

ВОЗМОЖНОСТИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ РЕКОНСТРУКТИВНОЙ МИКРОХИРУРГИИ В ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С ДЕФОРМАЦИЯМИ И ДЕФЕКТАМИ ПЯТОЧНОЙ КОСТИ

Цыбуль Е.С.¹, Родоманова Л.А.^{1,2}

¹ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, e-mail: info@rniito.org;

²ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Минздрава России, Санкт-Петербург, e-mail: info@lspbmgmu.ru

Проблема реабилитации больных с дефектами мягких тканей пяточной области, деформацией, остеомиелитом, субтотальными и тотальными дефектами пяточной кости в настоящее время остается до конца не решенной. Используемые в настоящее время традиционные методики хирургического лечения пациентов данного профиля не позволяют в должной мере восстановить опороспособность нижней конечности, купировать инфекционный процесс и заместить мягкотканый или костный дефект. При этом технологии реконструктивной микрохирургии используются явно недостаточно, а их возможности и результаты применения изучены не в полной мере. В статье представлен сравнительный анализ результатов хирургического лечения пациентов с деформациями и дефектами пяточной кости в двух выделенных клинических группах с использованием традиционных методик (n=57) и технологий реконструктивной микрохирургии (n=63). Каждая из групп была разделена на четыре подгруппы: 1) больные с поверхностным остеомиелитическим поражением пяточной кости и дефектом мягких тканей как подошвенной, так и неопорной поверхности пяточной области; 2) пациенты с локализованным остеомиелитическим поражением пяточной кости и наличием полостного дефекта; 3) пациенты с посттравматической деформацией пяточной кости, сопровождающейся рубцовыми изменениями мягких тканей заднего отдела стопы; 4) пациенты с наиболее тяжелой патологией данного профиля - тотальным или субтотальным дефектом пяточной кости опухолевого или остеомиелитического происхождения. По результатам исследования удалось доказать, что применение технологий реконструктивной микрохирургии в лечении профильных пациентов позволяет добиться стойкой ремиссии инфекционного процесса, обеспечивает одномоментное и полное замещение дефектов мягких тканей. В ситуациях с субтотальным и тотальным дефектом пяточной кости использование свободной пересадки кровоснабжаемых костных аутотрансплантатов способно обеспечить восстановление опороспособности у всех прооперированных больных.

Ключевые слова: пяточная кость, остеомиелит, дефект, реконструктивная микрохирургия, пересадка комплексов тканей.

POSSIBILITIES AND RESULTS OF RECONSTRUCTIVE MICROSURGERY TECHNOLOGIES USAGE IN THE TREATMENT OF PATIENTS WITH DEFORMATIONS AND DEFECTS OF THE CALCANEAL BONE

Tsybul E.S.¹, Rodomanova L.A.^{1,2}

¹FGBU «National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics named after R.R. Vreden», St. Petersburg, e-mail: info@rniito.org;

²FGBOU VO «St. Petersburg First State Medical University named after I.P. Pavlov», St. Petersburg, e-mail: Info@lspbmgmu.ru

The issues of patient rehabilitation who suffer the following medical conditions: soft tissue defects of the calcaneal region, deformity, osteomyelitis, subtotal and total defects of the calcaneus haven't been fully resolved yet. Traditional methods of surgical treatment that are currently used in these cases do not allow to adequately restore the support ability of the lower limb, stop the infectious process and replace the soft tissue or bone defect. It is also worth clarifying, that the technologies of reconstructive microsurgery are clearly underused, their capabilities and results of application have not been fully studied. The article presents a comparative analysis of the surgical treatment results in two selected clinical groups of patients with deformities and defects of the calcaneus: using traditional techniques (n = 57) and technologies of reconstructive microsurgery (n = 63). Each of the groups was divided into four subgroups: 1) - patients with superficial osteomyelitic lesions of the calcaneus and soft tissue defect in both the plantar and non-supporting surfaces of the calcaneal region; 2) - patients with localized osteomyelitis lesions of the calcaneus and the presence of a cavity defect; 3) - patients with post-traumatic deformities of the calcaneus, accompanied by cicatricial changes in the soft tissues of the hindfoot; 4) - patients

with the most severe pathology of this profile - a total or subtotal defect of the calcaneus of tumor or osteomyelitic origin. According to the results of the study, it was possible to prove that reconstructive microsurgery techniques in the treatment of specialized patients make it possible to achieve a stable remission of the infectious process, provides fast and complete replacement of soft tissue defects. In situations with a subtotal and total defect of the calcaneus, the use of free transplantation of blood-supplied bone autografts can provide restoration of support ability in all operated patients.

