Министерство здравоохранения Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова"
(ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)

Кафедра госпитальной хирургии №1 имени В.С. Маята ИХ лечебного факультета

«Эндоваскулярные методы при лечении острого тромбоза артерий нижних конечностей»

Учебное пособие

Рекомендовано

Центральным координационным методическим советом

ФГАОУ ВО РНИМУ им.

Н.И. Пирогова Минздрава России

Москва 2025

УДК: 616.137.83/.9-005.26(075.8)

ББК: 54.102я73

I74.3

Составители:
Ш.Р. Джуракулов д-р мед. наук, доц.; А.Н. Северцев д-р мед. наук, проф.; С.В. Михайлусов д-р мед. наук, проф.; А.Г. Кротовский д-р мед. наук, проф.; Крючков Г.И.; М.А.; К.Г.Глебов д-р мед. И.Х. Шукуров канд. мед.наук, ассистент; С.А. Коротких врач РЭДиЛ ;

Рецензенты:

Майтесян Дереник Агванович- кандидат медицинских наук, заведующий отделением сосудистой хирургии ГКБ №15 имени О.М. Филатова, ассистент кафедры госпитальной хирургии №1 имени В.С. Маята ИХ лечебного факультета ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава РФ

Казаков Андрей Юрьевич- доктор медицинских наук, доцент, ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ, кафедра госпитальной хирургии, заведующий кафедры

I74.3 Эндоваскулярные методы при лечении острого артериального тромбоза артерий нижних конечностей: учебное пособие [для студентов медицинских вузов, ординаторов]/ Ш.Р. Джуракулов [и др.]. – М.: РНИМУ им. Н.И. Пирогова, 2025. – С. 47

ISBN 978-5-6056964-6-9

В учебном пособие приведены современные принципы эндоваскулярной тактики при лечении острого артериального тромбоза артерий нижних конечностей. Пособие составлено в соответствии с действующими ФГОС по специальности 31.05.01 «Лечебное дело» и рабочим программам по факультетской хирургии. Предназначено для студентов IV и V подразделений Института хирургии, ординаторов по специальности 31.08.63 «Сердечно-сосудистая хирургия» и 31.08.62 «Рентгенэндоваскулярные методы диагностики и лечения».

ISBN 978-5-6056964-6-9

УДК: 616.137.83/.9-005.26(075.8)

ББК: 54.102я73



ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России

Содержание

Предисловие

Введение…….. 4

Вариантная анатомия магистральных артерий нижних конечностей……. 5

Острая артериальная недостаточность сосудов конечностей…….. 17

Классификация острой ишемии нижних конечностей (ОИНК)..... 21

Методы диагностики острых тромбозов артерий нижних конечностей..... 24

Лечение пациентов с острой ишемией нижних конечностей (ОИНК)…….. 26

Эндоваскулярные методы лечения пациентов с острой ишемией нижних конечностей……. 31

Список сокращений……. 40

Контрольные вопросы по теме…… 41

Тестовые задания…….. . 41

Ответы на тестовые задания……. 45

Литература…… 46

Предисловие

Учебно-методическое пособие посвящено актуальной проблеме современной ангиологии и эндоваскулярной хирургии – острой артериальной недостаточности нижних конечностей. Патология сосудов, ведущая к тяжелым расстройствам кровообращения в органах и тканях, в настоящее время стала основной причиной смертности во многих экономически развитых странах. Цель данного пособия – помочь не только хирургам, но и практическим врачам других специальностей, а также студентами ординаторам медицинских вузов. Данная информация об ангиологии позволит систематизировать современные методы диагностики и лечения болезней̆ сосудов структуризация накопленного нами опыта диагностики и лечения острой ишемии нижних конечностей.

Введение

Острая ишемия конечности является неотложным состоянием, которое вызывает внезапное снижение перфузии конечности, что в свою очередь создает потенциальную угрозу ее жизнеспособности. На сегодняшний день заболевания сердечно-сосудистой системы, к сожалению, продолжают оставаться актуальной проблемой современного здравоохранения в большинстве экономически развитых стран, мира, в том числе и в Российской Федерации. Вместе с тем, число пациентов с острой ишемией конечности в РФ, все же остается значительным. Так, согласно опубликованным отчетам А.В. Покровского, в 2017 году в Российской Федерации было выполнено свыше 8 тысяч операции при острой ишемии нижних конечностей, около 7 тысяч из них по поводу эмболии. Согласно данным регистров таких стран как Швеция и Великобритания частота встречаемости острой ишемии нижних конечностей составляет 3-14 случаев на 100 000 пациентов, и рост заболеваемости коррелирует с возрастом пациентов. По данным эпидемиологического регистра Medicare (США) в период между 1998 и 2009 годами частота случаев госпитализации по поводу острой ишемии нижних конечностей составила 26,0 на 100 000 пациентов. Несмотря на успешное развитие сосудистой хирургии последних десятилетий печальная статистика по острой артериальной непроходимости не имеет существенной тенденции к улучшению. Основными причинами острой ишемии нижних конечностей являются острый тромбоз (43%), артериальная эмболия (57%), летальность при данной патологии достигает 30%, в 25% случаев лечение заканчивается ампутацией конечности и в данном случае летальность достигает 64,5%. Отечественные хирурги Савельев В.С., Покровский А.В., Затевахин И.И. и многие

другие внесли большой вклад в изучение вопросов сосудистой хирургии. Их фундаментальные работы позволили лучше понять этиологию и патогенез заболеваний, приводящих к острой артериальной непроходимости, и на основании этого разработать клиническую классификацию острой ишемии конечностей, а также внедрить в клиническую практику алгоритм лечения пациентов с данной патологией. В основе выбора тактики лечения пациентов с острой тромбоэмболией конечностей лежит клинико-патогенетическая классификация острой ишемии, предложенная Савельевым В.С. и соавторов еще в 1974 г. и дополненная Затевахиным И.И. и соавт., в 2002. Данная классификация является действующей и активно используется в нашей стране сосудистыми и эндоваскулярными хирургами. Несмотря на совершенствование методик лечения и оперативных техник, количество ампутаций и летальность при этой патологии остаются высокими. В настоящее время, лечение ОИНК остаются дискутабельными вопросы своевременной диагностики и методов хирургического лечение современной сосудистой хирургии.

Вариантная анатомия магистральных артерий нижних конечностей

Сосудистая система анатомия человека является одной из наиболее вариабельных. Артерии нижних конечностей являются кровеносными сосудами человеческого организма, по которым артериальная кровь, который прокачивается сердцем, равномерно распределяется по всем внутренним органам и частям тела, включая при этом и нижние конечности.

Анатомически общая подвздошная артерия делится на внутреннюю и наружную.

Бедренная артерия, является непосредственным продолжением наружной подвздошной артерии. Бедренная артерия находится в верхней трети бедра в пределах бедренного треугольника, в средней трети бедра она прикрыта сверху портняжной мышцей, в нижней трети проходит в приводящем канале. Выйдя из проводящего канала, бедренная артерия попадает в подколенную ямку. Бедренная артерия и ее ветви кровоснабжают большую часть бедра, а также всю ногу и стопу. Ветвями бедренной артерии являются: поверхностная надчревная, поверхностная артерия огибающая подвздошную кость, наружная половая артерия, глубокая артерия бедра. От глубокой артерии бедра отходят: латеральная и медиальная артерия, огибающая бедренную.

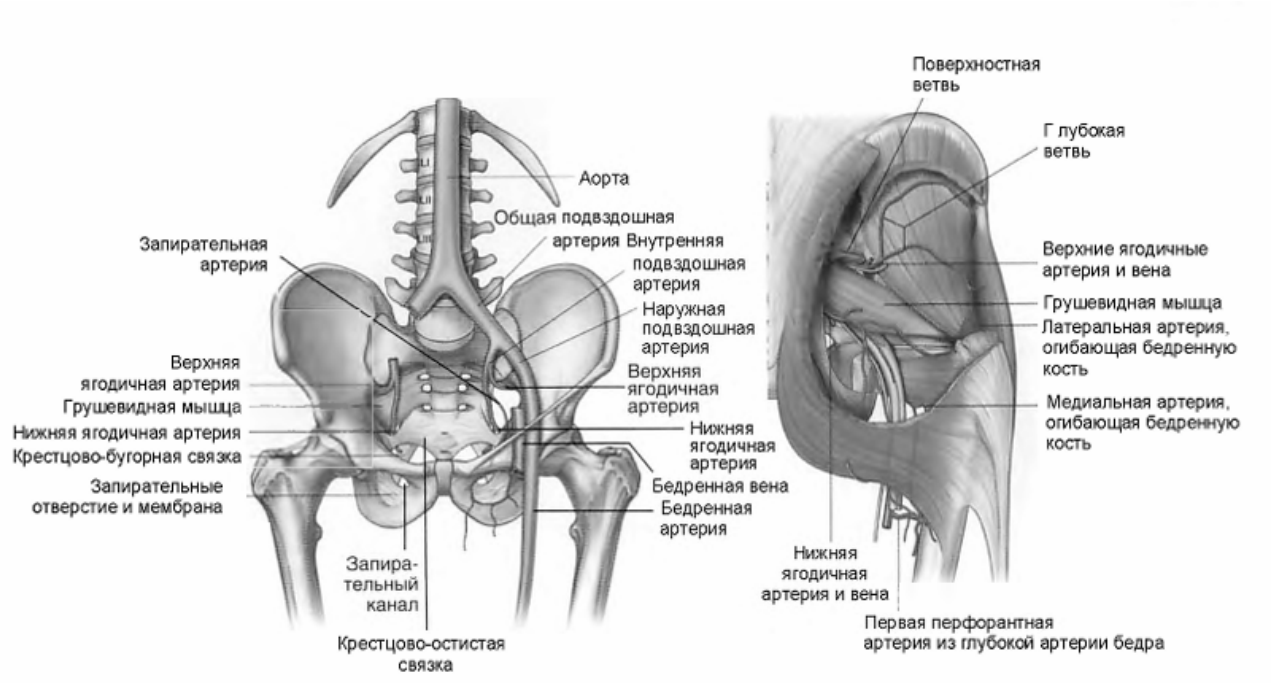


Рис.1. Анатомия артериального русла магистральных артерий нижних конечностей *(из илл. руководства «Ультразвуковая диагностика в ангиологии и сосудистой хирургии, 2018 г., 157 стр., Ст.Хатчинсон, К. Холмс, перевод с англ. под ред. акад. РАН А.И. Кириенко и к.м.н. Д.А. Чурикова).*



Рис. 2 и 3. Бедренная артерия и ее ветви. Положение: (рис 2) передне-заднее, (рис 3) справа налево *(переведено из илл. Руководства «Рентгеновская анатомия сосудистой системы» Д. Лужа, 321 с.)*

1. седалищная кость
2. бедренная кость
3. большеберцовая кость
4. надколенник
5. запирательная а.
6. нижняя ягодичная а.
7. анастомоз (запирательная а. – глубокая а. бедра)
8. лобковая ветвь
9. бедренная артерия
10. поверхностная надчревная а.
11. поверхностная а. огибающая подзвдошную кость
12. наружная половая а
13. передние губные ветви
14. паховые ветви
15. глубокая а. бедра
16. мед.артерия,огибающая бедр. кость
17. восходящая ветвь
18. лат.артерия,огибающая бедр. кость
19. восходящая ветвь
20. нисходящая ветвь
21. прободающие аа.
22. нисходящая коленная а.
23. подкожная ветвь
24. суставные ветви
25. подколенная а.
26. верхние коленные аа.
27. икроножные аа.

Анатомические варианты бедренной артерии

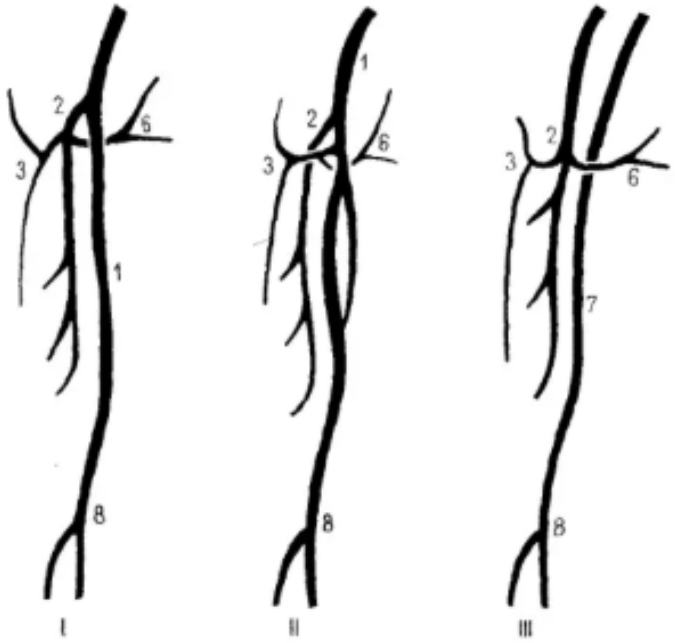


Рис.3. Схема. Анатомические варианты бедренной артерии *(переведено из илл. Руководства «Рентгеновская анатомия сосудистой системы» Д. Лужа, 297 с.)*

I- нормальный вариант. II- образование острова на бедренной артерии (медиальная артерия, огибающая бедренную кость и латерально начинаются сместно от бедренной артерии. III- артерия сопровождающая седалищный нерв (arteria comitans nervi ischiadic)

1. Бедренная артерия
2. Глубокая артерия бедра
3. Латеральная артерия огибающая бедренную кость

