт., в медиальной части блока таранной кости артроскопический охват составил $48,2 \pm 6,7\%$, а в латеральной – $47,8 \pm 6,5\%$ суставной поверхности.

Также пациенты были разделены по степени ограничения подошвенного сгибания с оценкой артроскопического охвата в подгруппах. В медиальной части блока таранной кости артроскопический охват составил $52,6 \pm 6,1\%$ в группе подошвенного сгибания $>180^\circ$, $50,8 \pm 5,7\%$ в группе $171-180^\circ$ и $45,5 \pm 4,8\%$ в группе $\leq 170^\circ$. В латеральной части блока таранной кости артроскопический охват составил $53,7 \pm 8,7\%$, $49,2 \pm 3,7\%$ и $45,4 \pm 6,0\%$ в вышеописанных группах подошвенного сгибания соответственно [11].

Оценка артроскопического охвата по данным стресс-КТ при полном подошвенном сгибании в голеностопном суставе показала высокое соответствие артроскопическим данным и может быть использована на этапе предоперационного планирования [5]. Однако проведение стресс-КТ доступно не во всех лечебных учреждениях из-за необходимости наличия дополнительного технического оснащения. Поэтому актуальной является проблема разработки и обоснования параметров или классификации, позволяющих определить возможный артроскопический охват блока таранной кости по данным КТ в стандартных укладках.

В ходе проведенного нами исследования были выявлены худшие клинические исходы и большие послеоперационные размеры повреждения у пациентов с локализацией ОПБТК в зонах 4 и 6 по классификации I. Elias и соавт. в обеих подгруппах (с ограничением подошвенного сгибания и без него). Примечательно, что не все пациенты с локализацией в указанных зонах имели достоверно худшие результаты, поэтому в ходе анализа данных была введена классификация, подразумевающая разделение блока таранной кости на 5 зон в аксиальной проекции по данным КТ. При оценке указанных параметров обнаружилось, что ОПБТК у этих пациентов относились к переднемедиальной и переднелатеральной зонам блока таранной кости. А у пациентов с ОПБТК в заднемедиальной и заднелатеральной зонах наблюдались достоверно худшие исходы.

Заключение. Учитывая достоверную разницу клинических исходов пациентов после артроскопической туннелизации ОПБТК в зависимости от локализации, можно рекомендовать предложенную классификацию для предоперационного планирования и определения возможности полноценной хирургической обработки области ОПБТК в ходе передней артроскопии голеностопных суставов.

Список литературы

1. Toale J., Shimozone Y., Mulvin C., Dahmen J., Kerkhoffs G., Kennedy J. G. Midterm Outcomes of Bone Marrow Stimulation for Primary Osteochondral Lesions of the Talus: A Systematic Review. *Orthopaedic journal of sports medicine*. 2019. vol. 7. no. 10. [Электронный ресурс]. URL: https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2325967119879127?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed (дата обращения: 04.01.2022).
2. Grambart S.T. Arthroscopic Management of Osteochondral Lesions of the Talus. *Clinics in podiatric medicine and surgery*. 2016. vol. 33. no. 4. P. 521–530.
3. Saxena A., Eakin C. Articular talar injuries in athletes: results of microfracture and autogenous bone graft. *The American journal of sports medicine*. 2007. vol. 35. no. 10. P. 1680-1687.
4. Hankemeier S., Muller E.J., Kaminski A., Muhr G. 10-year results of bone marrow stimulating therapy in the treatment of osteochondritis dissecans of the talus. *Der Unfallchirurg*. 2003. vol. 106. no. 6. P. 461-466.
5. Van Bergen C.J.A., Tuijthof G.J.M., Maas M., Sierevelt I.N., van Dijk C. N. Arthroscopic Accessibility of the Talus Quantified by Computed Tomography Simulation. *The American Journal of Sports Medicine*. 2012. vol. 40. no. 10. P. 2318–2324.

6. Elias I., Zoga A.C., Morrison W.B., Besser M.P., Schweitzer M.E., Raikin S.M. Osteochondral lesions of the talus: localization and morphologic data from 424 patients using a novel anatomical grid scheme. *Foot & ankle international*. 2007. vol. 28. no. 2. P. 154-161.
7. Phisitkul P., Akoh C.C., Rungprai C., Barg A., Amendola A., Dibbern K., Anderson D. Optimizing Arthroscopy for Osteochondral Lesions of the Talus: The Effect of Ankle Positions and Distraction During Anterior and Posterior Arthroscopy in a Cadaveric Model. *Arthroscopy: the journal of arthroscopic & related surgery: official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*. 2017. vol. 33. no. 12. P. 2238–2245.
8. Cao Y., Xu Y., Huang Q., Hong Y., Xu X. Characteristics of Osteochondral Lesions of the Talus in Different Age Groups. *International journal of sports medicine*. 2020. vol. 41. no. 12. P. 873–878.
9. Hirtler L., Schuh R. Accessibility of the Talar Dome—Anatomic Comparison of Plantarflexion Versus Noninvasive Distraction in Arthroscopy. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2018. vol. 34. no. 2. P. 573–580.
10. Rikken Q., Kerkhoffs G. Osteochondral Lesions of the Talus: An Individualized Treatment Paradigm from the Amsterdam Perspective. *Foot and ankle clinics*. 2021. vol. 26. no. 1. P. 121–136.
11. Van Bergen C.J., Tuijthof G.J., Blankevoort L., Maas M., Kerkhoffs G.M., van Dijk C.N. Computed tomography of the ankle in full plantar flexion: a reliable method for preoperative planning of arthroscopic access to osteochondral defects of the talus. *Arthroscopy*. 2012. vol. 28. no. 7. P. 985-992.