Keywords: calcaneus, osteomyelitis, defect, reconstructive microsurgery, transplantation of tissue complexes.

Хирургическое лечение пациентов с деформациями или дефектами пяточной кости, полученными в результате поражения опухолевым процессом, остеомиелитом или травмы, до сих пор остается одной из самых актуальных проблем травматологии и ортопедии. Кроме того, нет однозначной позиции относительно восстановления мягких тканей заднего отдела стопы в целом и подошвенной поверхности пяточной области в частности [1-3]. Учитывая разносторонность подходов к микрохирургической реконструкции у пациентов с патологией указанной области, целесообразным было бы разделение таких больных на 4 группы. Первая группа – это пациенты с поверхностным остеомиелитом пяточной кости и наличием дефекта мягких тканей как на опорной, так и на неопорных поверхностях пяточной области. Во вторую группу войдут больные с полостным остеомиелитическим дефектом. Третью группу составляют пациенты с наличием деформации пяточной кости, полученной в результате травмы, и сопутствующим рубцовым поражением мягких тканей пяточной области. Четвертая группа – это пациенты с субтотальным и тотальным дефектом пяточной кости, возникшим в результате поражения остеомиелитом или опухолью [4-7]. Поскольку использование технологий реконструктивной микрохирургии у пациентов с указанной патологией развито недостаточно широко, а показания к таким вмешательствам сформулированы не достаточно четко, все чаще можно увидеть неудовлетворительные исходы, полученные в результате применения традиционных методик при оперативном лечении больных подобного профиля [8-10]. Обеспечение данной группы больных протезно-ортопедическими изделиями также затруднительно. Оно включает конструкции двух типов: устройства, переносящие нагрузку на продольный свод и задний отдел голени, за счет чего разгружается задний отдел стопы, и стельки для пяточной области, компенсирующие утраченную высоту заднего отдела стопы. Чаще всего такие изделия, используемые в реабилитации, не могут восполнить дефект пяточной кости и способствовать формированию нормальной походки. У большинства больных указанного профиля имеется установленная инвалидность, а передвигаться они вынуждены с использованием костылей и/или применять для передвижения неудобные ортезы [11].

Цель исследования заключается в определении возможности применения различных микрохирургических методик для лечения больных с деформациями и дефектами пяточной

кости и в оценке их эффективности.

Материалы и методы исследования

Материалы нашего исследования сформировали 120 больных с дефектами и деформациями пяточной кости, которым было выполнено оперативное вмешательство в ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена». Все пациенты были разделены на 2 группы: основную и группу сравнения. К *основной группе* были отнесены 63 больных, которых прооперировали с использованием технологий реконструктивной микрохирургии. В *группу сравнения* вошли 57 пациентов, прооперированных по традиционным методикам. Обе группы, в свою очередь, были разделены на 4 подгруппы: I подгруппа – пациенты с поверхностной формой остеомиелита (ПФ ОМ); II подгруппа – больные с локализованной формой остеомиелита и наличием полости в пяточной кости (ЛФ ОМ); III подгруппа – посттравматическая деформация пяточной кости с наличием дефицита мягких тканей (ПД ПК); IV подгруппа – пациенты с субтотальным или тотальным дефектом пяточной кости (СТД и ТД ПК). При оценке однородности групп учитывались следующие показатели: пол и возраст пациентов; характер травматического воздействия; локализация и размер мягкотканного дефекта; размер дефекта кости (полости). При обработке количественных данных использовали критерии Колмогорова – Смирнова и Уитни – Манна. При этом статистически значимых различий между группами не получено ($p > 0,05$).

Распределение пациентов *группы сравнения* по характеру патологии представлено в таблице 1.

Таблица 1

Распределение пациентов группы сравнения по подгруппам (характер патологии)

Подгруппы группы сравнения	I	II	III	IV	Всего
Характер патологии	ПФ ОМ	ЛФ ОМ	ПД ПК	СТД и ТД ПК	
Кол-во (n)	9	32	15	7	63

Дефицит мягких тканей присутствовал у 55,5% *I подгруппы группы сравнения*. Размер мягкотканного дефекта был от 1,5 до 3,5 см², что в среднем составило 2,4±2,2 см². На первом этапе пациентам выполняли радикальную хирургическую обработку очага остеомиелита, которая включала удаление всех нежизнеспособных тканей, патологических грануляций и резекцию части пораженной кости. Далее замещали дефект при помощи местной кожной пластики, мобилизации краев раны и выполнения несвободной мышечной пластики.