Вариантная анатомия глубокой артерии бедра

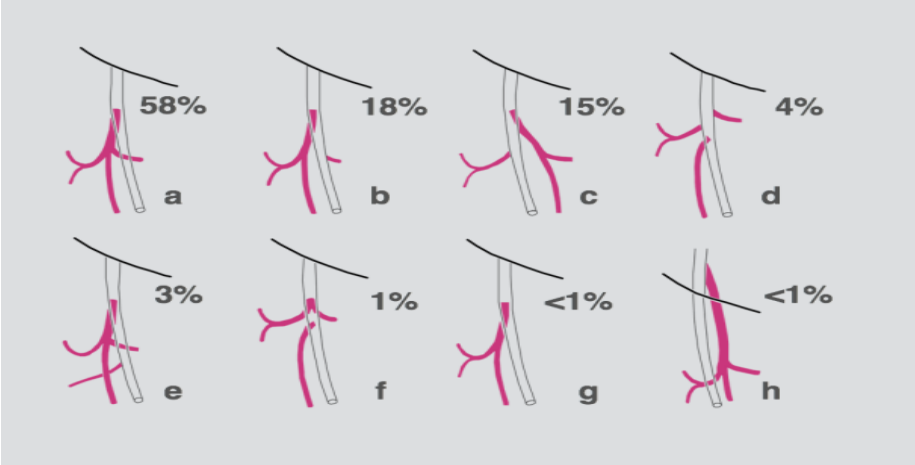


Рис. 4. Варианты анатомического расположения глубокой артерии бедра *(из илл. руководства Lippert H., Pabst R (1985). Arterial variations in man: Classification and frequency)*

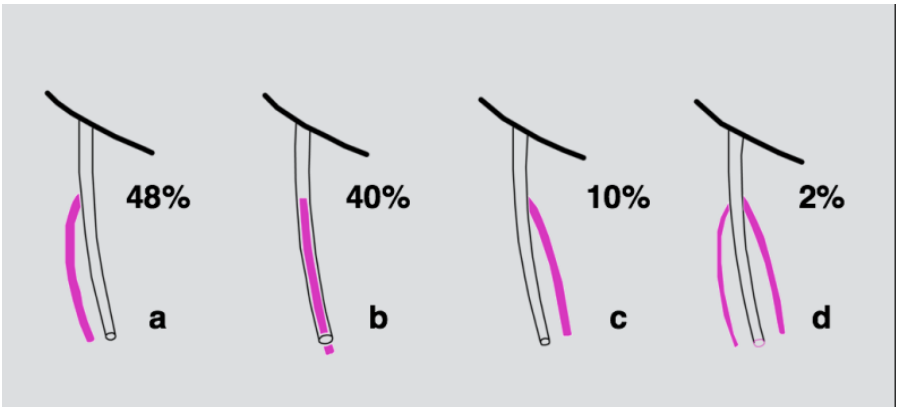


Рис.5. Схема. Вариантная анатомия глубокой артерии бедра относительно поверхностной бедренной артерии *(из илл. руководства Lippert H., Pabst R (1985). Arterial variations in man: Classification and frequency)*

a) глубокая бедренная артерия отходит или дорсолатерально по отношению к поверхностной бедренной артерии

b) глубокая бедренная артерия отходит дорсально по отношению к поверхностной бедренной артерии

c) глубокая бедренная артерия отходит медиально или дорсомедиально по отношению к поверхностной бедренной артерии

d) глубокая бедренная артерия отходит несколькими ветвями медиально и латерально по отношению к поверхностной бедренной артерии

Анатомические варианты ветвления подколенной артерии.

Подколенная артерия, является непосредственным продолжением бедренной артерии, которая пересекает подколенную ямку, разделяясь на переднюю большеберцовую артерию и тибиоперонеальный ствол, который делится на заднюю большеберцовую и малоберцовую артерии. Ветвями подколенной артерии являются: латеральная и медиальная верхние коленные артерии участвуют в образовании суставной сети колена. Латеральная и медиальная нижние коленные артерии, участвуют в образовании суставной сети колена. Средняя коленная артерия участвует в кровоснабжении менисков и связок коленного сустава.

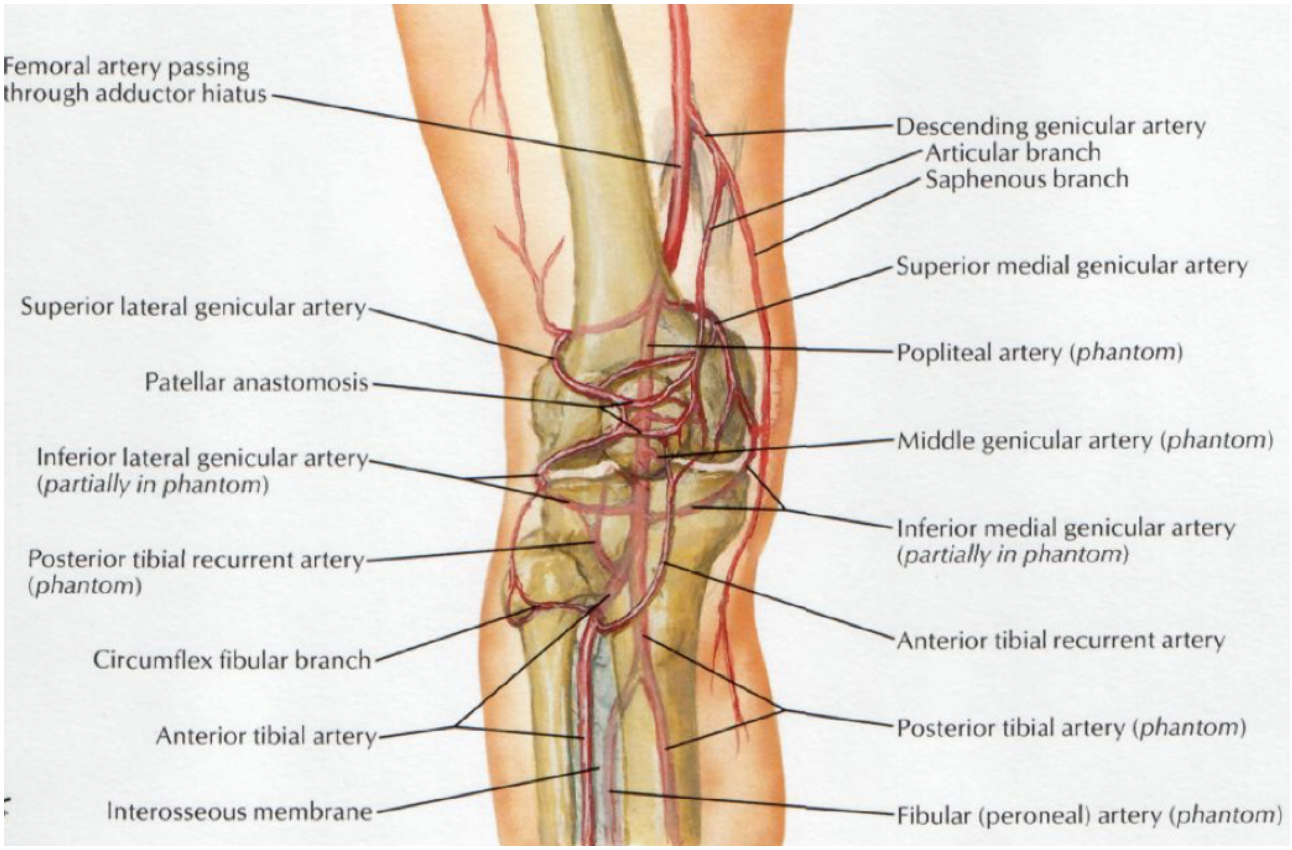


Рис. 6. Анатомия подколенной артерии

(фрагмент рисунка из илл. руководства Atlas of Human Anatomy by Frank H. Netter, 3rd edition, 2003. Arteries of Thigh and Knee: Scheme)

У подколенной артерии выделяются следующие сегменты: сегмент P1 - от межмыщелковой ямки до проксимального края коленной чашечки (считается наиболее подвижной областью, в связи с чем данный участок также называется динамическим); сегмент P2 - от проксимального отдела надколенника до центральной области (от данного участка отходит сосудистая сеть коленного сустава, в связи с чем он также называется коллатеральным); и сегмент P3 от центра коленного сустава до места отхождения передней большеберцовой артерии. Данная классификация была разработана с точки зрения статической анатомии.

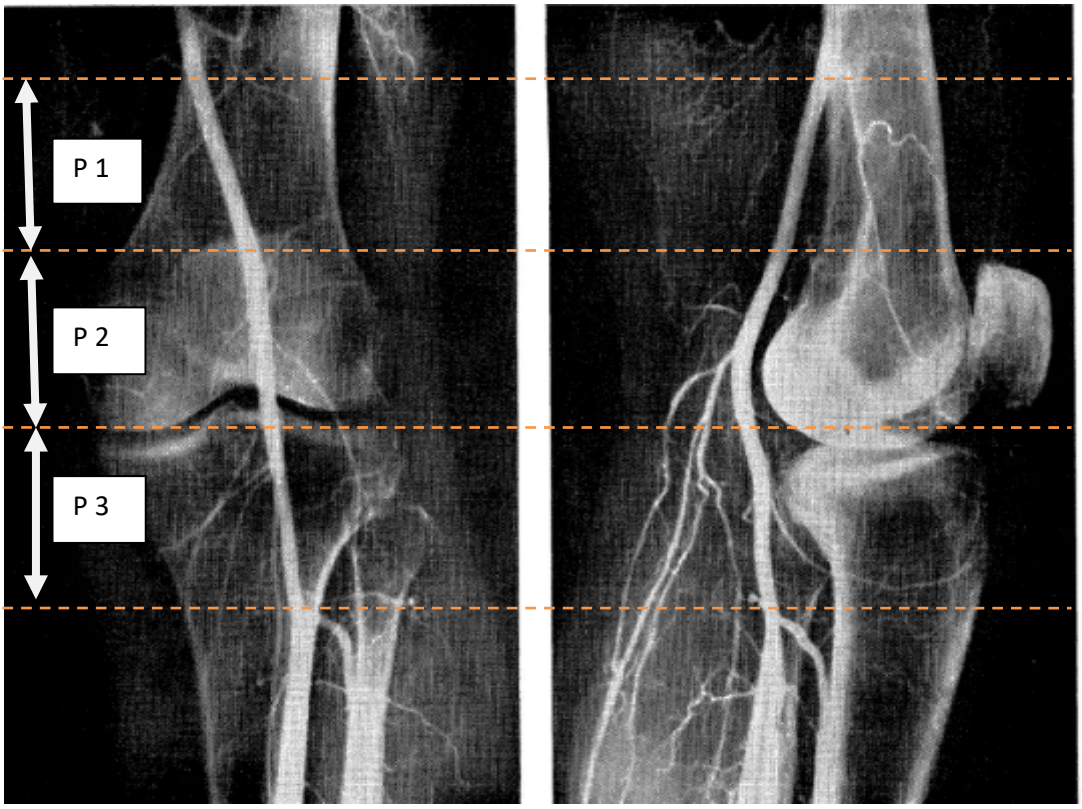


Рис. 7. Рентгеноангиографический снимок подколеннной артерии в двух проекциях: передней и боковой. *(из илл. руководства «Рентгеновская анатомия сосудистой системы» Д. Лужа, 316 с.)*

Артериальное кровоснабжение голени и стопы

При нормальном анатомическом развитии подколенная артерии начинается на уровне коленного сустава и ниже щели коленного сустава превращается тибиоперонеальный ствол (ТПС). Эта артерия имеет важную стратегическую роль при артериальном кровоснабжении голени и стопы. Так как, данная артерия активно участвует в образовании артериальной сети коленной области, который выполняет важную компенсаторную роль артериального кровотока голени и стопы при нарушениях магистрального артериального кровотока.

Наиболее встречаемым вариантом анатомического деления подколенной артерии является тип I A - ниже щели коленного сустава имеется разделение подколенной артерии на переднюю большеберцовую артерию и тибиоперонеальный ствол.

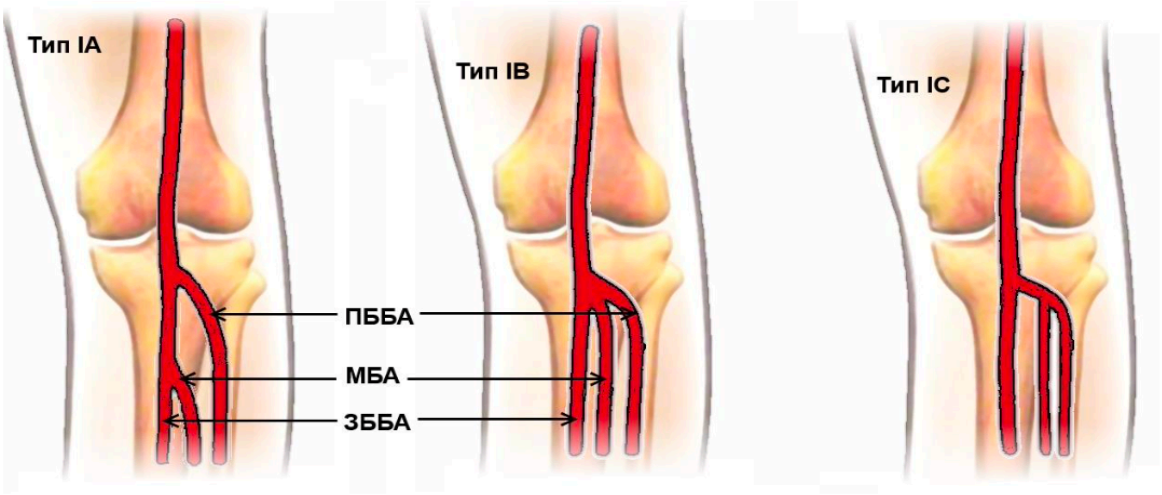


Рис. 8. Типичные варианты деления подколенной артерии: IA тип - классическое отхождение ветвей голени от подколенной артерии. IB тип - одноствольное отхождение всех трех ветвей голени от Р3 сегмента подколенной артерии. IC тип - одноствольное отхождение малой берцовой артерии и передней большеберцовой артерии, тибиоперонеальный ствол отсутствует и непосредственным отхождением подколенной является задняя большеберцовая артерия *(из журнала «Ангиология и сосудистая хирургия. Том 24 №2/2018. С. 147. Эмбриология, анатомия и редкие патологии подколенной артерии: особенности хирургического лечения». М. Р. Кузнецов., И.В. Решетов и др.)*

