

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОДОШВЕННОЙ ОБЛАСТИ СТОПЫ КАК ДОНОРСКОЙ ЗОНЫ В РЕКОНСТРУКТИВНО-ПЛАСТИЧЕСКОЙ ХИРУРГИИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ (КЛИНИКО-АНАТОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

И.В. Шведовченко, Н.Ф. Фомин*, А.М. Аристов

*ФГУ «Санкт-Петербургский научно-практический центр медико-социальной экспертизы, протезирования и реабилитации инвалидов им. Г.А. Альбрехта Росздрава»,
ген. директор – д.м.н. проф. И.В. Шведовченко*

**Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова,
начальник – генерал-майор медицинской службы, д.м.н. профессор А.Б. Белевитин.*

The integrated clinical-anatomic research was performed on 52 specimens of lower extremities, and by the retrospective analysis of the technique of 39 reconstructive operations and in the surgical treatment of 21 patients with foot defects. It was established the peculiarities of the blood supply of integumentary tissues of the plantar region and the muscles and bones in respect to forming axial flaps. It was proposed the united clinical-anatomic classification of plantar flaps and the indications for using their variants were formulated.

Выполнено комплексное клинико-анатомическое исследование на препаратах 52 нижних конечностей человека, а также ретроспективный анализ показаний и техники 39 реконструктивно-пластических операций с использованием подошвенного комплекса тканей при хирургическом лечении 21 больного с дефектами стоп. Были установлены особенности кровоснабжения покровных тканей подошвенной области, мышц и костей стопы применительно к формированию на их основе осевых лоскутов. Предложена единая клинико-анатомическая классификация осевых подошвенных лоскутов, сформулированы показания к использованию их различных вариантов.

Введение

К стопе в целом, и особенно к ее подошвенной поверхности, как важнейшему элементу системы опоры и передвижения человека в процессе жизнедеятельности, предъявляются высокие требования. Значительная частота повреждений стопы в структуре всех травм скелета [4], частая встречаемость язвенных дефектов различного генеза [3, 8], пороки и болезни ее культей [1, 7, 9] делают актуальными разработку новых и совершенствование имеющихся способов реконструктивно-пластических операций на данном сегменте нижней конечности. Для этого требуется дополнительное изучение микрохирургической анатомии подошвенной области, т.к. в настоящее время стопа изучена в основном применительно к формированию тыльных либо медиальных подошвенных лоскутов, а также осевых на латеральной пяточной артерии [2, 6, 10, 11, 12, 13, 14].

Цель работы – клинико-анатомическое обоснование вариантов пластических операций с использованием лоскутов с осевым типом кровоснабжения на основе подошвенного комплекса тканей стопы.

Материал и методы

Анатомическая часть работы выполнена на кафедре оперативной хирургии с топографической анатомией Военно-медицинской академии (начальник кафедры – д.м.н. профессор Н.Ф. Фомин). Она включала прикладные топографо-анатомические исследования, осуществленные по традиционной схеме для изучения донорских областей [5], Материалом послужили 52 нижние конечности, взятые у 26 трупов людей, умерших в возрасте от 20 до 72 лет от травм и заболеваний, не связанных с заболеваниями перифе-

рических сосудов. Инъекцию нефиксированных конечностей производили через подколенную артерию застывающей рентгеноконтрастной массой на основе синтетического латекса с добавлением оксида свинца. Затем осуществляли рентгенографию и прецизионное препарирование с морфометрией.

Для анализа основных вариантов клинического использования осевых лоскутов из тканей подошвенного комплекса стопы ретроспективно изучены показания и техника 39 реконструктивно-пластических операций, выполненных в Санкт-Петербургском научно-практическом центре медико-социальной экспертизы, протезирования и реабилитации инвалидов им. Г.А. Альбрехта в период с 1990 по 2000 гг. Комплекс полученных данных был реализован при лечении 21 больного с дефектами стоп в возрасте от 2 до 58 лет в период с 2004 по 2006 гг.