В *II подгруппу группы сравнения* вошли 32 пациента. Дефекты мягких тканей имелись у 31,2% больных, площадь которых равнялась 5,7±2,2 см². Помимо этого, у всех пациентов имелся дефект костной ткани, размер которого в среднем был 6,3±4,8 см³. После

выполнения радикальной хирургической обработки очага остеомиелита в 7 клинических наблюдениях данной подгруппы произведено удаление антимикробного спейсера или металлоконструкций. Костная пластика производилась двумя способами: замещение биокомпозитным материалом или с помощью несвободной мышечной пластики. Восстановление покровных тканей выполнялось путем пластики расщепленным кожным трансплантатом или пластики местными тканями.

III подгруппу группы сравнения составили 15 пациентов. Наличие дефекта покровных тканей (рубцовое перерождение) имело место в 46,6% случаев. Площадь дефекта составила в среднем $4,3 \pm 2,5$ см². Деформация пяточной кости у всех пациентов данной подгруппы характеризовалась выраженным снижением её высоты и отрицательным значением угла Белера. Методом реконструкции всех пациентов данной группы был подтаранный артродез и фиксация винтами. Помимо этого, у 2 больных он был дополнен таранно-ладьевидным артродезом, а в 5 случаях корригирующей остеотомией пяточной кости с костной пластикой. В одном наблюдении выполнили удаление таранной кости с формированием пяточно-большеберцового артродеза.

В **IV подгруппе группы сравнения** было 7 больных. У 5 пациентов производили замещение дефекта синтетическим остеозамещающим материалом, а в 2 клинических наблюдениях была произведена кальканэктомия.

Больным **основной группы** (n=57) были выполнены реконструктивно-пластические вмешательства с использованием микрохирургической техники. Распределение пациентов **основной группы** представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение пациентов основной группы по подгруппам (характеру патологии)

Подгруппы основной группы	I	II	III	IV	Всего
Характер патологии	ПФ ОМ	ЛФ ОМ	ПД ПК	СТД и ТД ПК	
Кол-во	33	13	6	5	57

Дефект мягких тканей присутствовал у всех пациентов **I подгруппы основной группы** и равнялся в среднем $18,5 \pm 12,1$ см². Локализация дефекта у 8 пациентов была на боковой поверхности пяточной области, а у 25 больных - на опорной (подошвенной). После осуществления радикальной хирургической обработки всем больным было выполнено замещение дефекта мягких тканей. В 13 случаях использовали медиальный подошвенный лоскут стопы, а в 9 клинических наблюдениях применили свободную пересадку кровоснабжаемого кожно-фасциального лучевого лоскута. У 11 пациентов применили комбинацию вышеописанных методов – префабрикацию лоскута из подошвенной кожи стопы (рис. 1).