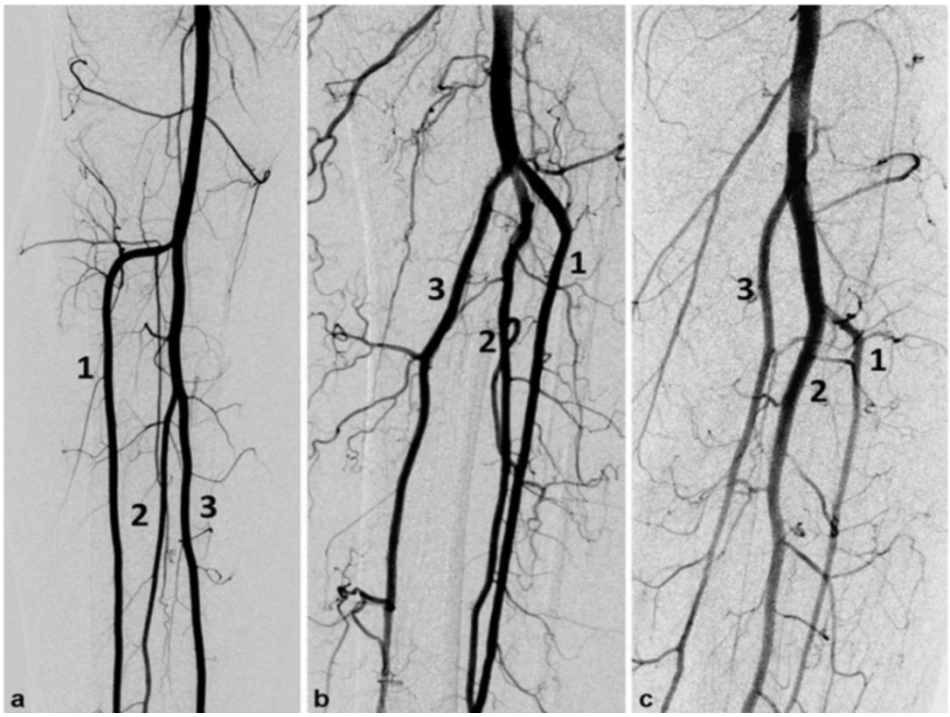


Рис. 9. Цифровая субтракционная ангиография в переднезадней проекции при I типе ветвления подколенной артерии: тип IA (a), тип IB (b), тип IC (c); передняя большеберцовая артерия (1), малоберцовая артерия (2), задняя большеберцовая артерия (3).

Существует вариант высокого отхождения одной из артерий голени – Тип II (Рис. 10) с частотой встречаемости около 3,9% ***(Ангиографическая классификация D.Kim 1989г.)***

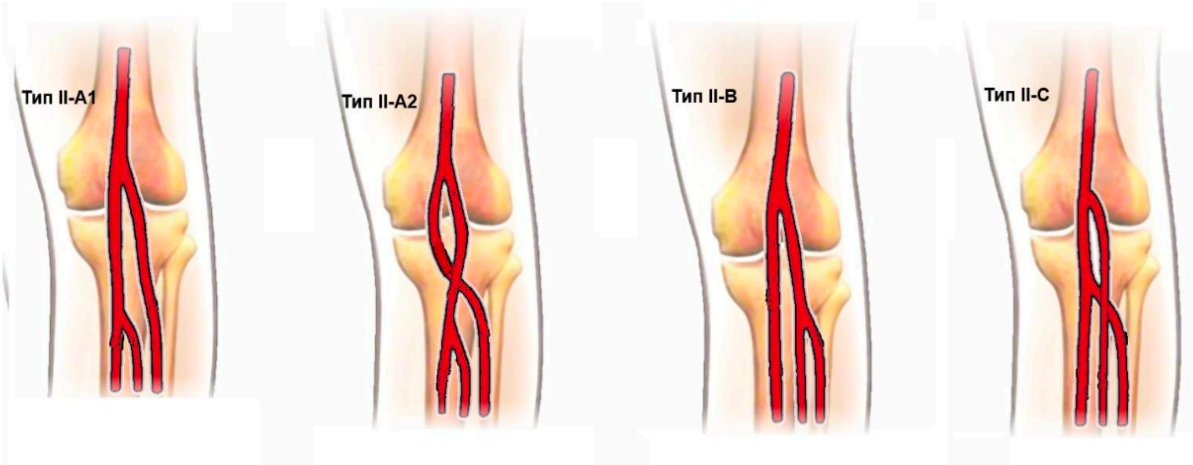


Рис. 10. Варианты деления подколенной артерии II типа *(из журнала «Ангиология и сосудистая хирургия. Том 24 №2/2018. С. 147. Эмбриология, анатомия и редкие патологии подколенной артерии: особенности хирургического лечения». М. Р. Кузнецов., И.В. Решетов и др.)*

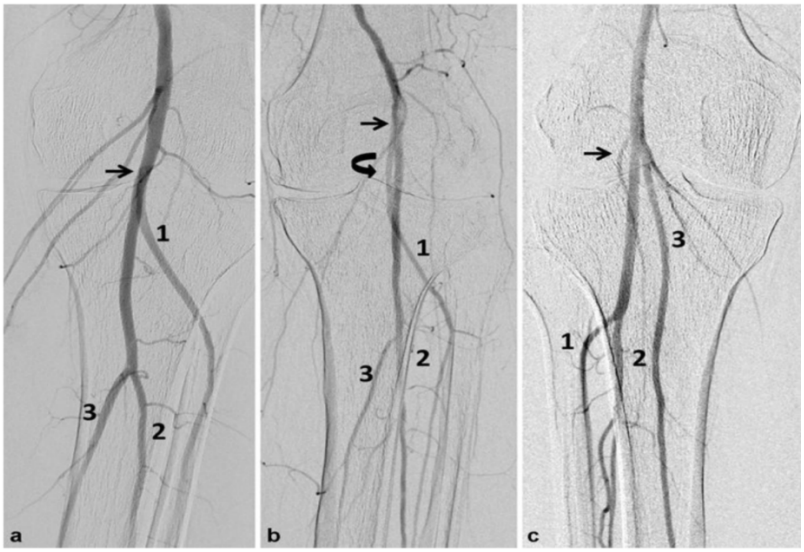


Рис. 11. Цифровая субтракционная ангиография II категории подколенной артерии в переднезадней проекции. Тип II-A1 (a), тип II-A2 (d), тип II-B (c), передняя большеберцовая артерия (1), малоберцовая артерия (2), задняя большеберцовая артерия (3), уровень первого разветвления (прямые стрелки), медиальный ход передней большеберцовой артерии (изогнутая стрелка)

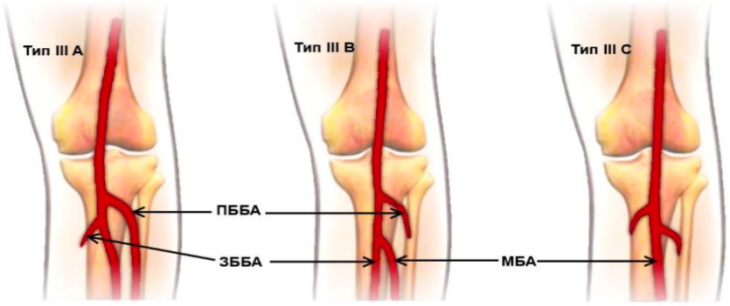
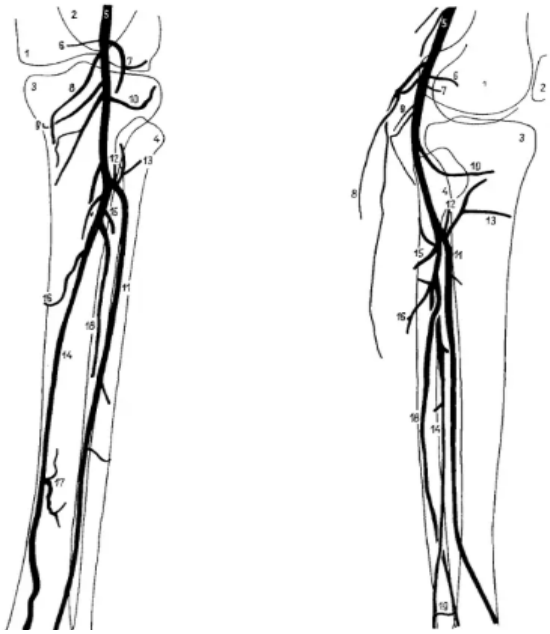


Рис. 12. Варианты деления подколенной артерии III типа. *(из журнала «Ангиология и сосудистая хирургия. Том 24 №2/2018. С. 147. Эмбриология, анатомия и редкие патологии подколенной артерии: особенности хирургического лечения». М. Р. Кузнецов., И.В. Решетов и др.)*

Гипоплазии/аплазии артериальных ветвей - Тип III (Рис.12.) – составляют около 3% анатомического разнообразия, при этом Тип III А - гипо/аплазия ЗББА - определяется более чем в половине случаев - 1,7% ***(Ангиографическая классификация D.Kim 1989г.)***



1. Бедро
2. Надколенник
3. Большеберцовая кость
4. Малоберцовая кость
5. Подколенная артерия
6. Верхняя срединная коленная артерия
7. Верхняя латеральная коленная артерия
8. Икроножные артерии
9. Нижняя срединная коленная артерия
10. Нижняя латеральная коленная артерия
11. Передняя большеберцовая артерия
12. Возвратная задняя берцовая артерия
13. Возвратная передняя берцовая артерия
14. Задняя большеберцовая артерия
15. Ветвь, огибающая берцовую кость
16. Мышечные ветви
17. Артерия, питающая малоберцовую кость
18. Малоберцовая артерия
19. Соединительные ветви

Рис.13. Анатомия артерий голени *(из илл. руководства «Рентгеновская анатомия сосудистой системы» Д. Лужа, 325 с.)*

Имеется несколько вариантов артериального кровообращения в зависимости образования артериальной дуги стопы (рис.14., рис. 15). В связи с этим иногда наблюдается некоторые отклонения от ангиосомного принципа выполнения рентгенэдоваскулярной коррекции артериального кровотока. Встречается несколько вариантов анатомии артериальных сосудов на стопе с развитием артериальной дуги за счет той или иной артерии голени.

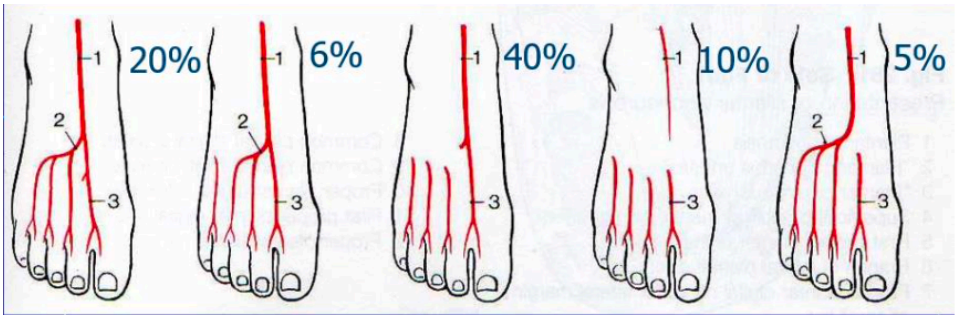


Рис. 14. Анатомические варианты тыльной артерии стопы (по Lippert H., 1969).

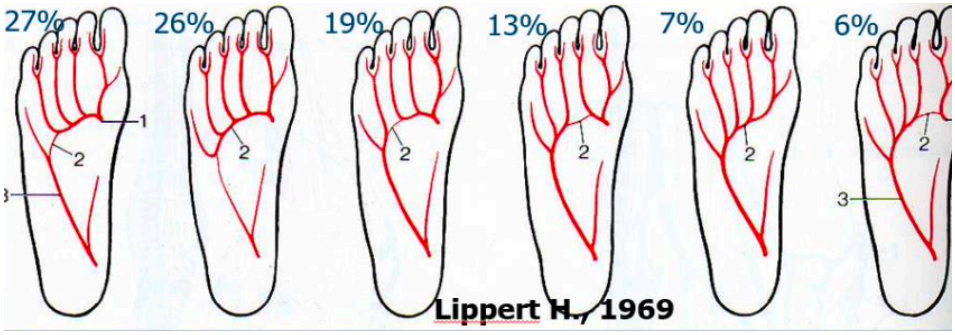


Рис.14. Варианты анатомического строения артериальной дуги на подошвенной поверхности стопы *(по Lippert H., 1969).*

Следует отметить, что в большинстве случаев в образовании артериальной дуги стопы участвует задняя большеберцовая артерия, a. tibialis posterior и компенсированность данной артерии определяет дальнейшую судьбу стопы.