Результаты и обсуждение

Основные кожные сосуды отходят от обеих подошвенных артерий в одноименных бороздах. Медиальная подошвенная артерия (МПА), имеющая средний диаметр $2,38 \pm 0,07$ мм, отдает 5 – 8 кожных ветвей диаметром 0,5 – 1,5 ($1,01 \pm 0,02$) мм. Латеральная подошвенная артерия (ЛПА) со средним диаметром $2,88 \pm 0,10$ мм отдает сразу после начала 1 – 2 пяточные ветви ($1,61 \pm 0,15$ мм), а также от 6 до 9 кожных ветвей диаметром 0,3 – 1,8 ($1,77 \pm 0,10$) мм. В области наружного и внутреннего краев стопы располагаются зоны смешанного кровоснабжения из систем подошвенных артерий и сосудов тыла стопы (рис. 1, 2).

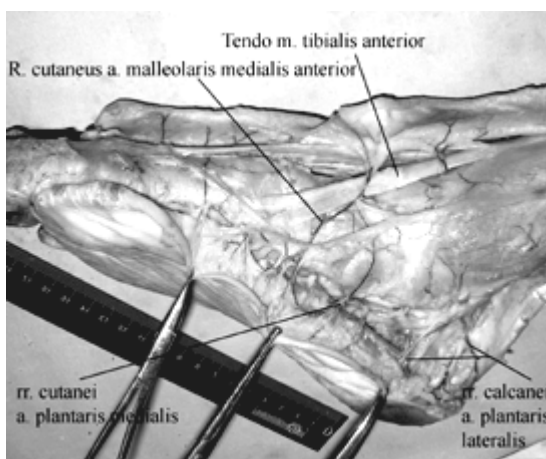


Рис. 1. Кровоснабжение покровов внутреннего края стопы из сосудистой системы тыла. Артериальное русло инъецировано застывающей рентгеноконтрастной массой на основе синтетического латекса.

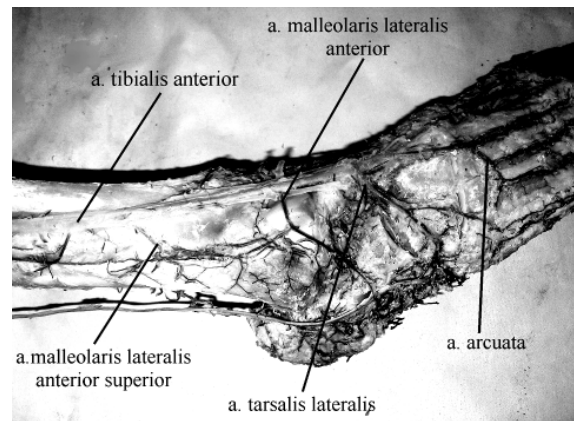


Рис. 2. Кровоснабжение наружного края стопы из артерий тыла. Артериальное русло инъецировано застывающей рентгеноконтрастной массой на основе синтетического латекса. Кожа с клетчаткой и мышцы удалены.

Указанные особенности являются анатомической основой для включения тканей тыла стопы в состав подошвенных лоскутов и, наоборот, выделения покровов подошвы на ветвях передней большеберцовой артерии. Для медиального края стопы предполагаемой сосудистой ножкой может являться передняя внутренняя лодыжковая артерия, встретившаяся в 100% наблюдений и имеющая диаметр $1,58 \pm 0,11$ мм. В 42% наблюдений она анастомозировала с верхней передней внутренней лодыжковой артерией, отходящей от передней большеберцовой на 5 – 6 см проксимальнее щели голеностопного сустава. Для наружного края стопы таковыми могут являться передняя наружная лодыжковая артерия со средним диаметром $1,61 \pm 0,12$ мм, встретившаяся в 84,8% наблюдений, а также наружная предплюсневая артерия диаметром $1,99 \pm 0,12$ мм, представленная на 93,9% препаратов.

Нами были изучены особенности органного кровоснабжения мышц подошвы, поверхностное расположение которых позволяет выделять их в качестве осевых лоскутов с минимальной травматизацией донорской зоны. Это – мышца, отводящая большой палец стопы (МОБС), короткий сгибатель пальцев стопы (КСПС) и мышца, отводящая мизинец стопы (МОМС).

