

ЛУЧЕВЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ РЕСТЕНОЗОВ ПОСЛЕ РЕКОНСТРУКТИВНЫХ ОПЕРАЦИЙ НА АРТЕРИЯХ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Староверов И.Н.¹, Лончакова О.М.¹, Лавлинский С.Н.²

¹ГБОУ ВПО «Ярославская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ярославль, Россия (150000, Ярославль, ул. Революционная, 5), e-mail: istaroverov@mail.ru

²ГБУЗ ЯО «Областная клиническая больница», Ярославль, Россия (150062, Ярославль, ул. Яковлевская, 5), e-mail: sergey-n-l@yandex.ru

В работе выполнено определение чувствительности и специфичности различных методов лучевой диагностики рестенозов после реконструктивных операций на аорто-подвздошно-бедренном сегменте. Проанализированы результаты обследования 365-ти пациентов, которым потребовалось выполнение повторных реконструктивных операций на магистральных артериях нижних конечностей. Проводились следующие диагностические исследования: ультразвуковое дуплексное сканирование (УЗДС), селективная рентгенконтрастная ангиография (РКА), спиральная и мультиспиральная компьютерная томографическая ангиография (СКТА и МСКТА), магнитно-резонансная ангиография (МРА). Определялись чувствительность (Se) и специфичность (Sp) данных методик для выявления рестенозов с учётом количества истинноположительных (ИПР), истинноотрицательных (ИОР), ложноположительных (ЛПР) и ложноотрицательных (ЛОП) результатов. При сопоставлении данных комплексного обследования установлено, что РКА и КТА показали наиболее высокую чувствительность при диагностике рестенозов и реокклюзий.

Ключевые слова: рестеноз, лучевые методы диагностики, чувствительность метода, специфичность метода.

RADIOLOGICAL METHODS OF DIAGNOSTICS OF RESTENOSIS AFTER RECONSTRUCTIVE OPERATIONS ON THE ARTERIES OF THE LOWER LIMBS

Staroverov I.N.¹, Lonchakova O.M.¹, Lavlinskii S.N.²

¹Yaroslavl State Medical Academy, Yaroslavl, Russia (150000, Yaroslavl, street Revolutsionnaya, 5), e-mail: istaroverov@mail.ru

²State budget healthcare institution of the Yaroslavl region "Regional clinical hospital", Yaroslavl, Russia (150062, Yaroslavl, street Yakovlevskaya, 7), e-mail: sergey-n-l@yandex.ru

In the work performed the sensitivity and specificity of different methods of radiological diagnosis of restenosis after reconstructive operations on the aorto-iliac-femoral segment. The results of a survey of 365 patients who required the re-reconstructive operations on the main arteries of the lower limbs. Conducted the following diagnostic tests: ultrasound duplex scanning, selective angiography, spiral and multispiral computed tomography, magnetic resonance angiography. Determined the sensitivity (Se) and specificity (Sp) of these techniques to detect restenosis based on the number true-positives, true-negatives, false-positives and false-negatives results. When comparing the findings of a comprehensive survey found that selective angiography and computed tomography showed the highest sensitivity for the diagnosis of restenosis and reocclusions.

Keywords: restenosis, radiological methods of diagnostics, sensitivity of the method, specificity of the method.

Частота тромбозов и рестенозов магистральных артерий колеблется в пределах 6-42% и возрастает с увеличением длительности наблюдения за пациентами [1, 4]. Правильная и полная оценка показателей функционального состояния артериального бассейна нижних конечностей имеет огромное значение при выборе тактики и оценке прогноза хирургического лечения у больных с рецидивом облитерирующего поражения артерий конечностей [2,3,5]. В настоящее время нет единого мнения относительно чувствительности и специфичности различных лучевых методов при диагностике повторных окклюзирующих поражений сосудов конечностей после реконструктивных вмешательств.

Цель исследования: оценить степень информативности инструментальных методов исследования в диагностике облитерирующих осложнений реконструктивных операций.

Материал и методы исследования

За период с 1991 по 2010 год на базе отделения сосудистой хирургии ГБУЗ ЯО ОКБ выполнены операции по поводу хронической ишемии, обусловленной атеросклерозом артерий нижних конечностей 1682 пациентам.