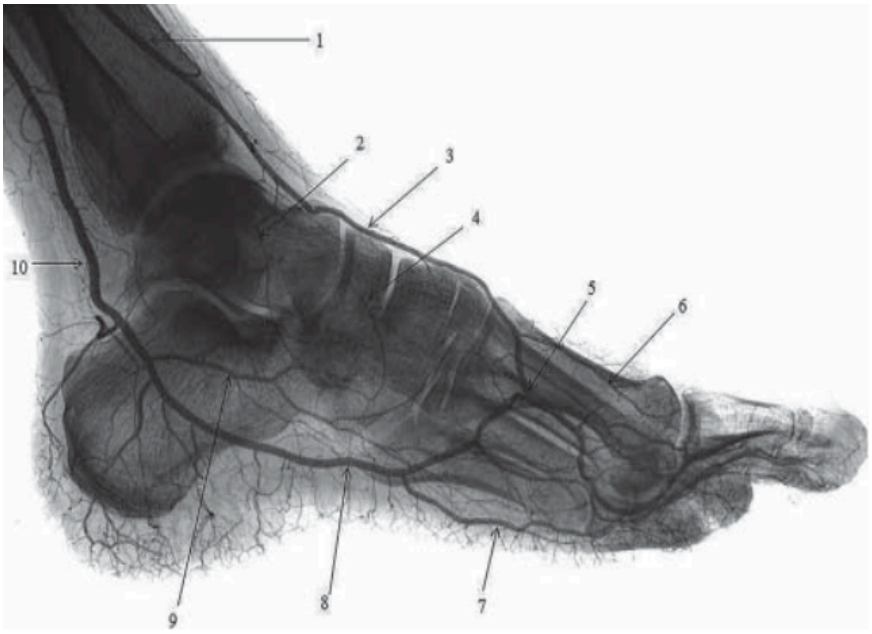
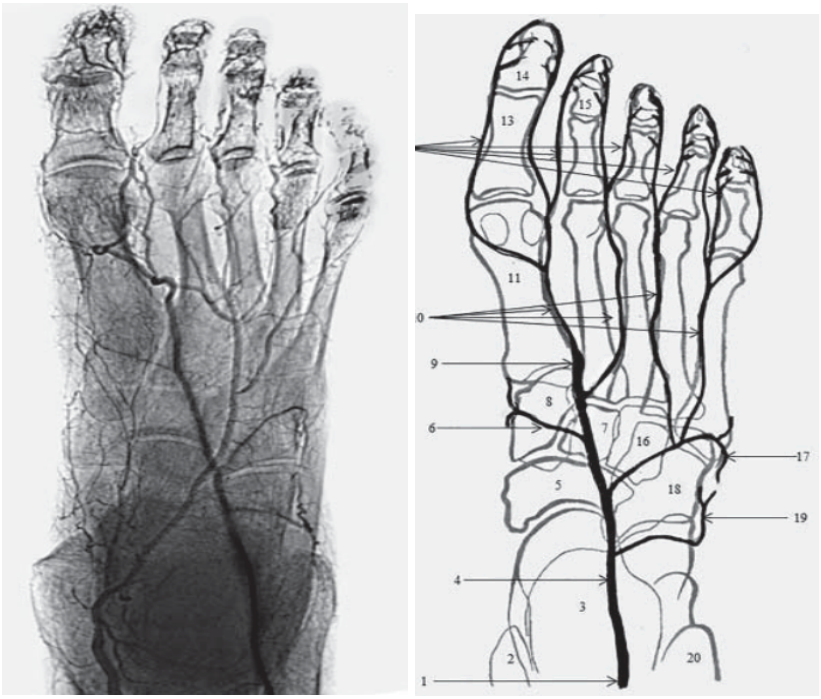


Рис.15. Рентгеноангиографический снимок артерий голени и стопы в боковой проекции. Боковая проекция: 1 – передняя большеберцовая артерия; 2, 4 – латеральная предплюсневая артерия; 3 – тыльная артерия стопы; 5 – глубокая подошвенная ветвь; 6 – тыльная плюсневая артерия; 7 – подошвенная плюсневая артерия; 8 – латеральная подошвенная артерия; 9 – медиальная подошвенная артерия; 10 – задняя большеберцовая артерия. *(из илл. руководства «Рентгеновская анатомия сосудистой системы» Д. Лужа, 328 с)*



(А) (Б)

Рис.16.Тыльная артерия стопы (ТАС): А- Рентгеноангиографический снимок артерий стопы в передней проекции. Б- схема кровоснабжения передней поверхности стопы. *(из илл. руководства «Рентгеновская анатомия сосудистой системы» Д. Лужа, 327 с)*

1 – передняя большеберцовая артерия 2 – медиальная лодыжка 3 – таранная и пяточная кости 4 – тыльная артерия стопы 5 – ладьевидная кость 6 – медиальная предплюсневая артерия 7 – промежуточная клиновидная кость 8 – медиальная клиновидная кость 9 – глубокая подошвенная ветвь 10 – тыльные плюсневые артерии 11 – I плюсневая кость 12 – тыльные пальцевые артерии 13 – проксимальная фаланга I пальца 14 – дистальная фаланга I пальца 15 – средняя фаланга II пальца 16 – латеральная клиновидная кость 17 – дугообразная артерия 18 – кубовидная кость 19 – латеральная предплюсневая артерия 20 – латеральная лодыжка. *(из илл. руководства «Рентгеновская анатомия сосудистой системы» Д. Лужа, 322 с.)*

Angiosome (греч.) - трехмерные сосудистые комплексы (блоки) ткани тела, кровоснабжаемые специфичными артериями и дренируемые специфичными венами.

В последние годы стала набирать популярность ангиосомальнальная теория кровоснабжения тканей, разработанная G.I.Taylor в 1987 г. Им представлена ангиосомная концепция, разделяющая тело человека на трехмерные участки (модели), кровоснабжаемые специфическими артериовенозными пучками. В сосудистой анатомии нижней конечности

выделяют следующие группы ангиосомов стопы (рис.11) медиальный пяточный (medial calacaneal), медиальный и латеральный подошвенные (medialet lateral plantar).



Рис.17. Группы ангиосомов стопы: 1- медиальный пяточный (medial calacaneal) 2- медиальный подошвенный (the medial plantar artery) 3- латеральный подошвенный (the lateral plantar artery) 4- тыльный ангиосом стопы (the dorsalis pedis artery) 5- артериальный латеральный пяточный (the lateral calcaneal artery) 6- ангиосом передней малоберцовой прободающей ветви (the anterior perforating branch artery). *[перевод илл. из журнала Plastic Reconstruction Surgery «Angiosomes of the leg: anatomic study and clinical implications». 1998 Sep;102(3):599-616; discussion 617-8. PMID: 9727424].*

На сегодняшний день остается недостаточно изученными взаимосвязь пораженного атеросклерозом артериального ангиосома с кровоснабжаемым участком стопы, а также особенности некробиотических изменений при окклюзии нескольких ангиосомов. По отчетам зарубежных и отечественных авторов за последние года, касаемые принципов реваскуляризации, как при хронической, так и при острой ишемии конечностей, нарастает тенденция "борьбы" за ангиосомный участок и восстановление артериального притока в ишемизированной зоне.

Знание анатомических вариантов отхождения магистральных артерий нижних конечностей несет прикладное значение в клинической медицине с точки зрения инструментальной диагностики и выбора правильного метода лечения.

Острая артериальная недостаточность сосудов конечностей

Ишемические нарушения, возникающие в результате внезапного прекращения кровотока в магистральной артерии, обозначают термином «острая артериальная непроходимость».

Острая ишемия нижних конечностей (ОИНК) или острая артериальная недостаточность конечностей (ОАНК) – внезапное прекращение кровотока по магистральной артерии вследствие эмболии, тромбоза, спазма или травмы, ведущее к ишемии, гипоксии тканей и гангрене конечности. Острая ишемия конечностей рассматривается, когда продолжительность симптомов составляет менее двух недель.

Этиология

Основные причины ОИНК - тромбозы, эмболии, травма и сосудистый спазм. Как эмболии, так и острые тромбозы нельзя считать самостоятельными болезнями. Среди причин ОИНК наиболее распространенной является острый тромбоз артерии в зоне выполненного шунтирования или стентирования или прогрессирование атеросклероза в аорте и сосудах конечностей. Факторами риска развития ОИНК у пациентов со стабильной хронической ишемией конечностей, связанной с атеросклеротическим процессом, являются предшествующая периферическая реваскуляризация, фибрилляция предсердий (ФП) и более низкий лодыжечно-плечевой индекс (ЛПИ), а также высокая ампутация в анамнезе. Встречается ОИНК после тромбозов артериальных аневризм (обычно подколенной артерии) и расслоений аорты. Более 90% случаев причинами ОИНК являются кардиоэмболии (ИБС, инфаркт миокарда, ФП, атеросклеротические кардиомиопатии, пороки сердца). Вследствие венозных тромбозов при наличии деффектов сердечной перегородки возможны парадоксальные эмболии в артериальное русло. Менее распространенной причиной ОИНК могут стать васкулиты и ангионеврозы, также гиперкоагуляционные состояния, такие как: антифосфолипидный синдром, мутация фактора V Лейдена и дефицит протеина C/S и другие.

Пациенты с ОИНК обычно моложе в сравнении с пациентами с хронической ишемией конечностей. Установление этиологии острой артериальной окклюзии в каждом конкретном случае, является жизненно важной необходимостью. Наиболее частая причина артериальных тромбозов – облитерирующий атеросклероз, при котором отмечаются явные морфологические поражения сосудистой стенки, при которых происходит нарушение ламинарного кровотока, сочетающиеся гиперкоагуляцией и снижением фибринолитической активности. Подобное же совместное действие всех трех факторов наблюдается при отморожениях и других облитерирующих заболеваниях артерий, в основе патогенеза которых лежит триада Вирхова. В период с 2019 по 2023 гг., отмечено резкое возрастание частоты ОИНК в период пандемии COVID-19 (SARS-COV-2).

Таблица 1. Причины развития тромбозов и эмболий

Эмболия	**Тромбоз**
• Аритмия (ФП)	• Атеросклероз (с разрывом бляшки или критическим стенозом)
• Острый инфаркт миокарда • Аневризма ЛЖ	• Ятрогении (центральные и периферические интервенции) • Шунтирование или стентирование сосуда. Эндографтинг.
• Клапанная болезнь сердца (ревматизм, эндокардит, дегенеративные изменения)	• Травма
• Аневризмы (аорты, подвздошных или подколенных артерий). • Разорванная атеросклеротическая бляшка аорты	• Диссекция аорты
• Ятрогении (центральные и периферические интервенции)	• Гиповолемический шок

Патогенез

ОИНК – это целый комплекс патологических процессов от изменений макро- и микрогемодинамики до гипоксии и деструкции тканей.

Патогенез внутрисосудистого тромбообразования был сформирован еще в 1856 г Р. Вирховым, который объединил основные причины возникновения тромбоза в общеизвестную триаду: 1) повреждения сосудистой стенки, 2) изменения состава крови, 3) нарушения тока крови. В настоящее время большинство авторов сходятся во мнении, что практически в каждом случае острого тромбоза имеется сочетание всех трех компонентов классической триады, и в зависимости от конкретных обстоятельств, главная роль отводится тому пли иному фактору. Повреждения эндотелия, приводящие к развитию воспалительных процессов и нарушению баланса между продуцируемыми им факторами, вызывают либо усугубляют течение многих заболеваний.

Эндотелиальная дисфункция – многогранный процесс, одним из ранних проявлений которого является нарушение биодоступности оксида азота (NO) под влиянием таких факторов, как артериальная гипертония, дислипидемия, сахарный диабет. Нарушения функции эндотелия характеризуются уменьшением вазодилатации, провоспалительным состоянием и протромботическими свойствами, что связано с основными сердечно-

сосудистыми заболеваниями, периферических сосудов, сахарным диабетом, хронической почечной недостаточностью.

Основными функциями эндотелия, нарушающимися при его повреждении, являются: 1) Регуляция тонуса сосудов (синтез сосудорасширяющих веществ – оксида азота (NO), простациклина PGI2, брадикинина, эндотелий-продуцируемого гиперполяризующего фактора (EDHF); сосудосуживающих веществ – эндотелина-1, простагландина H2, супероксида аниона, местной продукции ангиотензина II, тромбоксана A2; 2) Регуляция свертываемости крови (образование активаторов и ингибиторов фибринолиза, про- и антитромботических факторов); 3) Регуляция проницаемости стенки сосудов (свободные радикалы, протеинкиназа C); 4) Ремоделирование сосудов за счет тромбоцитарного фактора роста, инсулиноподобного фактора роста, фактора роста фибробластов, трансформирующего фактора роста; 5) Адгезивные свойства стенки сосудов (образование молекул адгезии – ICAMs, VCAMs, E-селектин, P-селектин).

После первичной обструкции кровотока (чаще всего в зонах бифуркации) идет нарастание тромба проксимальнее и дистальнее эмбола. Это ведет к закрытию коллатералей и нарастанию ишемии тканей. Образованный вторичный тромб, как правило возникает в зоне эмболии и в дистальном русле конечности. При фрагментации тромба эмболия в дистальные отделы приводит к усугублению процессов ишемии, распространенным спазмом и обструкцией коллатерального кровотока, а также возможным развитием венозного тромбоза.

После макрогемодинамических процессов развиваются микроциркуляторные нарушения, гипоксия вследствие острого снижения тканевого кровотока и цепь патологических процессов в прогрессии повреждения мембранных структур. Происходит сбой в регуляции трансмембранного клеточного обмена на уровне ионных процессов и далее невозможность осуществлять транспорт белков и других высокоосмолярных структур. Нарушается клеточная проницаемость и развивается субфасциальный отек мышц со значительным сдавлением тканей в фасциальном футляре (компартмент - синдром). Вследствие гипоксии тканей страдает энергетический обмен и активируется анаэробное фосфорилирование, что приводит к ацидозу. Высвобождение калия из клетки способствует гиперкалиемии. Метаболиты свободных жирных кислот (тромбоксан и простогландины) ухудшают коллатеральный кровоток. Развивается перикисное окисление липидов (ПОЛ), их продукты влияют на структуру мембран клеток. Далее происходит нарушение мышечных клеток в межтканевой жидкости. В тканях происходит накопление факторов, способствующих регионарному тромбообразованию, усугубляют ишемию и изменения в тканях становятся

необратимыми. В зависимости от типа течения ишемии после острой окклюзии необратимый мышечный некроз при эмболии наступает в течение 4-6 часов, при тромбозе – в течение 12-24 часов.

Классификация острой ишемии нижних конечностей (ОИНК)

Классификация острых нарушений кровообращения претерпела множество модификаций. На сегодняшний день в большинстве зарубежных клиник применяется классификация острой ишемии конечностей, предложенная Rutherford R.B. и соавт. в 1986 г, и модифицированная в 1993 г. Ишемические расстройства конечности разделены авторами на три основных степени, в зависимости от выраженности клинических проявлений. В России на сегодняшний день принята классификация острой ишемии конечностей, предложенная в 2002 году И.И. Затевахиным с соавт.

Таблица 1. Классификация острой ишемии конечностей (Затевахин И.И., 2002 г.)

Острая ишемия	Степень ишемии		УЗДГ (уровень лодыжки)	
			Артерия	Вена
Не угрожающая	1		Кровоток определяется	Кровоток определяется
Угрожающая	2	А	Кровоток определяется	Кровоток определяется
		Б	Кровоток не определяется	Кровоток определяется
		В	Кровоток не определяется	Кровоток определяется
Необратимая	3	А	Кровоток не определяется	Кровоток не определяется
		Б	Кровоток не определяется	Кровоток не определяется

Классификация построена на клинических признаках. Каждая из степеней ишемии имеет свой основной классифицирующий признак. По мере возрастания степени ишемии появляются новые признаки при сохранении признаков, присущих более низким степеням ишемии.