Все указанные мышцы имели несколько источников кровоснабжения в виде основных и добавочных сосудистых ворот. Только у КСПС, питающейся от обеих подошвенных артерий, сосудистые ворота были равнозначны. Установлено, что наиболее крупные ветви входят в область начала мышечного брюшка КСПС. От МПА отходят 4 – 7 ветвей диаметром 0,3 – 1,8 мм в проекции одноименной подошвенной борозды, расположенной от уровня границы зад-

ней и средней третей линии, соединяющей нижнюю точку пяточного бугра и вершину медиальной лодыжки до уровня клиновидных костей. Мышечные ветви ЛПА идут в проекции одноименной подошвенной борозды от пяточного бугра до основания V плюсневой кости. Их количество варьирует от 4 до 9, а диаметр составляет 0,3 – 1,4 мм (рис. 3).

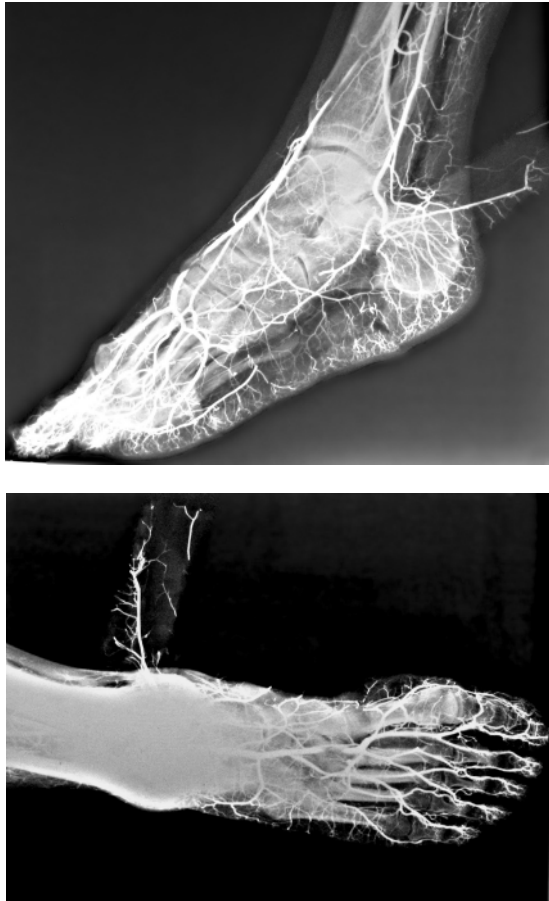


Рис. 3. Рентгенограмма препарата стопы с предварительно инъецированной рентгенконтрастной массой артериальным руслом. Выделен лоскут короткого сгибателя пальцев на латеральной подошвенной артерии.

Существует также глубокая ветвь ЛПА диаметром 1,5 – 2,5 мм. В задней трети длины мышечного брюшка подходят постоянные ветвь от медиального и, с противоположного края, ветвь латерального подошвенного нерва.

Длина лоскута КСПС составила от 7,3 до 8,0 см ($7,62 \pm 0,47$ см), а объем без подошвенного апоневроза – 19 – 21 см³ ($19,8 \pm 5,5$ см³). Длина сосудистой ножки в проксимальном варианте варьировала от 0,8 до 1,3 см ($0,64 \pm 0,02$ см) (при пересечении пяточных ветвей ЛПА и пяточной ветви ЗБА).