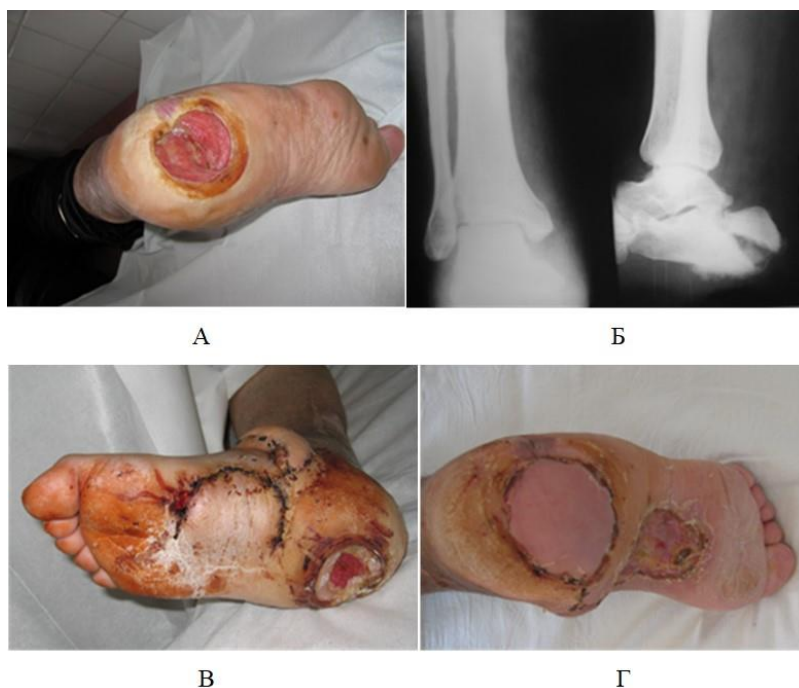


Рис. 1. Пациент Б., 47 лет: А – вид подошвенной поверхности стопы до оперативного лечения – трофическая язва пяточной области 5х6 см; Б – рентгенологические признаки поверхностного поражения пяточной кости; В – первый этап реконструкции: свободная пересадка кожно-фасциального лучевого лоскута на стопу; Г – вид стопы после второго этапа оперативного лечения – замещение дефекта подошвенной поверхности пяточной области левой стопы префабрикованным лоскутом

Во **II подгруппе основной группы** дефицит кожи имелся у 9 (69,2%) пациентов. Размер дефекта составил в среднем $12,4 \pm 11,5$ см². Остеомиелитическая костная полость присутствовала у всех больных и в среднем равнялась $6,5 \pm 5,8$ см³. Несвободная пластика осевым кровоснабжаемым лоскутом выполнялась у 30% пациентов. В 70% случаев выполнения несвободной пересадки, ввиду отсутствия возможности использования региональных лоскутов, а также более крупных размеров остеомиелитической полости, производили свободную пересадку кровоснабжаемого комплекса тканей для замещения дефекта кости и покровных тканей. В подавляющем большинстве случаев при свободной пересадке применяли лоскут латеральной широкой мышцы бедра и переднелатеральный лоскут бедра (рис. 2).



Рис. 2. Пациентка Б., 65 лет, с диагнозом «гематогенный остеомиелит левой пяточной кости»: А, Б – вид стопы и рентгенограмма пяточной кости до оперативного лечения; В – подготовка реципиентной зоны, обработка остеомиелитической полости перед пересадкой свободного мышечного лоскута; Г – вид стопы после операции

У всех пациентов **III подгруппы основной группы**, помимо посттравматической деформации пяточной кости, имел место дефект мягких тканей, который составил в среднем $7,3 \pm 5,2$ см². При лечении данной группы пациентов использовали 2 типа вмешательств. Первый тип включал одноэтапную реконструкцию, при которой после коррекции деформации пяточной кости выполняли пластику кожно-фасциальным островковым суральным лоскутом. Второй тип вмешательств - двухэтапная реконструкция. Первым этапом при помощи префабрикованного лоскута подошвенной кожи стопы замещали дефект мягких тканей, после чего вторым этапом выполняли коррекцию деформации пяточной кости, используя костную пластику аутотрансплантатом из гребня подвздошной кости (рис. 3).



Рис. 3. Пациент Г., 43 года, с диагнозом «остеомиелит левой пяточной кости, дефект мягких тканей подошвенной поверхности стопы»: А, Б – рентгенограммы и внешний вид стопы до операции; В – 1-й этап реконструкции: замещение дефекта мягких тканей префабрикованным подошвенным лоскутом левой стопы; Г – рентгенограмма 2-го этапа реконструкции: артродез подтаранного сустава левой стопы с костной пластикой из гребня подвздошной кости; Д – внешний вид стопы через 4 года после реконструкции

Больным **IV подгруппы основной группы** с тотальным и субтотальным поражением пяточной кости производили пластику путем свободной пересадки кровоснабжаемого трансплантата из гребня подвздошной кости (рис. 4).



Рис. 4. Пациентка Л., 19 лет: А, Б – внешний вид и рентгенограмма левой стопы до оперативного лечения; В - пересадка свободного кровоснабжаемого кожно-костного

трансплантата из гребня подвздошной кости; Г – фиксация трансплантата спицами к таранной и большеберцовой кости; Д, Е – внешний вид левой стопы и рентгенограмма через 3 года после реконструкции

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ исходов оперативного лечения больных производился по следующим критериям: наличие или отсутствие рецидива инфекционного процесса, восстановление опороспособности конечности, необходимость в дополнительном оперативном вмешательстве, наличие или отсутствие инвалидности и использование ортопедических средств дополнительной опоры. Были изучены результаты балльной оценочной шкалы AOFAS, а также проанализированы биомеханические показатели походки. В таблицах 3-6 представлены данные о лечении пациентов в двух клинических группах по подгруппам.

