

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТРАОПЕРАЦИОННОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДУПЛЕКСНОГО СКАНИРОВАНИЯ ПРИ РЕНТГЕНЭНДОВАСКУЛЯРНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ НА ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ АРТЕРИЯХ

Вихерт Т.А., Зудин А.М., Атьков О.Ю., Учкин И.Г., Шугушев З.Х.,
Тарковский А.А.

В работе представлен пример успешного хирургического лечения тромботической окклюзии бедренно-подколенного шунта в отдалённом периоде комбинированным способом. Первым этапом хирургического лечения в условиях рентгенооперационной выполнялась открытая тромбэктомия из шунта. Вторым этапом производилась баллонная ангиопластика и стентирование дистального анастомоза, дистального артериального русла.

Ключевые слова: ультразвуковое дуплексное сканирование сосудов, эндоваскулярные вмешательства, периферические артерии, диагностика.

APPLICATION OF INTRAOPERATIVE DUPLEX ULTRASONOGRAPHY (DUS) DURING ENDOVASCULAR PROCEDURES OF THE PERIPHERAL ARTERIES

Wiechert T.A., Zudin A.M., Atkov O.Y., Uchkin I.G., Shugushev Z.H., Tarkovsky A. A.

The article presents results of intraoperative duplex ultrasonography (DUS) during endovascular procedures in patients with occlusive-stenotic lesions of the peripheral arteries. Based on collected data it was shown that the assessment of the peripheral arteries during balloon angioplasty and stenting with DUS improves the quality of diagnosis of vascular lesions, allows better planning and extent of endovascular intervention for each patient individually and, therefore improves the outcomes of the procedure.

Keywords: ultrasonic duplex scanning of vessels, endovascular interventions, peripheral arteries, the diagnosis.

ГБОУ ВПО РНИМУ им. Н.И. Пирогова.
НУЗ ЦКБ № 2 им. Н.А. Семашко ОАО "РЖД".
ГБОУ ВПО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России.
г. Москва, Россия

The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov (RNRMU).
Central Clinical Hospital № 2 n. a. N.A. Semashko.
I.M. Sechenov First Moscow State Medical University.
Moscow, Russia

Сердечно-сосудистые заболевания занимают лидирующее место в структуре смертности населения. При этом облитерирующие артериопатии нижних конечностей и ишемические поражения головного мозга являются одними из главных причин инвалидизации и летальности больных [1,2].

Известно, что ангиография остается «золотым» стандартом диагностики облитерирующих артериопатий, так как предоставляет полную информацию об анатомическом строении артериальной системы в целом. Однако этот метод не позволяет оценить морфологию сосудистой стенки и имеет ряд ограничений [3,4,5]. К основному недостатку ангиографии относится инвазивность, которая может приводить к це-

лому ряду сосудистых осложнений: тромбозу, диссекции интимы, кровотечению, образованию пульсирующей гематомы, выраженным аллергическим реакциям на рентгеноконтрастный препарат [6]. Кроме этого, качество ангиографического изображения может ухудшаться из-за появления артефактов от движения или низкой скорости кровотока.

Информативность метода зависит также от адекватности использованных проекций [7,8]. Например, однопроекционная ангиография малоинформативна при расположении в плоскости съемки атеросклеротических бляшек (АСБ). К другим недостаткам метода относятся: лучевая нагрузка, нефротоксическое действие контрастного вещества, невозможность визуа-



Рис. 1. УЗДС. В-режим. Продвижение проводника в ВСА.

ализации сосудистой стенки и оценки функционального состояния магистрального русла [9]. В связи с этим актуальным является поиск альтернативных информативных и безопасных способов диагностики состояния периферического сосудистого русла.

Известно, что ультразвуковые методы обследования играют ведущую роль среди инструментальных методик, используемых для диагностики окклюзионно-стенотических поражений артерий [10]. К неоспоримым преимуществам метода следует отнести: неинвазивность, относительно невысокую стоимость, мобильность, безопасность и возможность многократного повторения [11]. Дуплексное сканирование сосудов сочетает два режима: двухмерную серошкальную эхографию и один из доплеровских режимов, работающих в реальном времени. Таким образом, имеется возможность визуализации структуры сосуда с одновременным получением цветовой картограммы или доплеровского спектра потока крови. Противопока-

зания к проведению ультразвукового исследования не описаны [12].