Мышца, отводящая большой палец стопы, проецируется по линии, соединяющей пяточный бугор и медиальную поверхность I плюсне-фалангового сустава. Основные органные артерии и вены входят в области ее пяточного конца. Сосудистые ворота располагаются в пределах зоны, которая начинается от границы задней и средней третей линии, соединяющей нижнюю точку пяточного бугра и вершину медиальной лодыжки (проекция бифуркации задней большеберцовой артерии), до ладьевидной кости. Это ветви МПА диаметром 0,8 – 1,2 мм. Поверхностная ветвь данной артерии также отдает к мышце 2 – 3 сосуда диаметром 0,3 – 0,8 мм. От начального отдела ЛПА к МОБС постоянно отходят 1 – 3 ветви диаметром от 0,8 до 1,8 мм. В 24% наблюдений встретились ветвь к мышце диаметром 1,0 – 1,2 мм, начинающаяся от самого терминального отдела ЗБА. На границе задней и средней третей длины мышцы в нее входит ветвь медиального подошвенного нерва. В среднем и переднем отделах к МОБС подходят в различной степени выраженные ветви от передней большеберцовой и тыльной артерий стопы. На изученных препаратах они входили в мышцу в проекции I предплюсне-плюсневых суставов. Наиболее крупной и постоянной из них была передняя медиальная лодыжковая артерия (рис. 4).

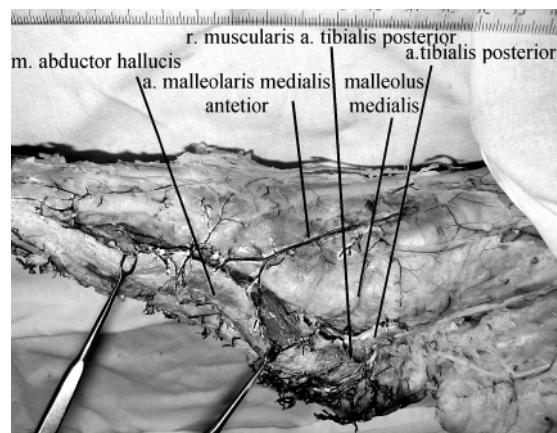


Рис. 4. Кровоснабжение мышцы, отводящей большой палец стопы, из передней внутренней лодыжковой артерии.

Длина лоскута МОБС составила от 9 до 11 см ($10 \pm 4,7$ см), его объем – в пределах 14 – 16 см³ ($15 \pm 4,6$ см³). Длина сосудистой ножки в проксимальном варианте (от места вхождения первой мышечной ветви МПА до бифуркации задней большеберцовой) – 0,5 – 0,8 см ($0,64 \pm 0,1$).

Дуга ротации этого лоскута позволяет перекрыть зону от всей пяточной области до нижней трети голени. Представляется также возможным

его формирование на дистальной сосудистой ножке. Наличие анастомозов между подошвенными артериями в переднем отделе стопы обеспечивает адекватный кровоток лоскута. В данном случае дуга ротации позволяет закрыть дефект переднего отдела подошвы и наружного края стопы.

Мышца, отводящая мизинец стопы, по нашим данным, получает постоянные ветви к своей медиальной поверхности от проходящей здесь в одноименной борозде ЛПА, отдающей 4 – 8 ветвей диаметром 0,6 – 1,6 мм (рис. 5). Органные сосуды расположены на участке от пяточного бугра до основания V плюсневой кости по линии, соединяющей середину ширины пятки с четвертым межплюсневым промежутком.

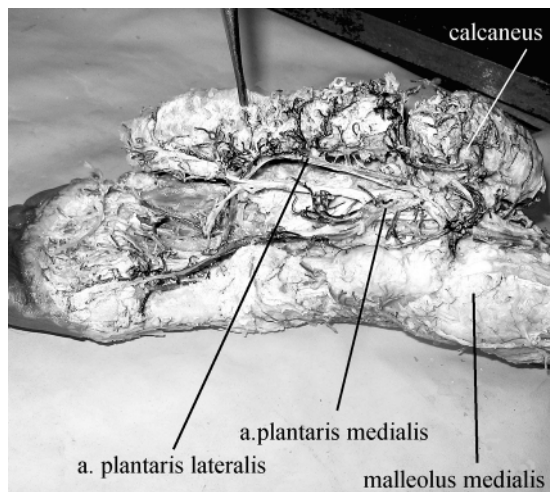


Рис. 5. Препарат стопы с лоскутом мышцы, отводящей мизинец, выделенным на ЛПА.