Таблица 2. Клинические проявления острой ишемии.

Степень ишемии	Клиническая характеристика
Ишемия 1 степени	Появление онемения, боли и (или) парастезий в покое, либо при малейшей физической нагрузке. При стабильном течении, непосредственно, в ближайший период времени неугрожает жизни конечности.
Ишемия 2 степени	Появление двигательных расстройств и объединяет ишемические повреждения, угрожающие жизнеспособности конечности, т.е. Необходимо восстановление кровообращения в конечности, что приводит к регрессу ишемии и восстановлению ее функции. 2 степень ишемии подразделяется на три подгруппы, соответственно тяжести ишемического повреждения.
2А	Парез конечности, активные и пассивные движения сохранены, мышечная сила ослаблена.
2Б	Паралич конечности. Активные движения отсутствуют, пассивные возможны, подвижность суставов сохранена.
2В	Присоединяется субфасциальный отек мышц
Ишемия 3 степени	Финальная стадия ишемических повреждений тканей конечностей и прежде всего мышц, но еще не гаргрена. Ишемия при этом носит необратимый характер. Развитие мышечных контур на разном уровне.
3А	Ограниченные, дистальные контрактуры
3В	Тотальная контрактура конечности. Восстановление магистрального кровотока всегда чревато развитием постишемического синдрома, реваскуляризация конечности при тотальных контрактурах - смертельна. В то же время при ограниченных контрактурах голеностопный сустав, пальцы стопы возможны необратимые повреждение только мышц голени. Восстановление магистрального кровообращения в этих случаях целесообразна, последующая ампутация на более низком уровне или некрэктомия, значительно повышает шансы на выживание таких больных

Клинические рекомендации «Острая ишемия конечностей» *(Утв. Исполнительным советом общероссийской общественной организацией "Ангиологов и сосудистых хирургов"). Год изд. - 2024. - С.167*

Типичная клиническая картина острой ишемии конечностей характеризуется «правилом 6 П» :

-**боль** (pain)
-**отсутствие пульса** (pulselesness)
-**бледность** (pallor)
-**похолодание** (poikilothermia)
-**парестезия** (paresthesia)
-**паралич** (paralysis)



Рис. 18. Клиническая картина ОИНК.

1. Боль. Ишемическая боль при ОИК, как правило, возникает внезапно и является очень сильной, особенно при эмболиях. Боль обычно односторонняя, за исключением тех редких случаев, когда у пациентов может наблюдаться двусторонняя ишемия нижних конечностей.

2. Отсутствие пульса. При пальпации в типичных точках имеется пульс (иногда усиленный) на один артериальный сегмент проксимальнее окклюзии с потерей пульса дистальнее ее уровня. Необходимо отметить, что отсутствие пульсации артерии дистальнее окклюзии является единственным клиническим признаком, позволяющим определить локализацию эмбола или тромба. Пальпаторное определение пульса не всегда может быть надежным, вследствие дополнительного спазма артерий или при субфасциальном отеке.

3. Бледность. Почти во всех случаях выявляется бледность кожных покровов. Впоследствии присоединяется синюшный оттенок, который может превалировать. При тяжелой ишемии отмечается "мраморный рисунок".

4. Похолодание. В связи с интенсивным спазмом сосудов и уменьшением/отсутствием дистального кровотока пораженная конечность будет прохладной на ощупь.

5. Парестезия. Появление неврологических симптомов является признаком ишемии, угрожаемой конечности. Тяжесть симптомов может помочь отличить жизнеспособную конечность от нежизнеспособной и принять решение о сроках и методах реваскуляризации.

6. Паралич. Потеря двигательной функции обычно возникает примерно через 6-8 часов после начала ишемии и, если он тяжелый, указывает на низкую вероятность спасения конечности с помощью срочных вмешательств.

Признаки тяжелой ишемии:

- Субфасциальный отек – очень плотный отек, обычно распространяющийся от стопы до коленного сустава или от кисти до локтевого сустава (конечность в критическом состоянии).
- Мышечная и суставная контрактура - неспособность пациента двигать пальцами ног и выполнить подошвенное сгибание стопы, а также невозможность пассивных движений в суставах (конечность нежизнеспособна).

Методы диагностики острых тромбозов артерий нижних конечностей

ОАНК является неотложным состоянием и необходимо быстро подтвердить диагноз и начать подходящее лечение для предотвращения потери конечности и других тяжелых осложнений. Диагностика ОАНК включает себя:

Сбор анамнеза и жалоб

Физикальный осмотр и локальный статус

Оценка клинической картины включает тщательный осмотр пораженной конечности

- снижение местной температуры, бледность кожи, нарушение чувствительности, болевой

симптом, парезы, параличи – в зависимости от степени ишемии)

Лабораторные методы для оценки состояния органов и систем организма: общие анализы крови и мочи, биохимический анализ крови, коагулограмма. Повышение плазменного уровня креатинфосфокиназы (КФК), миоглобина (МБ), лактатдегидрогеназы (ЛДГ) являются характерными лабораторными признаками острой ишемии конечности 2-3 стадии. По данным Currie с соавт., повышенная концентрация КФК была наиболее сильным предиктором ранней высокой ампутации конечности. Также могут присутствовать лабораторные признаки миоглобинурии, острой почечной недостаточности. Маркерами воспаления у всех пациентов с ОАНК будут: С-реактивный белок, лейкоцитоз. Появление Д-димера в крови может говорить о наличии процесса тромбообразования как венозной, так и артериальной системы, но в рутинной практике при оценке ОАНК не применяется. Оценка показателей коагулограммы: АЧТВ, МНО, ПВ, Фибриноген и др., используется у всех пациентов с нарушением свертывающейся системы при ОАНК и других патологиях, вызывающих тромбоз. В остальном план лабораторной диагностики при ОАНК рекомендуется формировать в соответствии с общими принципами клинической медицины и индивидуальными особенностями пациента.

Инструментальные методы

Исходя из клинических рекомендаций 2024 года, утвержденных обществом ангиологов и сердечно-сосудистых хирургов золотым стандартом инструментальной диагностики в плане

определения необходимости и выбора тактики реваскуляризации является компьютерная томография-ангиография с применением рентгенконтрастного вещества (КТА) в режимах: 2Д, 3Д- реконструкции. КТА считается результативнее цифровой субтракционной ангиографии (ЦСА), потому что она может комбинировать оценку возможной первичной причины ОИК с оценкой выносящего русла в высоком разрешении и предоставлять план мероприятий для составления плана лечения. ЦСА - является инструментальным методом выбора диагностики в случае отсутствия КТ службы на территории стационара, а также интраоперационным пособием при проведении открытой, эндоваскулярной или гибридной хирургии.

В качестве вспомогательных инструментальных методов в диагностике ОАНК используются:

- ультразвуковая допплерография (УЗДГ)

-ультразвуковое дуплексное сканирование (УЗДС);

- магнитно-резонансная ангиография (МРА) с контрастированием.

Ультразвуковое дуплексное сканирование (УЗДС) помогает определить:

- уровень, характер и распространенность окклюзии;

- оценить состояние магистральных артерий, расположенных как проксимально, так и дистально по отношению к тромбу (эмболу).

Преимущества:

- Неинвазивный и безболезненный
- Широко доступный
- Степень стеноза, характер тромба, определение анатомической локализации
- Послеоперационный контроль
- Чувствительность 91 до 94%, специфичность 85 до 99%

Цифровая субтракционная ангиография (ЦСА)

Принимая во внимание инвазивный характер вмешательства при рентгеноконтрастной ангиографии, она в настоящее время заменяется на КТ-, МР- ангиографию, и используется только при эндоваскулярных вмешательствах. Ценность ангиографии заключается в возможности выполнения одномоментных эндоваскулярных чрезкожных вмешательств на артериях или установки катетера для проведения регионарного тромболизиса.

Компьютерная томографическая ангиография (КТА)

Компьютерная томографическая ангиография позволяет получить послойные изображения в поперечной плоскости после компьютерной их реконструкции. В сосудистой

хирургии этот метод дополняется введением контрастного вещества, поскольку онапозволяет определить уровень окклюзии, а также притока и оттока, и может продемонстрировать предшествующее хирургическое или эндоваскулярное вмешательство.

КТ-ангиография рекомендуется в качестве метода, обеспечивающего исследователя детальной информацией об анатомии артерии, и планирования реваскуляризации.

Лечение пациентов с острой ишемией нижних конечностей

1. Антикоагулянтная терапия.

Первым шагом в начальном лечении ОИНК, является немедленная антикогулянтная терапия гепарином (НФГ). Непрерывное внутривенное введение НФГ: сначала 5 тыс МЕ или 70 – 100 МЕ/кг с последующей инфузией, доза подбирается в зависимости от реакции пациента и мониторируется путем исследования активированного времени свертывания или активированного частичного тромбопластинового времени (АЧТВ) с достижением целевого диапазона в 1,5-2,0 раза превышающего верхнюю границу нормы. Антикоагулянтная терапия снижает риск повторной эмболии, и предотвращает, распространение тромбоза в проксимальном и дистальном направлении, а также оказывает противовоспалительный эффект. Гепарин не влияет на лизис образовавшегося тромба, он предотвращает образование тромбов и таким образом предотвращает вторичный тромбоз проксимальнее и дистальнее очага поражения и сохраняет микроциркуляцию.

После проведения реваскуляризации из-за ОИНК, вызванной эмболией, в результате фибрилляции предсердий или внутрисердечного тромба, рекомендовано рассмотреть возможность предпочтения прямым ингибиторам фактора Ха перед антагонистами витамина К. Селективным ингибитором Ха фактора является ривароксабан (в дозе 2,5мг 2 раза в сутки). Комбинация ривароксабана в дозе 2,5мг 2 раза в сутки с ацетилсалициловой кислотой (АСК) в дозе 100 мг /сут. Значимо снижала частоту острой ишемии после реваскуляризации по сравнению с группой монотерапии АСК(исследование COMPASS 2017год).

При рецидиве ОИК вследствие тромбоза или его предотвращению методом выбора после тромбэктомии (или тромболизиса) из окклюзированного эксплантата может быть длительная антикоагулянтная терапия.

2. Антитромботическая терапия.

В качестве безопасной и эффективной антиагрегантной терапии взрослым, с целью снижения риска ИМ, инсульта или смерти, рекомендуется рассмотреть прием антитромботических средств.

Одним из препаратов первой линии в лечении ОИНК следует рассмотреть АСК. Максимальное снижение риска сосудистых событий доказано в дозе АСК – 75-150 мг в день, тогда как превышение доз приводило к побочным эффектам со стороны желудочно-кишечного тракта и повышению риска кровотечения.

Клопидогрел у некоторой категории пациентов может быть выбран в качестве монотерапии взамен АСК у пациентов, у которых имеется непереносимость к АСК.

В исследовании EUCLID при сравнении клопидогреля и тикагрелора в группах исследования у больных с симптомной болезнью периферических артерий, тикагрелор не доказал свою эффективность с точки зрения снижения сердечно-сосудистых событий, а частота серьезных кровотечений в обеих группах была сопоставима.

3. Гиполипидемическая терапия.

С целью снижения риска системных ишемических событий и превращения тромбоза артериальных трансплантатов и рестенозов реконструированных артерий всем пациентам с заболеваниями периферических артерий реокмендуется применений ингибиторов ГМГ-КоА-редуктазы. Наиболее распространенными среди статинов являются и с большей доказательной базой: аторвастатин и розувастатин. Высокоинтенсивные статины, такие как: розувастатин в дозе 40 мг и аторвастатин – 80 мг, значительно влияют на потенциал восстановления конечности у пациентов после реваскуляризации и повышают показатели выживаемости. При необходимости при недостаточном эффекте от приема статинов в максимальных дозах описаны подходы к комбинированному лечению статинами и эзетимибом. Исследуются эффекты от новых инъекционных препаратов для снижения уровня липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) – ингибиторов пропротеиновой конвертазы субтилизин/кексин типа 9 (PCSK9).

4.Адъювантная терапия.

В качестве дополнения к основной терапии могут применяться аналоги простагландина-вазапростан, алпростадил и другие. Влияют на периферическое кровообращение, улучшают микроциркуляцию, оказывают ангиопротекторное действие. Одним из показаний к применению данной группы препаратов является хроническое облитерирующее заболевание периферических артерий III-IV стадии (по Фонтейну), облитерирующий эндартериит с тяжелой степенью перемежающейся хромоты, облитерирущий тромбангиит (болезнь Бюргера), синдром Рейно с трофическими нарушениями, васкулиты при невозможной хирургической реваскуляризации. Эффект в лечении острой ишемии нижних конечностей от препаратов данной группы не доказан и не рекомендован, как самостоятельный метод лечения ОИНК. Препараты данной группы могут быть рассмотрены для пациентов с ОИК, перенесших открытое хирургическое или гибридное вмешательство во время или после реваскуляризации.

Медикаментозное лечение, применяемое у пациентов с острой ишемией в качестве самостоятельного метода лечения, малоэффективно. В настоящее время нет таких препаратов, эффективность которых в лечении острой ишемии доказана. Несмотря на это фармакотерапия является важной составляющей лечения острой ишемии — в качестве предоперационной подготовки и для послеоперационного ведения. Консервативное лечение ОИНК должно решать следующие задачи:

-профилактика нарастания и распространения тромба

-лизис тромба

-улучшение кровообращения в ишемизированных тканях

-улучшение функции жизненно важных органов (сердце, почки, легкие, печень).

Основным принципом антитромботической терапии является необходимость устранения тромботического состояния системы гемостаза путем одновременной коррекции патологических изменений во всех трех звеньях этой системы (гемокоагуляция, фибринолиз и агрегация тромбоцитов).