Из группы первично оперированных больных 365-ти пациентам выполнены повторные реваскуляризирующие вмешательства по поводу облитерирующих осложнений в отдалённом периоде (от 3-х месяцев до 12 лет). Эта группа пациентов явилась основной в нашем исследовании. Средний возраст повторно оперированных составил $64,1 \pm 7,5$ года. Совокупная длительность заболевания на момент госпитализации достигала 20 лет, а в среднем составила $5,5 \pm 0,8$ лет.

Основной причиной повторных вмешательств явилось нарушение проходимости в аорто-подвздошно-бедренном сегменте (197 случаев), несколько реже (190 случаев) в инфраингвинальной зоне.

Помимо сбора клинических данных, больным проводились инструментальные методы обследования: ультразвуковое дуплексное сканирование (УЗДС), селективная рентгеноконтрастная ангиография (РКА), спиральная и мультиспиральная компьютерная томографическая ангиография (СКТА и МСКТА), магнитно-резонансная ангиография (МРА).

Ультразвуковое ангиосканирование выполнялось нами у всех 365 больных основной группы. Обследование проводили на аппарате “Sequoia-512 Ultrasound System” фирмы Siemens-Acuson (США) с линейными датчиками 3,5-8,5 МГц, работающими в реальном масштабе времени и аппарате «Hitachi Hi Vision Avius» фирмы Hitachi (Япония) с конвексным датчиком для аорты 4-6 МГц и линейным датчиком 12 МГц. С помощью метода УЗАС исследовано состояние 264 оперированных артериальных сегментов в аорто-подвздошной и 227 – в бедренно-берцовой зоне. Данную методику использовали чаще всего как скрининговую, позволяющую выявить не только повторное облитерирующее поражение, но и другие осложнения отдалённого послеоперационного периода (ложные аневризмы, инфицирование протеза, гематомы и т.д.). При проведении исследования в В-режиме проводился ряд количественных оценок, которые включали измерение внутрисосудистого диаметра сосуда, толщины комплекса «интима-медиа» и всей сосудистой стенки, площади поперечного сечения сосуда, степени стеноза сосуда относительно диаметра постстенотической части, наличие внутрисосудистых образований и их характер (рис.1). Обязательным являлся анализ качественных (форма спектра) и количественных

спектральных характеристик кровотока - пиковой систолической скорости кровотока (PSV), средней диастолической скорости (MDV) и индекса резистентности (RI). Трудности возникали при ультразвуковом исследовании брюшной аорты и были обусловлены наличием газа в кишечнике, глубоким расположением артерий таза (особенно у тучных больных), неблагоприятным углом сканирования ($>60^\circ$). Качество изображения артерий значительно ухудшалось при наличии кальцинированных поражений: массивные ультразвуковые тени от таких бляшек перекрывали контуры сосуда.

В нашей работе предоперационная ангиография выполнена у (81,6%) больных (298/365), диагностировано состояние 163 артериальных сегментов аорто-подвздошной зоны и 171 – бедренно-берцовой (рис.2). Исследование проводилось на аппарате Innova 3100, GE (USA). В качестве контраста применялось неионное контрастное вещество «Омнипак», в количестве 100-120 мл. Продолжительность рентгеноконтрастного исследования составила от 40 до 60 мин. В основном использовались два известных доступа: феморальный 54,4% (162/298) и аксиллярный (136 больных – 45,6%). Последний применялся тогда, когда имелся бифуркационный аорто-бедренный протез, либо окклюзия подвздошно-бедренного сегмента с 2-х сторон. В ряде случаев, при поражении одной стороны, диагностические катетеры заводились через контралатеральную сторону.

Для выполнения КТА использовались СКТ «Emotion Duo», фирма Siemens и МСКТ «Aquillion 64», фирма Toshiba. Данное исследование выполнено 94 пациентов. Все исследования проводили на фоне внутривенного контрастирования аорты с использованием неионных контрастных веществ («Ультравист», «Омнипак», «Визипак»). Объем вводимого контрастного вещества рассчитывался, исходя из массы пациента, времени сканирования и протяженности сканируемого артериального русла. Для выполнения снимков мы применяли срезы толщиной 2-3 мм с питчем 1:1 – 1:2 на фоне введения 100-150 мл неионного контрастного вещества со скоростью 3-4 мл/с, при этом, оптическая плотность крови в исследуемых сосудах достигала 250-350 Н, что более, чем достаточно как для их идентификации, так и для последующей компьютерной обработки. Если требовалось исследование нижележащих отделов сосудов, то исследование приходилось повторять на фоне введения уже 80-100 мл контрастного вещества. Время пика контрастирования при введении препарата в локтевую вену составляло 25-35 сек. Снимки выполняли в спиральном режиме, задержка дыхания обычно не требовалась. Трехмерные реконструкции осуществлялись на рабочей станции с использованием следующих методов: MIP (maximum intensity projection) - проекции максимальной интенсивности, многоплоскостной реконструкции- MPR (multiplanar reconstruction), SSD (surface shaded display) - реконструкция

с затененной наружной поверхностью и VRT (volum rendering technique) - объемный рендеринг (рис.3).