В настоящее время во всем мире успешно развивается рентгенэндоваскулярная хирургия как метод лечения облитерирующих заболеваний артерий [13,14]. В качестве способа улучшения результатов ЭВ предлагается использовать интраоперационное цветное дуплексное сканирование для контроля за ходом реконструкции, выявления изменений в области оперированных артериальных сегментов и их своевременного устранения [15].

Однако в современных литературных источниках данные о применении интраоперационного дуплексного сканирования в эндоваскулярной хирургии практически отсутствуют, в связи с чем целью настоящего исследования явилась оценка диагностических возможностей метода УЗДС, примененного в ходе ЭВ у пациентов с окклюзионно-стенотическими поражениями артерий бедренно-подколенного сегмента (БПС) и сонных артерий.

Материалы и методы.

За период с сентября 2010 г. по октябрь 2012 г. было проведено 69 эндоваскулярных вмешательств на периферических артериях. Медиана среднего возраста больных составила 62 года при интерквартильном размахе [52;66].

Распределение по полу было следующим: мужчин – 59 (86%), женщин – 10 (14%). Из них у 27 (39%) было диагностировано стеноокклюзирующее поражение сонных артерий, у 42 (61%) – поражение БПС.

Определяющим фактором в отборе пациентов на рентгенэндоваскулярное стентирование сонных артерий являлась степень сужения просвета сосуда, при этом учитывались характер поражения, наличие или отсутствие стеноза контралатеральной внутренней сонной артерии, извитость общей сонной артерии и прокси-



Рис. 2,а

Рис. 2,а. УЗДС. В-режим.
ВСА во время позиционирования стента (указан стрелкой).



Рис. 2,б

Рис. 2,б. УЗДС. В-режим.
ПБА во время позиционирования стента (указан стрелкой).

Таблица №1. Динамика гемодинамических и количественных параметров сонных артерий у пациентов до, во время и после проведения ЭВ по данным УЗДС (n=34).

Параметр	Медиана, [интерквартильный отрезок)			p			
	1-я подгруппа (n=34)	2-я подгруппа (n=34)	3-я подгруппа (n=34)	КУ	МУ		
					2 vs 1	3 vs 2	3 vs 1
<i>PSV, см/с</i>	200 [125;235]	75 [45;90]	65 [44;75]	< ,001	<0,001	NS	<0,001
<i>Ved, см/с</i>	50 [42;102]	22 [12;35]	20 [12;26]	<0,001	<0,001	NS	<0,001
<i>Vm, см/с</i>	100 [69,7;140,7]	40 [20;53,3]	35 [22,3;45,3]	<0,001	<0,001	NS	<0,001
<i>PI</i>	1,14 [0,9;1,24]	1,2 [1,04;1,38]	1,19 [1,09;1,39]	0,526	NS		
<i>RI</i>	0,65 [0,56;0,68]	0,67 [0,62;0,72]	0,67 [0,63;0,72]	0,354	NS		
<i>S/D</i>	2,85 [2,29;3,11]	3 [2,6;3,54]	3 [2,71;3,6]	0,526	NS		
<i>Степень стеноза, %</i>	75 [65;80]	10 [5;15]	10 [0;15]	<0,001	<0,001	NS	<0,001

мального отдела внутренней сонной артерии на стороне оперативного вмешательства. В то время как показаниями для имплантации стентов в артерии нижних конечностей являлись: баллонная ангиопластика при окклюзии артерии, остаточный резидуальный стеноз, первичное стентирование для улучшения отдаленной проходимости, рестенозирование зоны баллонной ангиопластики.

Всем больным выполнялось ультразвуковое дуплексное сканирование сонных артерий и артерий бедренно-подколенного сегмента по общепринятым методикам на аппарате Унисон 2-03 (Россия) с помощью линейного датчика с частотой 7,5 МГц. В связи с тем, что УЗДС проводилось до, во время и после ЭВ (в ближайший послеоперационный период, т.е. на 1-е сутки после операции), полученные результаты были отнесены к 1-й, 2-й и 3-й подгруппам соответственно, и сравнивались в дальнейшем между собой.