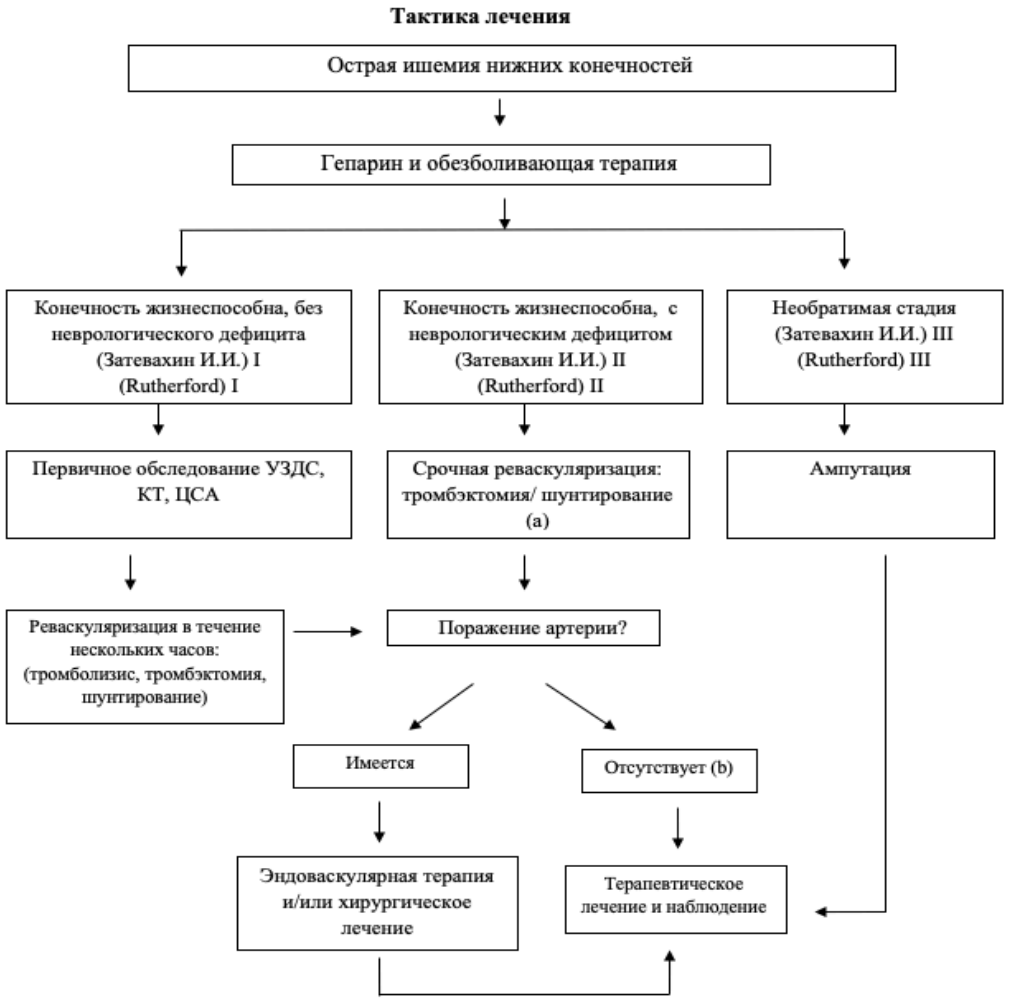


Рис. 19. Тактика лечения пациентов с острой ишемией нижних конечностей *(из рекомендаций ЕОК/ЕОСХ по диагностике и лечению заболеваний периферических артерий 2017).*

Примечание: a-диагностическая визуализация не должна никак влиять на сроки проведения реваскуляризации, b — проведение специальных этиологических исследований при необходимости (сердце, аорта). Сокращения: КТА — компьютерная томографическая ангиография, УЗДС — ультразвуковое дуплексное сканирование, ЦСА — цифровая субтракционная ангиография.

Оперативное лечение

Оперативное восстановление проходимости кровотока конечности — наиболее оптимальный метод купирования ишемии ног, вызванной морфологическими изменениями артерий. Золотым стандартом при лечении ОАНК являются реконструктивные операции шунтирование, протезирование) или тромбэктомия с использованием баллонного катетера Фогарти. Вопросы, связанные с показаниями и противопоказаниями к операции, зависят от многих факторов. Они решаются индивидуально с сердечно-сосудистым и эндоваскулярным хирургом. Все существующие методы реваскуляризации нижних конечностей можно разделить на три группы: открытые, эндоваскулярные и гибридные. Наиболее широко используются методы открытой хирургии, хотя в последнее время все большее распространение стали получать эндоваскулярные вмешательства. Так за последнее десятилетие число таких процедур практически удвоилось с 15,0% до 33,1%. Тактика лечения будет определятся на основании локализации, продолжительности ишемии, сопутствующих заболеваний и связанных с лечением рисков, и его результатов. Эндоваскулярные реваскуляризации на артериях голени чаще всего показаны для спасения конечности. Поэтому все больше распространение получают эндоваскулярные методы лечения острых артериальных тромбозах. Эндоваскулярные вмешательства демонстрируют высокую эффективность (класс IIa клинических рекомендаций Европейского общества сосудистых хирургов по лечению острой ишемии конечностей), и результаты, получаемые при использовании данных методик, сопоставимы с результатами, наблюдаемыми при применении методов открытой хирургии. При этом эндоваскулярные методы могут чаще использоваться при остром тромбозе артерий голеностопного сегмента.

Этапы открытой эмболэктомии из бедренной артерии

1. В соответствии с правилами асептики и антисептики производится обработка операционного поля в зоне Скарповского треугольника с переходом на область живота и нижнюю конечность.
2. Продольный разрез выполняется над анатомическим ходом бедренной артерии и продолжается от пупартовой связки немного вверх и примерно на 7,5–10 см по направлению вниз.
3. После рассечения фасции производится мобилизация окклюзированного сосуда и пережатие поверхностной, общей и глубокой бедренной артерии сосудистыми зажимами.
4. Артериотомия 1-1.5 см общей бедренной артерии с переходом на устье глубокой бедренной артерии.
5. Экстракция эмбола и вторичного тромба с проведением баллонного катетера Fogarty различных размеров (4,5,6) Fr производится во всех вышеуказанных артериях. Баллонный катетер заводится более 1 раза во все сосуды до получения нормального кровотока. Раздувание баллонного катетера и последующее его извлечение выполняется в условиях рентген-операционной под ангиографическим контролем или "вслепую".
6. Ушивание артериотомического отверстия чаще всего выполняется непрерывным обвивным швом монофиламентной нерассасывающейся нитью (Prolen, Polypropilen) 5/0,6/0. Независимо от типа ушивания, с целью предотвращения стеноза артерии необходимо аккуратно сближать края артерии или, по показаниям, выполнять пластику венозной заплатой.
7. Проверка восстановления проходимости артерии. Проверяют пульсацию магистральных сосудов (подколенной и тибиальных артериях) на дистальных отделах конечности.
8. Послойное ушивание раны. Выведение подкожного дренажа.

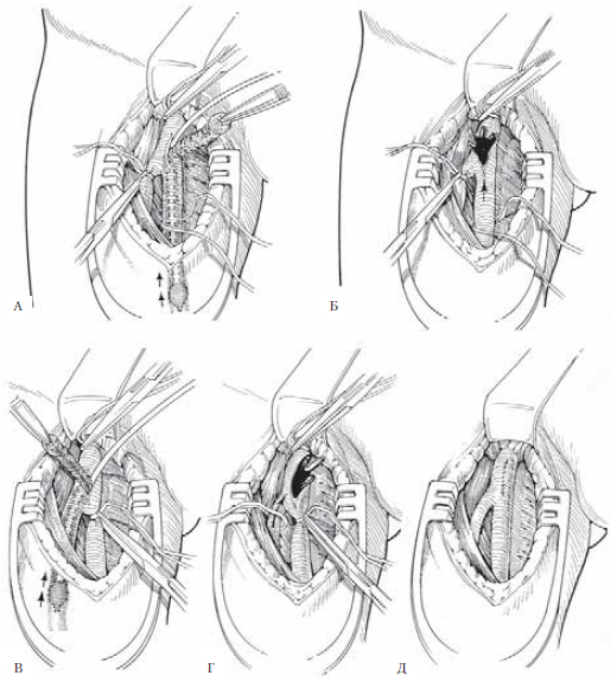


Рис. 20. Удаление эмбола и вторичного тромба. (А) Извлечение баллонного катетера из поверхностной бедренной артерии и удаление вторичного тромба. (Б) Ретроградный кровоток из поверхностной бедренной артерии после тромбэктомии. (В) Баллонный катетер извлекается из глубокой бедренной артерии вместе с вторичным тромбом. (Г) Ретроградный кровоток из глубокой бедренной артерии после тромбэктомии. (Д) *(Ушивание артериотомического отверстия. (илл. из "Сосудистая хирургия по Хаймовичу", Том 1.)*

Выполнение шунтирующих реконструктивных операций на бедренно-подколенном сегменте может быть оправдано при многоуровневом протяженном атеротромботическом поражении, когда эмболэктомия или эндоваскулярные методы лечения успехом не увенчались.

Эндоваскулярные методы лечения пациентов с острой ишемией нижних конечностей

Сосудистый пункционный доступ

Как известно эндоваскулярная операция является малоинвазивным вмешательством, не требует наркоза, поэтому противопоказания к её выполнению были минимальны, и касались в основном анатомических вариантов поражения артерий. Важным и не всегда лёгким

вопросом при эндоваскулярных операциях на артериях таза и нижних конечностей является выбор пункционного доступа к поражённой артерии

Антеградный трансфеморальный доступ

Место пункции на коже располагается на 4 - 6 см проксимальнее паховой складки с тем, чтобы пунктировать общую бедренную артерию в антеградном направлении под углом 45° по методике Сельдингера. Скелетотопически это соответствует верхнему контуру головки бедренной кости. Важно сделать пункцию на уровне середины головки бедренной кости с целью эффективности выполнения послеоперационного гемостаза артерии. В случае затруднения попадания проводника в поверхностную бедренную артерию помогает смещение направления пункционной иглы в медиальную сторону в режиме Roadmap.

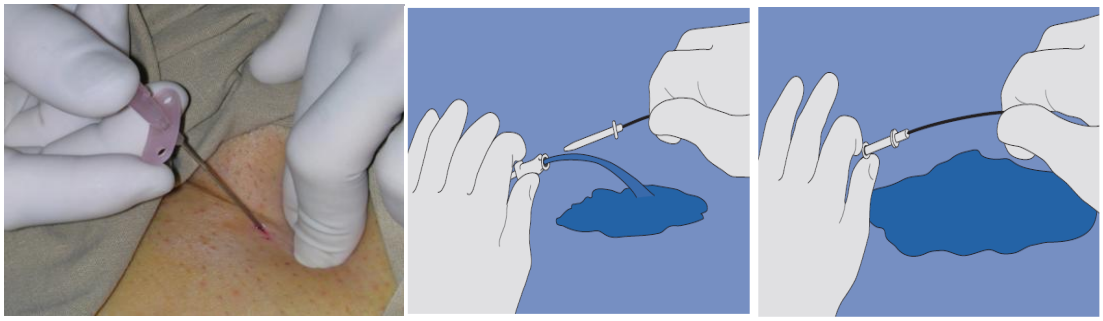


Рис.21. Пункция общей бедренной артерий и ведение проводника через интродьюсер. (из илл. руководства Ю. Шредера “Эндоваскулярные вмешательства на периферических сосудах”, перевод с английского, под общей ред. проф., С.А. Абугова).

На сегодняшний день существует тенденция контроля входа иглы и заведения проводника под УЗИ навигацией, что обеспечивает точное проникновение иглы в просвет артерии и определяет место расположения проводника в глубокой или поверхностной бедренной артерии. Также выполняется контроль гемостаза бедренного доступа с помощью специализированных устройств ANGIOSEAL (Terumo) под УЗИ навигацией, который в дальнейшем помогает избежать осложнений со стороны доступа – продолжающегося кровотечения, гематомы мягких тканей, ложной аневризмы бедренной артерии.

Антеградный подколенный доступ.

Для облегчения пункции подколенной артерии разработаны несколько методических приемов:

– перед вмешательством выполняется УЗИ-локация подколенной артериях в подколенной ямке и маркировка артерии на коже меткой раствором бриллиантовой зелени.

– в случае непреднамеренной пункции подколенной вены, в последнюю устанавливается проводник, который является ориентиром для дальнейшей пункции (подколенная артерия расположена медиально по отношению к подколенной вене).

– если была выполнена предварительная ангиография, то голень больного оператор ротирует до аналогичной проекции и использует при пункции костные ориентиры мыщелков берцовых костей.

– в крайне сложных случаях селективно катетеризируется ипсилатеральная подвздошная артерия, через неё вводится контрастное вещество с последующей пункцией в режиме Roadmap.

- при невозможности установить артериальный доступ через подколенную артерию эндоваскулярно выполняется артериотомия подколенной артерии с установкой интродьюсера по проводнику антеградно.

Ретроградный подколенный доступ

Методика пункции подколенной артерий в ретроградном направлении абсолютно одинаковы с методикой антеградной пункции подколенной артерий, пункционная игла проводится в ретроградном направлении.

Ретроградный педальный доступ.

Показания: невозможность антеградной реканализации артерий голени через бедренную или подколенную артерию. Ретроградный педальный доступ технически является одним из наиболее сложных для реваскуляризации артерий нижних конечностей. Первым этапом из бедренной артерии выполняется артериография для идентификации артерий стопы. Чаще всего пунктируется в ретроградном направлении или задняя больше-берцовая артерия в дистальной порции или тыльная артерия стопы в режиме Roadmap или при ультразвуковой навигации. Для пункции используются наборы для микропункции. После появления алой крови по проводнику 0,014” устанавливается интродьюсер 4F. Реканализация артерий стопы производится гидрофильными проводниками 0,014”. Баллонная ангиопластика артерий голени выполняется после прохождения проводника через истинный просвет артериального сосуда с проведением по нему баллонного катетера, соответствующего по размеру артерии от 2 до 4 мм и длинной от 100 до 220 мм.

Эндоваскулярные методы лечения тромбэктомии

К эндоваскулярным способы тромбэктомии относятся:

1) регионарный катетерный тромболизис (РКТ), тромболизис (катетер-управляемый тромболизис),
2) аспирационная тромбэктомия (механическая, ротационная, реолитическая, баллонная ангиопластика без/с проведением стентирования.