Таблица 3

Результаты оперативного лечения больных I подгруппы в двух клинических группах, %

Проанализированные показатели	Группа сравнения (n=9)	Основная группа (n=22)
Рецидив инфекционного процесса	55,5	18,1
Восстановление опороспособности конечности	33,3	81,8
Наличие инвалидности	44,4	13,6
Пациенты, нуждавшиеся в дополнительном оперативном вмешательстве	55,5	18,1
Использование ортопедических средств опоры	44,4	9

Таблица 4

Результаты оперативного лечения больных II подгруппы в двух клинических группах, %

Проанализированные показатели	Группа сравнения (n=27)	Основная группа (n=10)
Рецидив инфекционного процесса	51,8	0
Восстановление опороспособности конечности	44,4	100
Наличие инвалидности	48,1	30
Пациенты, нуждавшиеся в дополнительном оперативном вмешательстве	51,8	0
Использование ортопедических средств опоры	29,6	0

Таблица 5

Результаты оперативного лечения больных III подгруппы в двух клинических группах, %

Проанализированные показатели	Группа сравнения (n=13)	Основная группа (n=6)
-------------------------------	----------------------------	--------------------------

Инфекционные осложнения	0	0
Восстановление опороспособности конечности	38,4	100
Наличие инвалидности	38,4	33,3
Пациенты, нуждавшиеся в дополнительном оперативном вмешательстве	53,8	17
Использование ортопедических средств опоры	61,5	0

Таблица 6

Результаты лечения пациентов IV подгруппы в двух клинических группах, %

Показатель	Группа сравнения (n=4)	Основная группа (n=5)
Рецидив инфекционного процесса	50	0
Наличие инвалидности	75	40
Восстановление опороспособности конечности	0	100
Пациенты, нуждавшиеся в дополнительном оперативном вмешательстве	100	0
Использование ортопедических средств опоры	100	0

Проанализированные результаты лечения 63 больных *группы сравнения* показали, что в 55% случаев имеет место рецидив инфекционного процесса при остеомиелите пяточной кости; у 38% больных к неудовлетворительным результатам относится неполная реконструкция высоты заднего отдела стопы, которую невозможно восстановить из-за имеющегося дефицита мягких тканей; у пациентов с наличием субтотального или тотального поражения пяточной кости реконструкция без применения микрохирургической техники обычно невозможна, а использование у таких пациентов средств ортопедической коррекции неэффективно.

На основе анализа результатов оперативного лечения пациентов *основной группы* (n=57), которым были выполнены вмешательства с использованием средств реконструктивной микрохирургии, можно сделать следующие выводы. Применение кровоснабжаемых лоскутов с осевым типом кровоснабжения позволило полностью восстановить покровные ткани и восполнить костный дефект, сформировавшийся в результате остеомиелитического процесса у пациентов I и II подгруппах. Такие выводы сделаны на основании анализа отдаленных результатов указанных подгрупп: полное восстановление опороспособности поврежденной конечности и отсутствие рецидива остеомиелитического процесса в 82% случаев у больных I подгруппы, в то время как во II подгруппе данные критерии успешно проведенной реконструкции наблюдались у 100% пациентов. Также были изучены результаты балльной оценочной шкалы AOFAS, которые составили: $87,5 \pm 24,4$ балла в I подгруппе и $82,6 \pm 6,9$ балла во II подгруппе.

Применение островковых лоскутов с осевым типом кровоснабжения, таких как префабрикованный подошвенный и суральный, создает условия для коррекции всех компонентов деформации заднего отдела стопы, а также восполнения дефицита мягких тканей. Такие выводы можно сделать при изучении результатов оперативного лечения пациентов III подгруппы. Использование подобных подходов в реконструкции обеспечило восстановление опороспособности оперируемой конечности у всех 6 пациентов данной подгруппы, а также позволило добиться результатов по шкале AOFAS - $82 \pm 7,3$ балла, которые расцениваются как хорошие.

Анализ результатов микрохирургической реконструкции пациентов IV подгруппы показал, что использование данных методик позволяет восстановить опороспособность поврежденной конечности, путем восстановления высоты заднего отдела стопы, у всех больных. И хотя по результатам оценочной шкалы AOFAS показатели составили в среднем $74,6 \pm 23,5$ балла, нами они были расценены как хорошие, поскольку пациенты данной подгруппы были с наиболее тяжелой патологией.