Для качественной оценки положения, локализации и структурных особенностей стента использовали В-режим; проходимость стента определялась в режиме цветового доплеровского картирования в сочетании с данными спектра доплеровского сдвига частот; при этом оценивались такие количественные параметры, как линейная скорость кровотока (ЛСК), конечная диастолическая скорость кровотока (Ved), средняя скорость кровотока (Vm), индекс Стюарта(S/D), индекс Гослинга (пульсационный индекс) PI, индекс Пурсело (индекс резистивности), RI и степень стеноза. Степень стенозирования артерий определялась по соотношению диаметра артерии в месте максимального стеноза и диаметра остаточного просвета артерии - метод European Carotid Surgery Trial (ECST).

Статистическая обработка проведена с помощью пакета прикладных программ Statistica 6.0. Поскольку распределение большинства количественных показателей не было нормальным, а групповые дисперсии не были равны, различия между группами определяли с помощью непараметрического теста Краскала-Уоллиса, а при обнаружении статистически значимых различий проводили парные сравнения с применением теста Манна-Уитни [16]. Статистически значимыми считали различия при p<0,05.

Результаты.

При проведении УЗДС сонных артерий перед ЭВ у 21 (62%) пациента выявлялись концентрические гетерогенные АСБ с преобладанием гиперэхогенного компонента, у 13 (38%) пациентов – гетерогенные АСБ с преобладанием гипозоногенного компонента. До проведения ЭВ медиана ЛСК составила 200 см/с при интерквартильном отрезке [125;235] см/с, медиана Ved составила 50 [42;102] см/с, медиана Vm составила 100 [69,7;140,7] см/с, медиана степени стеноза 75 [65;80] %.

УЗДС проводилось на всех этапах ЭВ, при этом продвижение проводника в ВСА через зону стеноза являлось наиболее важным в связи с возможностью травматизации и отслоения АСБ (Рис. 1, Рис. 2.).

При сравнении полученных показателей оказалось, что большинство переменных в анализируемых группах не имели нормального распределения и обладали неодинаковыми дисперсиями, поэтому для статистического анализа были использованы непараметрические методы. На первом этапе выявление различий между всеми группами производилось с помощью теста Краскала –Уоллиса. На втором этапе с