Тромболизис

Системный тромболизис путем внутривенного введения тромболитика использовали в 1960-1970-х гг. Стратегия тромболизиса получила достаточно широкое применение в клинической практике, позднее его полностью заменили на катетер-управляемый тромболизис (катетер располагают внутриартериально и вводят прямо в тромб для локальной доставки тромболитического агента. Однако использование данной методики также ограничено из-за существующего ряда крупных недостатков: обширного списка противопоказаний, трудоёмкости процедуры (требующей выполнения через 6-12 часов от появления симптомов заболевания, контрольной ангиографии в течение 24-48 часов) и большого числа ранних геморрагических осложнений (до 10-15%). Исследование (The Surgery versus Thrombolysis for Ischemia of the Lower Extremity (STILE,1994), выявило более высокий уровень ишемии, ампутации и осложнений у пациентов после тромболизиса, чем после хирургической операции. Применение тромболизиса ограничено целым рядом противопоказаний, что ограничивает его широкое использование.

Тромбоэктомия

Еще одним эндоваскулярным методом лечения острой ишемии нижних конечностей является механическая тромбэктомия. Сегодня на рынке существует ряд устройств для тромбэктомии, классифицируемых по механизму их действия. Методика ротационной механической тромбэктомии в течение длительного времени оставалась недостаточно востребованной и использовалась чаще всего в экспериментальной деятельности, в связи с наличием ряда факторов, ограничивающих её применение (высокий риск эмболии дистального русла, гемолиза и травмы сосуда).

В настоящее время наиболее перспективным и чаще применяемым устройством для реолитической тромбэктомии. Устройство для реолитической тромбэктомии AngioJet® (AngioJet Peripheral Thrombectomy System; Boston Scientific, MA, USA) высокоэффективным методом лечения всех видов тромбозов периферических артерий.

Используется при первичных тромбозах на фоне атеросклеротического поражения, тромбозах после реконструктивных операций на сосудах (шунтирования, протезирования, пластики, шва артерии), а также при тромботических осложнениях. Но основным фактором, ограничивающим его применение, является невозможность использования данного катетера в артериях небольшого калибра. Комплекс AngioJet использует струи физраствора под высоким давлением так, что создается так называемый эффект Вентури, позволяющий выполнить разрушение тромба и эвакуацию его через зонд.



Рис.**22.**Система реолитической тромбэктомии AngioJet. (илл. из национального руководства "Сосудистая хирургия В. С. Савельева, под редакцией академика РАН И. И. Затевахина, академика РАН И. И. Кириенко)

Примером другой системы, предназначенной для механической ротационной тромбэктомии, служит система Rotarex® (Straub Medical AG, Vilters-Wangs, Switzerland). Ее использование также сопряжено с высокой частотой технического успеха, даже в случае достаточно организованных тромбов, но систему Rotarex® также нельзя использовать в артериях небольшого диаметра, т.е., как правило, ниже уровня коленного сустава.

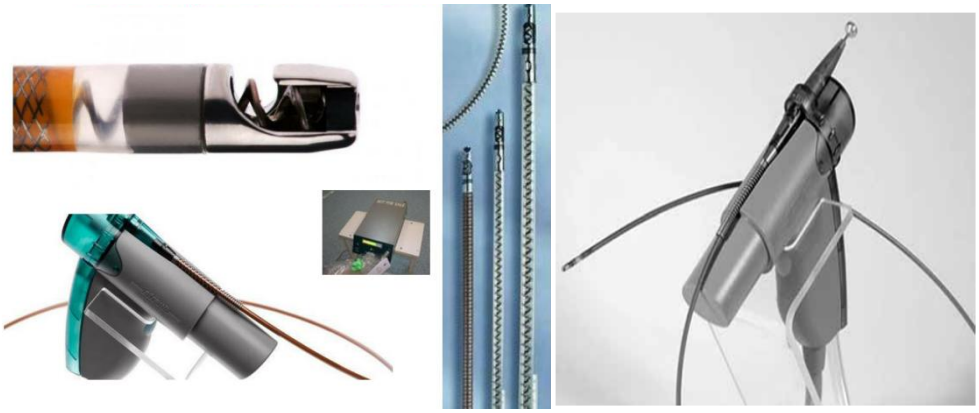


Рис.23. Устройство Aspirex®S. (илл. из национального руководства "Сосудистая хирургия В. С. Савельева, под редакцией академика РАН И. И. Затевахина, академика РАН И. И. Кириенко)

Одним из последних современных методов катетерной ротационной атерэктомии является применение системы JetStream (Boston Scientific). Техническим элементом этого устройства является катетер, на кончике которого расположена система с открытием фронтально вращающихся лезвий со скоростью около 70 тыс.об/мин. Оператор после реканализации окклюзии артерии проводником проводит по последнему катетер со скоростью примерно 1 мм в секунду, ротационная атерэктомия проходит на фоне постоянной аспирации.

Одним из методов лечения острой ишемии нижних конечностей от уровня коленного сустава и ниже является катетерная тромбоаспирация.

К сожалению, несоответствие диаметров катетера и артерии представляет собой основную причину неполного удаления тромботических масс, что особенно часто наблюдается при тромбоаспирации из поверхностной бедренной артерии. Кроме того, аспирационные методики наиболее эффективны при остром тромбозе (<14 дней), при использовании катетеров большого диаметра и при аспирации из голеностопного сегмента.

Менее эффективна тромбоаспирация при большой тромботической нагрузке, т.е. при большом объеме тромботических масс. Известен также способ лечения острого артериального тромбоза - метод тромбэктомии, основанный на дистальном промывании сосудов [Савельев В.С., Затевахин И.И., Степанов Н.В. Острая непроходимость бифуркации аорты и магистральных артерий конечностей. М.: Медицина, 1987; 301]. Принцип последней заключается в промывании тромбированного фрагмента артерии ретроградно через дистальный доступ, когда тромботические массы вымываются через проксимальное артериотомическое отверстие. Данная методика использовалась Затевахиным И.И. с соавт. при неэффективности открытой тромбэктомии с использованием катетеров типа Фогарти. В этом случае артерия выделялась дистально в типичном месте (например, при тромбозе подколенной артерии и/или задней большеберцовой артерии – в области медиальной лодыжки), ее просвет вскрывали и через шприц под давлением вводили изотонический раствор хлорида натрия. При этом под давлением жидкости, нагнетаемым оператором, тромботические массы вымывались.

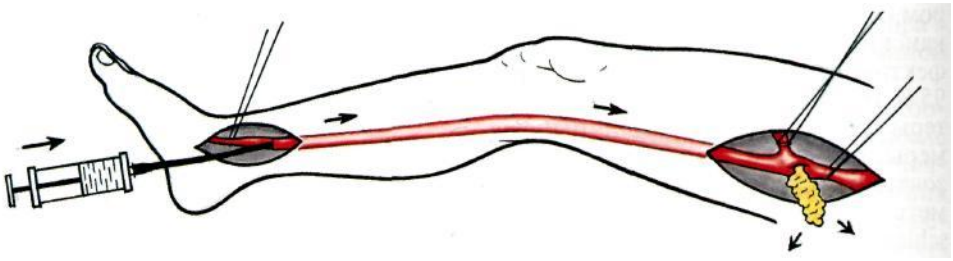


Рис. 24. Схема операции открытого ретроградного промывания под давлением из сосудистого доступа к задней большеберцовой артерии.

В отделении рентгенэндоваскулярных диагностики и лечения городской клинической больницы №15 им. О.М. Филатова был разработан и внедрен в клиническую практику метод ретроградно ассистированной катетерной тромбоаспирации (на предложенный метод был получен патент №2022134 347 от 26 декабря 2022 года). Суть метода заключается в создании пункционного дистального доступа, через который ретроградно шприцом от руки вводится гепаринизированный физиологический раствор (рисунок 25).

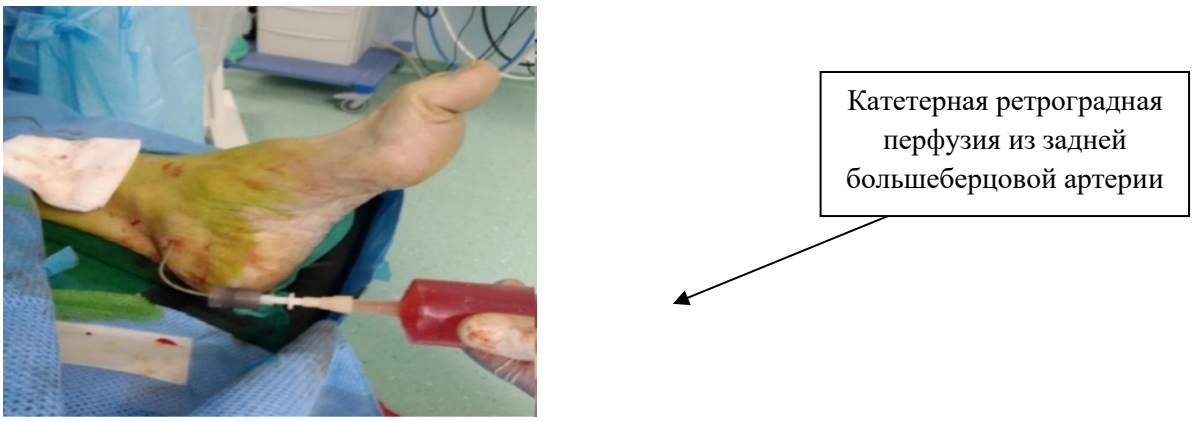


Рис. 25. Ретроградное введение физиологического раствора через буж, установленный в дистальном отделе задней большеберцовой артерии.

При этом одновременно через аспирационный катетер, установленный через пункционный антеградный бедренный доступ, осуществляется катетерная тромбоаспирация.

Данный метод позволяет добиться большей частоты успеха благодаря сочетанию тромбоаспирации, достигаемой в результате отрицательного давления, создаваемого вакуумным насосом, и гидродинамического давления жидкости, вводимой ретроградно через дистальный артериальный доступ. В результате однонаправленные силы воздействия потенциируются, что делает катетерную тромбоаспирацию из артерий небольшого диаметра (прежде всего артерий голени) в этом случае, как минимум, не менее эффективной в сравнении

с сольным ее применением. Схематически метод ретроградно ассистированной катетерной тромбоаспирациии представлен на рисунке 26.

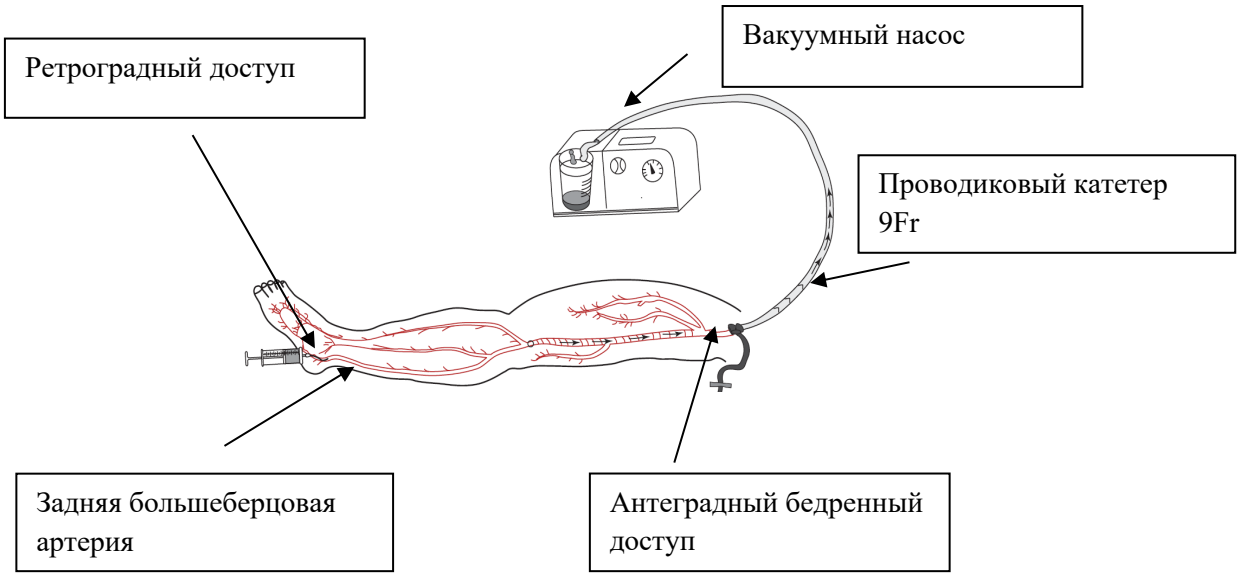
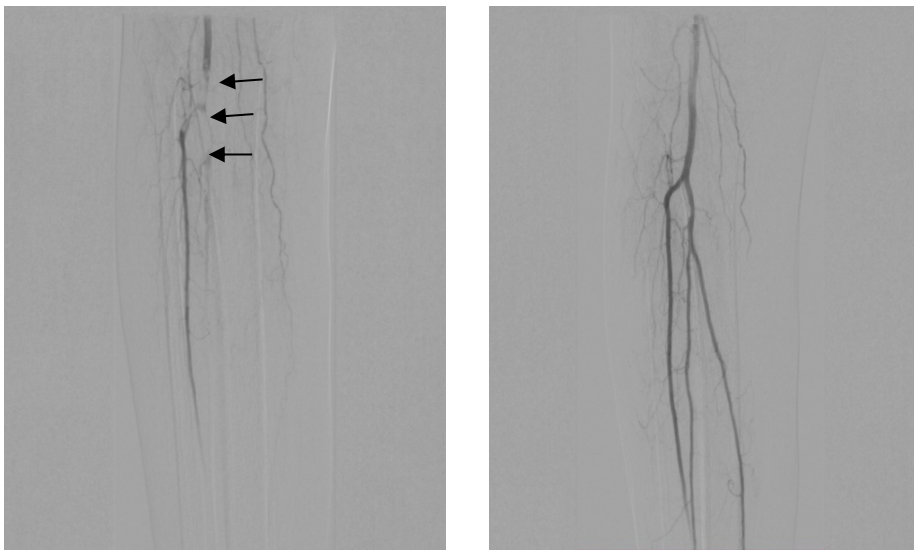