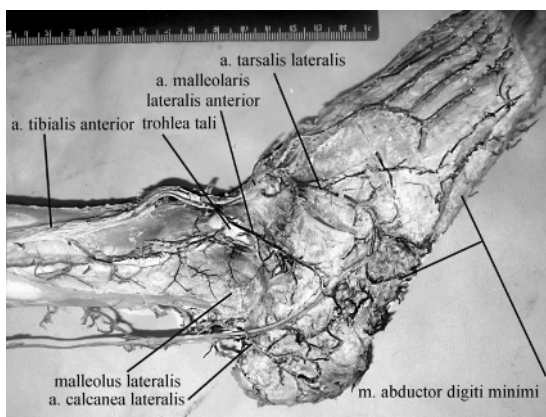


Рис. 6. Кровоснабжение мышцы, отводящей мизинец стопы, из артерий тыла. Артериальное русло инъецировано застывающей массой, кожные покровы и мышцы удалены.

Из сосудистой системы тыла к наружной поверхности МОМС подходят ветви латеральной пяточной

ной $1,68 \pm 0,08$ мм (100%) и передней латеральной лодыжковой артерий диаметром $1,61 \pm 0,12$ мм (84,8% наблюдений) (рис. 6).

Длина мышцы составила в наших наблюдениях 8,5 – 10 см ($9,2 \pm 3,2$ см), а объем – от 14 до 16 см³ ($15 \pm 5,85$ см³). Длина сосудистой ножки лоскута в проксимальном варианте составила 1,0 – 1,5 см ($1,27 \pm 0,28$ см). На основании полученных анатомических сведений представляется возможным выделять МОМС как на основном сосудистом пучке – ЛПА, так и на добавочной сосудистой ножке – латеральной пяточной либо передней латеральной лодыжковой артерии. Данный лоскут представляется предпочтительным для пластики наружного отдела пяточной области.

Для изучения основных видов осевых подошвенных лоскутов, используемых в клинической практике, был осуществлен ретроспективный анализ 39 реконструктивно-пластических операций, выполненных в СПбНЦЭР им. Альбрехта в период с 1990 по 2000 гг. Распределение видов вмешательств представлено на рис 7.

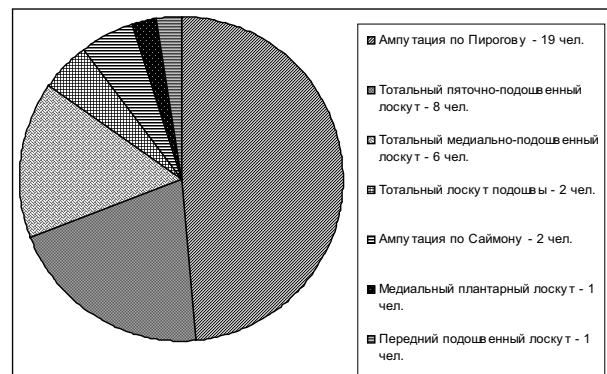


Рис. 7. Распределение различных вариантов подошвенных лоскутов среди 39 больных, оперированных в период с 1990 по 2000 гг. в СПбНЦЭР им. Альбрехта.

Реконструктивные операции с использованием подошвенного комплекса тканей можно разделить на две принципиально различные группы: ампутации с формированием опороспособной культи нижней конечности и органосохраняющая пластика дефектов стопы и области голеностопного сустава.

Подавляющее количество операций (38 из 39) относились к первой группе и являлись усечениями нижних конечностей с использованием различных вариантов тотальных лоскутов подошвенной области стопы. Тотальный пяточно-подошвенный лоскут использовали в 76,3% всех ампутаций (29 операций), причем в 8 случаях – как островковый на сосудисто-нервном пучке, а в 19 наблюдениях – в виде костно-пластической ампутации по Пирогову; у 2 больных была выполнена ампутация по Сайму.

Комплекс сведений, полученных путем изучения клинического и анатомического материала, позволил предложить единую клинко-анатомическую классификацию осевых лоскутов, сформированных из подошвенного комплекса тканей стопы. В ее основу положен тканевой состав лоскута и локализация донорского участка подошвенной области.