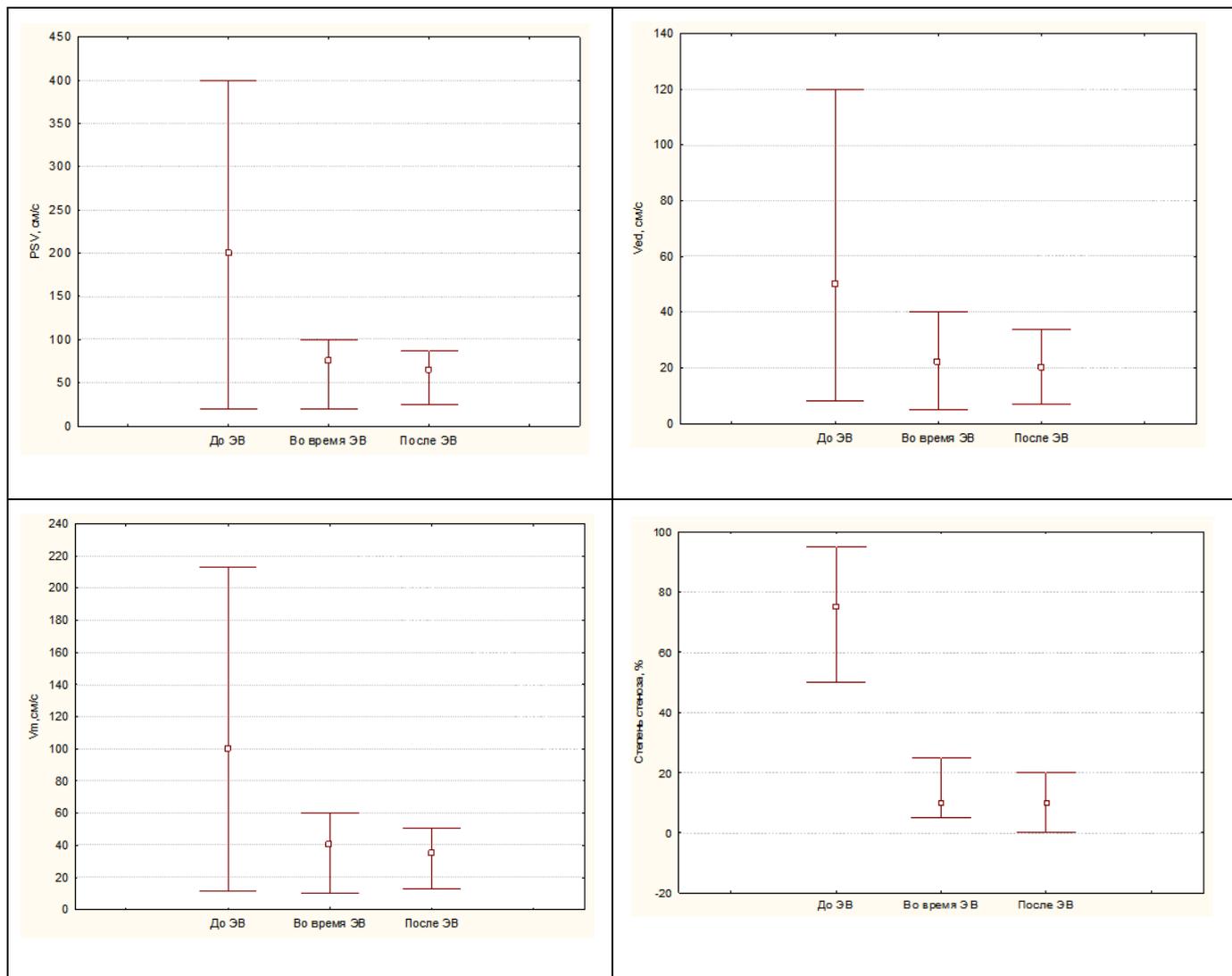


Рис. 3. Медианы и интерквартильный отрезок количественных и гемодинамических показателей сонных артерий, различия между которыми достигли наибольшей статистической значимости.

помощью теста Манна-Уитни были проведены парные сравнения между подгруппами по четырем показателям, различия по которым достигли статистической значимости (Табл.1, Рис.3).

Как видно из таблицы 1, статистически значимых различий между обследованными подгруппами при $p=0,05$ не было обнаружено для PI, RI, S/D.

При этом у пациентов при интраоперационном УЗДС наблюдалось достоверное ($p<0,001$) снижение PSV, Ved, Vm и степени стеноза сонных артерий по сравнению с исследованием, проведенным до ЭВ.

Также было зафиксировано статистически значимое ($p<0,001$) снижение PSV, Ved, Vm и степени каротидного стеноза у пациентов при УЗДС, выполненном после ЭВ по сравнению с исследованием до проведения оперативного лечения.

Достоверных различий между упоминаемыми показателями при УЗДС во время и после

ЭВ не отмечено, что, вероятно, связано с качественным выполнением хирургического вмешательства на фоне проведенного интраоперационного УЗДС сонных артерий.

В процессе одной операции на артериях БПС эндоваскулярное вмешательство могло выполняться сразу на нескольких артериях, при этом каждая артерия считалась сегментом эндоваскулярного вмешательства. Таким образом, было исследовано 48 сегментов планируемых эндоваскулярных вмешательств: 30 на поверхностных бедренных артериях (ПБА) и 18 на подколенных артериях (ПА). Во всех случаях был выявлен атеросклероз сосудов. По распространенности АСБ по стенкам артерии в ПБА (за исключением трех случаев окклюзии ПБА) локальные (эксцентрические) АСБ были диагностированы в 8 (16,7%) случаях, концентрические АСБ - в 19 (39,6%) случаях. При исследовании ПА во всех 18 (37,5%) случаях были диагностированы концентрические АСБ, которые имели гетерогенный характер с преобладанием

Таблица 2. Динамика гемодинамических и количественных параметров ПБА у пациентов до, во время и после проведения ЭВ по данным УЗДС (n=30).