МРА проводили на магнитно-резонансном томографе «Intera Achieva» (Philips) со сверхпроводящим магнитом (напряжённость магнитного поля 1,5 Тл, резонансная частота – 21,7 МГц). Обследовано 48 больных с рестенозами и реокклюзиями. В результате изучено состояние 94 артериальных сегментов (42 – проксимальных и 52 – дистальных). Использовали последовательность «inflow» (приточная методика – аналог TOF) со следующими параметрами: TR=24/25мс, TE=6,9мс; угол наклона - 60°; поле изображения 250-330 мм; эффективная толщина среза – 2 мм (перекрытие – 2 мм); матрица 256×256 элементов, число усреднённых сигналов – 2; число получаемых срезов 160-200. Для подавления сигнала от венозного кровотока использовали область преднасыщения сигнала (пресатурацию) толщиной 50 мм. Реконструкцию полученных изображений производили с помощью метода проекций максимальной интенсивности (MIP) и многоплоскостной реконструкции- MPR (multiplanar reconstruction). У 16 пациентов применена фазовоконтрастная методика (PCA) со значением V равным 50 см/с. В качестве контраста использовали одномолярное вещество «Гадовист», а также «Омнискан», «Визипак» (рис.4).

Длительность исследования без контраста колебалась от 30 до 45 минут и в среднем составила 38 мин. При использовании контраста время исследования составило 45 мин. (от 35 до 48 мин.). Ограничением для исследования служило наличие в организме металлических конструкций и аппаратов (ЭКС, хирургические стенты, скрепки и т.д.). Необходимость длительного нахождения пациента в неподвижном состоянии не всегда позволяла выполнить исследование в случаях наличия разрыва, болевого или геморрагического шока.

Для более точного определения возможностей и целесообразности применения каждого из методов мы изучили Se и Sp в отношении наиболее важных для хирурга критериев поражения зоны предшествовавшего вмешательства: наличие самой окклюзии; наличие пристеночных тромботических масс в просвете; гемодинамически значимое сужение просвета отводящих артерий и возможное расширение зоны анастомоза в виде формирования ложной аневризмы.

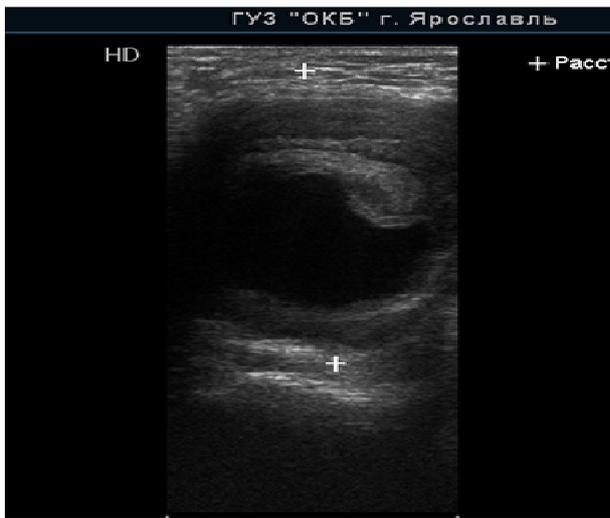


Рис.1. УЗ-картина плотной и ригидной стенки артерии с рестенозом

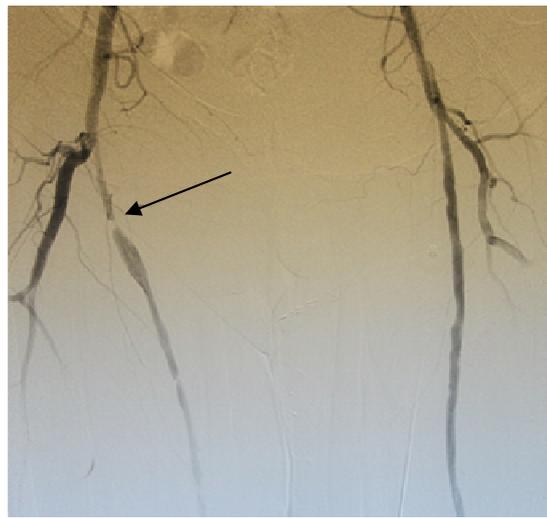


Рис.2. Стеноз проксимальной порции аутовенозного бедренно-подколенного шунта in situ справа