I. Тотальные лоскуты подошвы.

1. Тотальный лоскут подошвы.
2. Пяточно-подошвенный лоскут:
 - а) с фрагментом кости;
 - б) без включения костной ткани.
3. Тотальный медиально-подошвенный лоскут:
 - а) с фрагментом кости;
 - б) без включения костной ткани.

II. Передний подошвенный лоскут на тыльной артерии стопы.

III. Подошвенные кожно-фасциальные лоскуты.

1. Медиальный плантарный лоскут:
 - а) на медиальной подошвенной артерии;
 - с включением фрагмента предплюсневых костей.
 - б) на кожных ветвях медиальной подошвенной артерии:
 - на поверхностной кожной ветви;
 - на перфорантных ветвях в области меж-

мышечной перегородки.

2. На латеральной подошвенной артерии.

IV. Подошвенные кожно-мышечные лоскуты.

1. Медиальный плантарный лоскут с включением МОБС.

2. Медиальный плантарный лоскут с включением КСПС:

- а) на медиальной подошвенной артерии;
- б) на основе латеральной подошвенной артерии.

V. Подошвенные мышечные лоскуты.

1. Лоскут мышцы, отводящей большой палец стопы:

- а) на медиальной подошвенной артерии;
- б) на передней внутренней лодыжковой артерии.

2. Лоскут короткого сгибателя пальцев стопы:

- а) на медиальной подошвенной артерии;
- б) на латеральной подошвенной артерии.

3. Лоскут мышцы, отводящей мизинец стопы:

- а) на латеральной подошвенной артерии;
- б) на латеральной лодыжковой или латеральной предплюсневой артериях.

VI. Наружный пяточный лоскут.

1. Кожно-фасциальный.
2. Кожно-надкостнично-костный.



а



б



в



г

Рис. 8. Ампутация стопы у пациента 8 лет при врожденном недоразвитии нижней конечности с использованием тотального лоскута подошвы: а, б — границы формируемого лоскута; в — этап выделения тотального лоскута подошвы; г — сформированная культя голени.

Предложенная классификация и полученные анатомические сведения были использованы при хирургическом лечении 21 больного с дефектами тканей стопы.

Тотальный лоскут подошвы был выделен при ампутациях у 11 пациентов с врожденным недоразвитием нижних конечностей. В зависимости от клинической задачи, исходя из представления об анатомически подтвержденных зонах смешанного кровоснабжения, в состав формируемого подошвенного лоскута включали ткани тыла стопы до уровня голеностопного сустава (рис. 8).

Тотальный пяточно-подошвенный лоскут при ампутации стопы мы сформировали у двух пациентов с остеомиелитом и язвами торца культи по Шопару.

Тотальный медиально-подошвенный лоскут выделялся при ампутациях у 4 пациентов с остеомиелитическими язвами пяточной области культи стоп по Лисфранку и у одного больного с остеомиелитом пяточной кости и гнойным подтаранным артритом.

Во всех случаях осевые лоскуты формировали на заднем большеберцовом сосудисто-нервном пучке. Осложнений в данной группе пациентов не было.

Наружный пяточный лоскут в ротационном варианте был применен у одной пациентки для пластики дефекта области ахиллова сухожилия, возникшего после шва последнего.

Медиальный плантарный лоскут в кожно-фасциальном варианте нами был использован у 3 пациентов при лечении язвенной формы остеомиелита пяточных костей. У одного больного через год возник рецидив остеомиелитического процесса, потребовавший повторного хирургического вмешательства. Это является аргументом к необходимости включения в состав медиального плантарного лоскута мышцы, отводящей большой палец стопы, получающей основное артериальное питание от ветвей МПА, проходящих в медиальной межмышечной перегородке.

Выводы

1. Подошвенный комплекс тканей – это совокупность различных тканей подошвенной области стопы, объединенных топографией и общей системой кровоснабжения, в пределах которой возможно формирование различных по тканевому составу, осевых лоскутов для пластики дефектов опорных поверхностей человеческого тела.

2. В состав подошвенных лоскутов возможно включение покровных тканей тыла стопы до уровня голеностопного сустава за счет наличия зон смешанного кровоснабжения.