Рис. 26. Схематическое изображение ретроградно ассистированной катетерной тромбоаспирации

Пример лечения пациента с острой артериальной ишемией правой нижней конечности

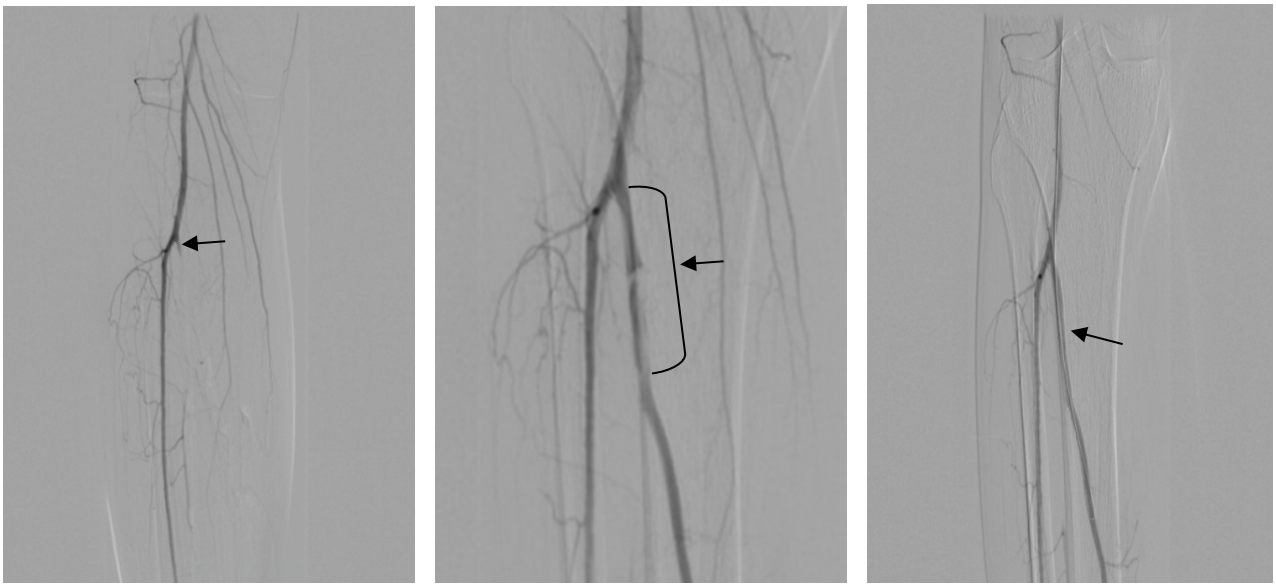
На субтракционной ангиографии артерий нижней конечности справа: окклюзия подколенной артерии с переходом на артерии голени (рис. 27 А). Выполнена тромбаспирация подколенной артерии и артерий голени (рис.27 Б).



А **Б**

Рис. 27. А - Ангиограмма до тромбаспирации (виден тромбоз дистального отдела подколенной артерии, начального отдела передней большеберцовой артерии и

тибеоперонеального ствола). Б - Ангиограмма после катетерной тромбоаспирации (просвет подколенной артерии и артерий голени восстановлен, обращает на себя внимание отсутствие явного атеросклеротического поражения)



А Б В

Рис. 28. А - Тромботическая окклюзия задней большеберцовой артерии от устья на ангиографии. Б - После выполнения баллонной ангиопластики просвет артерии восстановлен, но визуализируется диссекция тибиоперонеального ствола, лимитирующая кровоток (указано стрелкой). В - Контрольная ангиограмма (в тибиоперонеальный ствол имплантирован стент, диссекция устранена).

У каждого из этих методов есть свои преимущества и недостатки. Эндоваскулярная реваскуляризация (катетерная тромбоаспирация как изолированно, так и в сочетании с баллонной ангиопластикой и стентированием или без него) представляет собой эффективный и малоинвазивный метод лечения у пациентов при остром тромбозе сосудов нижних конечностей (подколенной артерии и артерий голеностопного сегмента).

С каждым годом рентгенэндоваскулярные методы лечения приобретают все большую и занимают все более широкую нишу в лечении пациентов с самой разнообразной патологией. Не исключением являются и пациенты с заболеваниями артерий нижних конечностей. Так число эндоваскулярных вмешательств на артериях нижних конечностей за последние 10 лет удвоилось. Но использование любых эндоваскулярных технологий требует постоянного изучения эффективности появляющихся на рынке новых устройств, накопление опыта и совершенствования методик и рекомендаций по их использованию. Привлекательностью рентгенэндоваскулярных методов для широкого внедрения в клиническую практику является

их малая инвазивность и травматичность при восстановлении тромбированного просвета артерий.

Список сокращений:

ОИНК – острая ишемия нижних конечностей

ОАНК- острая артериальная недостотаточность конечностей

ТПС - тибиоперонеальный ствол

КФК- креатинфосфокиназа

ПВ- протромбиновое время

МНО – международное нормализованное отношение

АЧТВ – активированные частичное тромбопластиновое время

АСК- ацетилсалициловая кислота

УЗДГ – ультразвуковая доплерография

УЗДС- ультразвуковое доплеровское сканирование

УЗ-навигация – ультразвуковая навигация

ЦСА -цифровая субтракционная ангиография

КТ-ангиография -компьютерная томографическая ангиография

ПРИЛОЖЕНИЕ

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ:

1. Основные группы причин развития эмболий, тромбозов и травмы сосуда.
2. Отличия в клинической картине эмболии, тромбоза и травмы сосуда.
3. Показания и степень неотложности лечения эмболии, тромбоза и травмы сосуда.
4. Особенности лечения эмболии, тромбоза и травмы сосуда. Показания к первичной ампутации при эмболии, тромбоз е и травме сосуда.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один правильный ответ.

1. Основным фактором, определяющим лечебную тактику при острой артериальной недостаточности, является:

А) степень ишемии
Б) тяжесть общего состояния
В) возраст больного
Г) венозная недостаточность

2. Пациентов с симптомами острой ишемии конечности и сохраненной ее жизнеспособностью рекомендуется:

А) экстренно обследовать в стационарных условиях
Б) обследовать в амбулаторных условиях
В) обследовать в стационарных условиях в плановом порядке
Г) наблюдать по месту жительства

3. Для острой артериальной недостаточности нижних конечностей характерным симптомом является:

А) экзематозное поражение
Б) трофическая язва
В) бледность кожи

Г) лимфатическая недостаточность

4. Острая ишемия конечности 1Б степени характеризуется:

А) чувством жжения и распирания

Б) субфасциальным отеком

В) гиперемией кожи

Г) болями в покое

5. Для острой артериальной ишемии конечности IIА степени характерно наличие:

А) паралича конечности (отсутствие активных движений)

Б) тотальной контрактуры

В) пареза конечности (снижение мышечной силы)

Г) контрактуры, ограниченной дистальными суставами

6. Для острой артериальной ишемии конечности IIБ степени характерно наличие:

А) пареза конечности (снижение мышечной силы)

Б) контрактуры, ограниченной дистальными суставами

В) паралича конечности (отсутствие активных движений)

Г) тотальной контрактуры

7. Для острой артериальной ишемии конечности IIIА степени характерно наличие:

А) контрактуры, ограниченной дистальными суставами

Б) паралича конечности (отсутствие активных движений)

В) пареза конечности (снижение мышечной силы)

Г) тотальной контрактуры

8. Для острой артериальной ишемии конечности IIIБ степени характерно наличие:

А) паралича конечности (отсутствие активных движений)

Б) контрактуры, ограниченной дистальными суставами

В) пареза конечности (снижение мышечной силы)

Г) тотальной контрактуры

9. Золотым стандартом в диагностике острой артериальной патологии является:

А) МРТ-реовазография

Б) аортоартериография

В) ультразвуковое дуплексное исследование сосудов

Г) реовазография

10. Для острой артериальной непроходимости сосудов конечности характерны:

А) внезапная острая боль, ощущение онемение стопы, мраморность кожи

Б) боль в ноге, цианоз кожи, отек

В) отек стопы, синдром перемежающейся хромоты, ощущение напряжения

Г) появление болей в конечности, регионарный лимфаденит, лимфангоит

11. Первичным методом диагностики острой ишемии является:

А) ангиография

Б) УЗИ артерий

В) компьютерная томография

Г) физикальный осмотр

12. При какой степени по классификации И.И. Затевахина должна выполняться фасциотомия:

А) 2А

Б) 3А

В) 2В

Г) 2Б

13. Тактикой лечения острой ишемии конечностей 1 степени при острой эмболии является:

А) некрэктомия

Б) экстренная операция

В) консервативная терапия

Г) первичная ампутация

14. Медикаментозное лечение, применяемое у пациентов с острой ишемией в качестве самостоятельного метода лечения:

А) не эффективно

Б) умеренно эффективно

В) малоэффективно

Г) высоко эффективно

15. Абсолютным признаком тромбоза при повреждении артерии конечности является:

А) клиника острой кровопотери

Б) наличие имбибиции тканей в области повреждение артерии

В) клиника острой ишемии конечности

Г) отсутствие пульсации дистальнее места повреждение

ОТВЕТЫ НА ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. **А**
2. **А**
3. **В**
4. **Г**
5. **В**
6. **В**
7. **А**
8. **Г**
9. **Б**
10. **А**
11. **Г**
12. **В**
13. **Б**
14. **В**
15. **В**

Список литературы

1. Клинические рекомендации «Острая ишемия конечностей». — Утв. Исполнительным советом Общероссийской общественной организации «Ангиологов и сосудистых хирургов». — Москва, 2024. — 167 с.
2. Setia O. Cryptogenic acute lower extremities and multi-organ ischemia in an 8-year-old female / O. Setia, S. M. Chan, S. Ullrich [et al.] // Journal of Vascular Surgery Cases, Innovations and Techniques. — 2022. — Vol. 8, iss. 3. — P. 565–568. — DOI: 10.1016/j.jvscit.2022.08.020.
3. Пшенников, А. С. Реализация ишемии и перфузии в хирургии магистральных артерий нижних конечностей : дис. д-ра мед. наук : 14.01.26 / Пшенников А.С. — Москва, 2018. — 201 с.
4. Казаков Ю. И. Хирургическая тактика ведения пациентов с острой артериальной ишемией нижних конечностей на фоне атеросклеротического поражений артерий / Ю. И. Казаков, А. Ю. Казаков, В. И. Нефедов // Наука молодых (Eruditio Juvenium). — 2019. — Т. 7, № 1. — С. 86–92. — DOI: 10.23888/HMJ20197186-92.
5. Савельев В. С. Острая непроходимость бифуркации аорты и магистральных артерий конечностей / В. С. Савельев, И. И. Затевахин, Н. В. Степанов. — Москва: Медицина, 1987. — 304 с.
6. Национальные рекомендации по диагностике и лечению заболеваний артерий нижних конечностей // Ангиология и сосудистая хирургия. — 2019. — Т. 25, Прил. 2. — С. 1–110.
7. Сосудистая хирургия по В. С. Савельеву *:* национальное руководство. Краткое издание / под ред. И. И. Затевахина, А. И. Кириенко. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. — 608 с. ISBN:978-5-9704-6536-3.
8. Кутько Е. А. Сравнительный анализ эндоваскулярных методов лечения острой ишемии нижней конечности / Е. А. Кутько // Российский медико-биологический вестник имени академика И. П. Павлова. — 2019. — Т. 27, № 2. — С. 258–273. — DOI: 10.23888/PAVLOVJ2019272258-273.
9. Wagner H. J. Acute embolic occlusions of the infrainguinal arteries: percutaneous aspiration embolectomy in 102 patients / H. J. Wagner, E. E. Starck // Radiology. — 1992. — Vol. 182, № 2. — P. 403–407. — DOI: 10.1148/radiology.182.2.1732957.
10. Björck M. European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2020 Clinical Practice Guidelines on the Management of Acute Limb Ischaemia / M. Björck, J. Earnshaw, S. Acosta [et al.] //

European Journal of Vascular and Endovascular Surgery. — 2020. — Vol. 59. — P. 173–218. — DOI: 10.1016/j.ejvs.2019.09.006.

11. Джуракулов Ш.Р. Эндоваскулярное лечение больных с распространенным атеросклеротическим поражением аорты и артерий нижних конечностей: дис. д-ра мед. наук : 14.01.26 / Джуракулов Ш.Р. — Москва, 2018. — 178 с.
12. Джуракулов Ш.Р., Шукуров И.Х. Способ лечения острого артериального тромбоза подколенно-голеностопного сегмента, ассоциированного с COVID-19. Патент на изобретение №2799257. – Бюлл. №19. – 2023.
13. Шукуров И. Х. Хирургическое лечение острого артериального тромбоза подколенно-берцового сегмента у больных с коронавирусной инфекцией: дис. канд. мед. наук : 14.01.26 / Шукуров И.Х. — Москва, 2024. — 152 с.
14. Шрёдер Ю. Эндоваскулярные вмешательства на периферических сосудах: иллюстрированное руководство / Ю. Шрёдер; под общ. ред. проф. С. А. Абугова. - Москва: МЕДпресс-информ, 2014. - 276 с. ISBN:978-5-00030-187-6.
15. Национальное руководство. Рентгеноэндоваскулярная хирургия : [в 4-х т.] / под ред. Б. Г. Алекяна. — Москва: Литтера, 2017. — Т. 3: Сосудистые, неврологические, хирургические, онкологические, гинекологические и урологические заболевания. — 432 с. ISBN 978-5-4235-0278-2
16. Рекомендации ЕОК/ЕОСХ по диагностике и лечению заболеваний периферических артерий 2017 г.// Российский кардиологический журнал. — 2018. — № 8. — С. 164–221. DOI: 10.15829/1560-4071-2018-8-164-221
17. Ашер Э. Сосудистая хирургия по Хаймовичу : в 2 т. Т. 1 / под ред. Э. Ашера ; пер. с англ. под ред. А. В. Покровского.-2-е изд. (эл.). - Москва : БИНОМ. Лаб. Знаний- 2012. -644 с. ISBN:978-5-9963-1357-0.