Рис.3. МСКТА. Функционирующий подвздошно-бедренным протезом слева

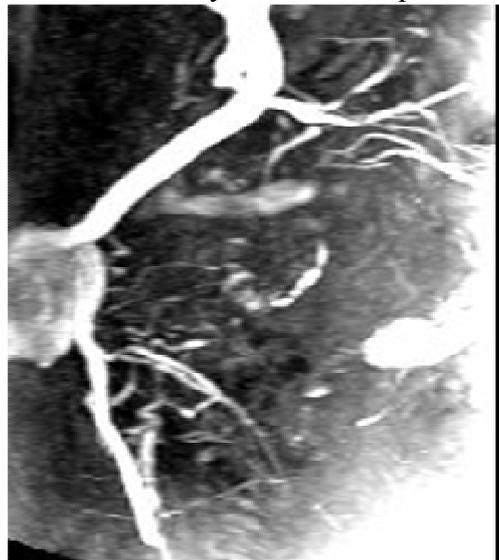


Рис.4. МРА зоны дистального анастомоза после АБШ

Результаты

Для более точного определения возможностей и целесообразности применения каждого из методов определялись чувствительность (Se) и специфичность (Sp) не только для выявления гемодинамически значимых рестенозов и реокклюзий, но и для диагностики различных сопутствующих осложнений (ложные аневризмы анастомоза, пристеночные тромбы) с учётом количества истинноположительных (ИПР), истинноотрицательных (ИОР), ложноположительных (ЛПР) и ложноотрицательных (ЛОР) результатов.

Первым этапом определяли Se и Sp каждой методики для выявления облитерирующего осложнения в аорто-подвздошном сегменте. Референсным тестом служили интраоперационные находки или совокупные данные всех остальных методов исследования.

При выявлении повторной окклюзии все методы показали высокие значения информативности, однако была отмечена несколько сниженная специфичность у МРА (93,3%), что можно объяснить отсутствием прокрашивания некоторых участков артерии из-за турбулентности. Наиболее сложными для диагностики явились пристеночные тромбы. Высокую Se и Sp при диагностике данной проблемы показала МРА (97% и 100% соответственно) и МСКТА (93,8% и 94,4%). ДСА вообще не позволяет дифференцировать слои сосудистой стенки, и тем более тромботические наложения. Наиболее высокую Se и Sp при определении значимости рестеноза в артериях большого диаметра показали ДСА и КТА (от 97,1% до 100%). При диагностике аневризм анастомозов все методы показали высокую информативность.

При диагностике поражений артерий среднего и малого диаметра КТА показала низкую информативность в выявлении пристеночных внутрипросветных образований ($Sp=91,5$; $Se=81,8\%$), тогда как УЗАС и МРА демонстрировали высокие значения Sp и Se в диагностике данной патологии. С другой стороны, МРА показала самую низкую специфичность при диагностике рестенозов и реокклюзий сосудов среднего и малого диаметров, что может быть обусловлено выпадением участков прокрашивания при турбулентном кровотоке.

ДСА и КТА показали максимальные значения чувствительности при диагностике рестенозов и реокклюзий. Погрешности расчёта степени рестеноза при выполнении УЗДС обусловлены, по нашему мнению, невозможностью дифференцировки слоёв стенки дезоблитерированного сосуда. При этом, основные показатели чувствительности и специфичности не опускаются ниже 90% как при исследовании аорто-подвздошного сегмента, так и бедренно-берцового, что говорит о возможности его многократного и частого использования с достаточной степенью информативности. Наиболее высокую информативность в диагностике рестенозов артерий среднего и малого диаметров показал метод ДСА (то 97,4% до 100%). Эти значения были даже лучше, чем при диагностике аорты и подвздошных артерий. Данные результаты приведены в таблице 1 и 2.