3. Мышца, отводящая большой палец, короткий сгибатель пальцев и мышца, отводящая мизинец могут использоваться как кровоснабжаемые аутоотрансплантаты на проксимальной либо дистальной сосудистых ножках для пластики дефектов стопы и голеностопного сустава.

4. За счет существования анатомически подтвержденных зон смежного кровоснабжения ткани подо-

швенной области могут выделяться на дистальных ветвях передней большеберцовой артерии.

5. В зависимости от количественного и качественного составов тканей, включаемых в лоскут, можно выделить 6 основных типов аутоотрансплантатов из подошвенного комплекса тканей. Предложенная клиничко-анатомическая классификация аутоотрансплантатов на основе подошвенного комплекса тканей стопы позволяет выбрать оптимальный вариант лоскута в зависимости от конкретной клинической задачи и локализации дефекта.

Литература

1. Волинец, И.П. Клиничко-функциональная характеристика культи стоп в аспекте экспертизы трудоспособности : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Волинец И.П. — Минск, 1993. — 20 с.
2. Ильчишин, В.А. Анатомо-клинические обоснования аутопластики осевыми сложными кожными лоскутами со стопы : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Ильчишин В.А. — Киев, 1997. — 22 с.
3. Карташев, И.П. Оперативное лечение хронических язв нижних конечностей : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Карташев И.П. — Л., 1981. — 23 с.
4. Корышков, Н.А. Травма стопы / Н.А. Корышков. — Ярославль ; Рыбинск : Рыбинский дом печати, 2006 — 208 с.
5. Кочиш, А.Ю. Принципы изучения донорских областей для микрохирургической аутоотрансплантации комплексов тканей / А.Ю. Кочиш, В.Д. Пинчук // Проблемы микрохирургии : тез. III Всесоюз. симпозиума по микрохирургии. — Саратов, 1989. — С. 67–68.
6. Кочиш, А.Ю. Анатомо-клинические обоснования пластики осевыми кожными лоскутами на нижней конечности : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Кочиш А.Ю. — СПб., 1998. — 27 с.
7. Кудрявцев, В.А. Ампутации в пределах стопы / В.А. Кудрявцев // Руководство по протезированию и ортезированию / под ред. А.Н. Кейера, А.В. Рожкова. — СПб., 1999. — С. 125–129.
8. Никитин, Г.Д. Пластическая хирургия хронических и нейротрофических язв / Г.Д. Никитин [и др.] — СПб., 2001. — 192 с.
9. Рожков, А.В. Анализ результатов протезирования инвалидов после ампутации конечностей, освидетельствованных в медико-социальных экспертных комиссиях г. Санкт-Петербурга в 2000 г. / А.В. Рожков, А.В. Абросимов, О.Н. Горчанинов // Вестн. гильдии протезистов-ортопедов. — 2001. — № 4. — С. 38.
10. Holmes, J. Lateral calcaneal artery island flaps / J. Holmes, C.R.W. Rayner // Brit. J. Plast. Surg. — 1984. — Vol. 37, N 3. — P. 402–405.
11. Ishikawa, K. Distally based dorsalis pedis island flap for coverage of the distal portion of the foot / K. Ishikawa, N. Isshiki, S. Suzuki, S. Shimamura // Brit. J. Plast. Surg. — 1987. — Vol. 40, N 5. — P. 521–525.
12. Koshima, I. Medial plantar perforator flaps with supermicrosurgery / I. Koshima, Y. Nanba, T. Tsutsui, Y. Takahashi // Clin. Plast. Surg. — 2003. — Vol. 30, N 3. — P. 447–455.
13. Masquelet, A.C. The medialis pedis flap: a new fasciocutaneous flap / A.C. Masquelet, M.C. Romana // Plast. Reconstr. Surg. — 1990. — Vol. 85, N 5. — P. 765–772.
14. Mourouqayan, V. Medial plantar artery (instep flap) flap / V. Mourouqayan // Ann. Plast. Surg. — 2006. — Vol. 56, N 2. — P. 160–163.