Отдаленные результаты микрохирургической реконструкции у пациентов основной группы на сроке от 6 месяцев до 10 лет удалось проанализировать у 43 больных. По шкале AOFAS у 39 из них (90,7%) это были хорошие и удовлетворительные исходы.

Выводы

Использование традиционных способов восстановления пяточной кости при лечении больных с деформациями и дефектами пяточной кости приводит к высокой частоте рецидива инфекционного процесса, кроме того, восстановление высоты заднего отдела стопы из-за формирующегося мягкотканного дефекта часто невозможно. Все указанные факторы привели к неудовлетворительным результатам реконструкции у 38,5% таких пациентов. Попытки воссоздать задний отдел стопы у пациентов с тотальными и субтотальными дефектами без использования средств реконструктивной микрохирургии обычно остаются безуспешными. Кроме того, обеспечение средствами ортопедической коррекции, как правило, неэффективно.

Использование микрохирургических методик при реконструкции пяточной кости у больных с поверхностным или полостным остеомиелитом приводит к длительной ремиссии инфекционного процесса. Помимо этого, применение таких способов позволяет одновременно восполнить дефицит мягких тканей, образующийся при реконструкции заднего отдела стопы у пациентов с посттравматическими изменениями пяточной кости. У больных с тотальным и субтотальным дефектом пяточной кости применение свободных кровоснабжаемых костных трансплантатов показало восстановление опороспособности прооперированной конечности у всех профильных больных.

Учитывая все вышеперечисленные выводы нашего исследования, можно отметить, что операции с использованием микрохирургических методик реконструкции заднего отдела стопы оказались значительно эффективней вмешательств, проведенных традиционными способами.

Список литературы

1. Родоманова Л.А., Кочиш А.Ю. Реконструктивные микрохирургические операции при травмах конечностей: руководство для врачей. СПб.: РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2012. 116 с.
2. Karns M., Dailey S.K., Archdeacon M.T. Treatment of calcaneal fracture with severe soft tissue injury and osteomyelitis: a case report. *J. Foot Ankle Surg.* 2015. Vol. 54. N. 5. P. 973-937.
3. Imanishi J., Choong P.F. Three-dimensional printed calcaneal prosthesis following total calcanectomy. *Int. J. Surg. Case Rep.* 2015. Vol. 10. P. 83-87.
4. Цыбуль Е.С. Возможности и результаты использования технологий реконструктивной микрохирургии в лечении больных с деформациями и дефектами пяточной кости: дис. ... канд.мед. наук. Санкт-Петербург, 2016. 138 с.
5. Innocenti M., Lucattelli E. Daolio P. A., Bastoni S., Marini E., Scoccianti G., Menichini G. Calcaneal reconstruction after total calcanectomy with iliac crest free flap. *Microsurgery.* 2019. Vol. 1. N 6. P. 45-50.
6. Hindiskere S., Bhattacharjee S., Doddarangappa S., Chinder P.S. Calcaneal reconstruction by proximal tibia allograft following total calcanectomy. *Indian J Surg Oncol.* 2020. Vol. 11. P. 48-51.
7. Jain A. Gupta G., Shah R.S. Total calcanectomy: Treatment for non-healing plantar ulcer with chronic osteomyelitis of the calcaneus. *J Clin Orthop Trauma.* 2020. Vol. 11. P. 861-864.
8. Kurvin L.A., Volkering C., Kessler S.B. Calcaneus replacement after total calcanectomy via vascularized pelvis bone. *Foot Ankle Surg.* 2008. Vol. 14. N 4. P. 221-224.
9. Li J., Wang Z., Guo Z., Yang M., Chen G., Pei G. Composite biological reconstruction following total calcanectomy of primary calcaneal tumors. *J. Surg. Oncol.* 2012. Vol. 105. N 7. P. 673-678.
10. Lykoudis E.G., Gantsos A., Dimou A.O. Complex calcaneal defect reconstruction with osteotomized free fibula-flexor hallucis longus osteomuscular flap. *Microsurgery.* 2013. Vol. 33. N 1. P. 63-68.
11. Мицкевич В.А., Арсеньев А.О. Подиатрия. 3-е изд. М.: Лаборатория знаний, 2020. 140 с.