Таблица 1

Чувствительность и специфичность лучевых методов в выявлении облитерирующих осложнений в аорто-подвздошном сегменте в отдалённом периоде

Метод исследования	Исследуемый критерий в зоне первичного вмешательства	Число исследованных сегментов	Se	Sp
УЗДС	Наличие реокклюзии	264	99,4%	97,5%
	Значимый рестеноз		90,5%	92,2%
	Наличие пристеночных тромбов		87,2%	98,7%
	Расширение зоны анастомоза в \geq		100%	99,6%

	2раза			
ДСА	Наличие реокклюзии	163	100%	100%
	Значимый рестеноз		97,1%	100%
	Наличие пристеночных тромбов			
	Расширение зоны анастомоза в \geq 2раза		91,3%	97,1%
МРА	Наличие реокклюзии	42	100%	93,3%
	Значимый рестеноз		94,6%	89,1%
	Наличие пристеночных тромбов		97%	100%
	Расширение зоны анастомоза в \geq 2раза		100%	100%
КТА	Наличие реокклюзии	86	100%	100%
	Значимый рестеноз		100%	100%
	Наличие пристеночных тромбов		93,8%	94,4%
	Расширение зоны анастомоза в \geq 2раза		100%	100%

Таблица 2

Чувствительность и специфичность лучевых методов в выявлении облитерирующих осложнений в бедренно-берцовом сегменте в отдалённом периоде

Метод исследования	Исследуемый критерий в зоне первичного вмешательства	Число исследованных сегментов	Se	Sp
УЗАС	Наличие реокклюзии	227	98,9%	95,9%
	Значимый рестеноз		93%	93,5%
	Наличие пристеночных тромбов		95,5%	99,1%
	Расширение зоны анастомоза в \geq 2раза		100%	99,6%
ДСА	Наличие реокклюзии	171	100%	100%
	Значимый рестеноз		97,4%	99,3%
	Наличие пристеночных тромбов			
	Расширение зоны анастомоза в \geq 2раза		100%	97,9%
МРА	Наличие реокклюзии	52	100%	75%
	Значимый рестеноз		90%	68,8%
	Наличие пристеночных тромбов		92,3%	96,6%
	Расширение зоны анастомоза в \geq 2раза		100%	100%
КТА	Наличие реокклюзии	81	100%	91,7%
	Значимый рестеноз		100%	93%
	Наличие пристеночных тромбов		81,8%	91,5%
	Расширение зоны анастомоза в \geq 2раза		100%	100%

Количество отрицательных и положительных результатов в сумме не всегда соответствовало числу исследований, так как для определения ошибочных заключений обязательно проведение референсного теста, а это в силу обстоятельств было возможно не всегда (во время операции не вскрывался просвет поражённого сосуда, и мы не имели

возможности подтвердить или опровергнуть заключение, либо не все методы исследования проводились у данного пациента для совокупной оценки).

Обсуждение

По данным дуплексного ангиосканирования можно реально получить комплексную оценку состояния артериального русла нижних конечностей. Исследование эффективно для диагностики наличия, локализации, распространенности облитерирующего процесса, изучения особенностей анатомического хода артериальных стволов, помогает получить целостное представление о состоянии артериального русла у каждого конкретного пациента. Обязательное применение метода в отдаленном послеоперационном периоде позволит раньше выявлять, а значит, и успешнее лечить поздние осложнения. Особенности ультразвукового дуплексного сканирования являются возможности многократного использования, неинвазивность метода, отсутствие лучевой нагрузки, возможности оценки качественных характеристик кровотока, визуализация сосудистой стенки и тромботических масс. С другой стороны, данный метод характеризуется погрешностью и субъективизмом исследования особенно при оценке «путей оттока» ($Se=93\%$, $Sp=93,5\%$), трудностями исследования брюшной аорты у больных с повышенным индексом массы тела, обусловленными наличием газа в кишечнике, глубоким расположением артерий забрюшинного пространства, неблагоприятным углом сканирования ($Se=90,5\%$, $Sp=92,2\%$). При наличии значимых поражений отводящих сосудов, по нашему мнению, необходимо применение дополнительных методов для оценки состояния дистального русла при выработке хирургической тактики.

Благодаря данным дигитальной субтракционной ангиографии, удавалось не только ответить на вопросы степени сужения сосуда, протяжённости облитерации, но и оценить коллатеральный резерв, состояние путей оттока, а также составить комплексное представление об анатомических особенностях сосудов ноги на всём протяжении.

Чувствительность рентгеноконтрастной аортоартериографии в диагностике реокклюзий и значимых рестенозов как проксимальных, так и дистальных артериальных сегментов представляется достаточно высокой. Невозможность изучения сосудистой стенки является существенным недостатком рентгеноконтрастной ангиографии. Зато метод продемонстрировал наиболее высокую информативность в диагностике рестенозов артерий среднего и малого диаметров (от 97,4% до 100%). Эти значения были даже лучше, чем при диагностике сужений аорты и подвздошных артерий.

К недостаткам метода можно отнести несоответствие степени стеноза истинному из-за выполнения снимков только в прямой проекции, инвазивность, значительную лучевую нагрузку, введение больших доз контрастного вещества.

ДСА и КТА показали наиболее высокую чувствительность при диагностике рестенозов и реокклюзий. При выборе из данных методов необходимо учитывать, что к преимуществам КТА относится меньшая инвазивность, возможность построения объёмного изображения, изучение сосудистой стенки и топографии самого сосуда. Ограничениями в применении методики явились тяжелая и средней тяжести аллергическая реакция на йод, почечная недостаточность тяжелой степени, невозможность пациентом выполнить задержку дыхания до 15-20 сек, что особенно актуально в случаях острой нарастающей ишемии. Это, возможно, и является обоснованием низкой специфичности (93%) в диагностике степени стеноза артерий среднего и мелкого диаметров.

Приточная (время-пролётная) методика магнитно-резонансной ангиотомографии наиболее оптимальна в визуализации рестенозов забрюшинных сосудов в противоположность импульсной последовательности фазово-контрастной методики. Данный метод позволял визуализировать также и тромботические массы в просвете. Низкая (93,3%), по сравнению с другими методами, специфичность МРА при выявлении повторной окклюзии в аорто-подвздошной зоне объяснялась турбуленцией и малым диаметром сосудов. При этом, метод показал высокую специфичность и чувствительность при диагностике аневризматических осложнений и пристеночных тромботических образований. Не стоит использовать метод для определения степени стеноза артерий среднего и мелкого диаметров с учётом низкой специфичности (68,8%) и чувствительности (90%).

Недостатками метода являются также необходимость длительного нахождения пациента в неподвижном состоянии, невозможность проведения исследования у пациентов при наличии в организме металлических конструкций и аппаратов (ЭКС, хирургические стенты, металлические скрепки и т.д.).

Выводы

1. Ультразвуковое дуплексное исследование целесообразно использовать в качестве скринингового метода, позволяющего получить комплексную оценку состояния артериального русла нижних конечностей. Исследование эффективно для диагностики наличия, локализации и распространенности облитерирующего процесса.
2. При наличии значимых поражений отводящих сосудов необходимо дополнять УЗДС другими методами для более полной оценки состояния дистального русла и выработки хирургической тактики.
3. ДСА и КТА показали наиболее высокую чувствительность при диагностике рестенозов и реокклюзий. К преимуществам КТА относится меньшая инвазивность, возможность построения объёмного изображения, изучение сосудистой стенки и топографии самого сосуда.

4. МРА наиболее оптимальна в визуализации рестенозов забрюшинных сосудов в противоположность импульсной последовательности фазово-контрастной методики. Данный метод позволял визуализировать тромботические массы в просвете, а также аневризматические изменения. Не стоит использовать метод для определения степени стеноза артерий среднего и мелкого диаметров с учётом низкой специфичности (68,8%) и чувствительности (90%).

Список литературы

1. Кузнецов М.Р. Прогнозирование отдалённых результатов оперативного лечения больных с облитерирующим атеросклерозом артерий нижних // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2008. – Т.14, №1. – С. 106-113.
2. Покровский А.В., Зотиков А.Е. Повторные операции на аорто-бедренном сегменте. Клиническая ангиология. – М.: Медицина, 2004. – С. 153-167.
3. Спиридонов А.А. Результаты реконструктивных операций в аортобедренной зоне с применением различных эксплантатов // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. -2004 - №1. – С. 26-37.
4. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II) / L. Norgren [et al.] //Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg. – 2007. -№33. – P. 1-70.
5. McKeon S.A. Percutaneous transluminal angioplasty for critical stenoses following infra-popliteal bypass: is it worthwhile? // Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery (Cont.: Abstracts for European Society for Cardiovascular Surgery 55th International Congress). - 2006. – 5 (Suppl.1). – P. 27-28.

Рецензенты:

Калинин Р.Е., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой ангиологии, сосудистой, оперативной хирургии и топографической анатомии ГБОУ ВПО РязГМУ Минздрава России, г.Рязань.

Казakov А.Ю., д.м.н., доцент кафедры сердечно-сосудистой хирургии ГБОУ ВПО Тверская ГМА Минздрава России, г.Тверь.