Параметр	Медиана, [интерквартильный отрезок]			p			
	1-я под- группа (n=30)	2-я под- группа (n=30)	3-я под- группа (n=30)	КУ	МУ		
					2 vs 1	3 vs 2	3 vs 1
<i>PSV, см/с</i>	250 [220;390]	95 [85;102]	72 [65;80]	<0,001	<0,001	NS	<0,001
<i>Ved, см/с</i>	18 [17; 20]	15 [14;18]	15 [12;16]	<0,001	<0,001	NS	<0,001
<i>Vm, см/с</i>	85 [83;141]	43 [38;45]	34 [31;36]	<0,001	<0,001	< NS	<0,001
<i>PI</i>	4,2 [3,7;5,1]	5,8 [4,6;6,3]	6,2 [5,6;6,7]	0,35	NS		
<i>RI</i>	0,93 [0,92;0,95]	0,84 [0,82;0,86]	0,80 [0,77;0,84]	0,52	NS		
<i>S/D</i>	14,7 [12,2;20]	6,3 [5,7;7]	5 [4,4;6,1]	0,45	NS		
<i>Степень стеноза, %</i>	71 [70;75]	12 [5;20]	11 [5;18]	<0,001	<0,001	NS	<0,001

Таблица 3. Динамика гемодинамических и количественных параметров ПА у пациентов до, во время и после проведения ЭВ по данным УЗДС (n=18).

Параметр	Медиана, [интерквартильный отрезок]			p			
	1-я под- группа (n=18)	2-я под- группа (n=18)	3-я под- группа (n=18)	КУ	МУ		
					2 vs 1	3 vs 2	3 vs 1
<i>PSV, см/с</i>	220 [185;232]	85 [81;98]	70 [65;80]	<0,001	<0,001	NS	<0,001
<i>Ved, см/с</i>	16 [12; 18]	12 [10;15]	10 [8;14]	<0,001	<0,001	NS	<0,001
<i>Vm, см/с</i>	72 [67;125]	42 [36;46]	35 [35;38]	<0,001	<0,001	< NS	<0,001
<i>PI</i>	3,8 [3,2;4,9]	5,6 [4,3;6,4]	6,1 [5,6;6,4]	0,42	NS		
<i>RI</i>	0,93 [0,92;0,95]	0,84 [0,82;0,86]	0,80 [0,77;0,84]	0,38	NS		
<i>S/D</i>	13,8 [10,2;16,3]	7,1 [5,4;8,2]	6,8 [5,2;7,2]	0,41	NS		
<i>Степень стеноза, %</i>	65 [62;75]	10 [5;20]	10 [5;18]	<0,001	<0,001	NS	<0,001

Примечание. Данные представлены в виде медианы количественных показателей, в квадратных скобках показан интерквартильный отрезок; 1-я подгруппа – пациенты, которым УЗДС выполнялось до ЭВ; 2-я подгруппа- пациенты, которым проводилось интраоперационное УЗДС; 3-я подгруппа- пациенты, которым проводилось УЗДС в ближайший послеоперационный период (на 1-е сутки после ЭВ). *PSV* - пиковая систолическая скорость кровотока, *Ved* - конечная диастолическая скорость, *PI* - пульсационный индекс (индекс Гослинга), *RI* - индекс резистивности (индекс Пурсело), *Vm* - средняя скорость кровотока, *S/D* - систоло-диастолический коэффициент, *P* - уровень статистической значимости различий при сравнении всех групп с помощью теста Краскалла – Уоллиса ((КУ); статистически значимые различия при $p < 0,001$ выделены жирным шрифтом) и парном сравнении групп с помощью теста Манна-Уитни (МУ); NS – статистически незначимые различия ($p \geq 0,05$).

компонента повышенной экзогенности в 38 (79,2%) случаях, с преобладанием компонента пониженной экзогенности – в 10 (20,8%) случаев.

АСБ имели осложненный характер (изъязвленная поверхность) в ПБА - у 22 (45,8%) пациентов, в ПА - в 7 (14,6%) случаях. При локализации АСБ в дистальном сегменте ПБА, как правило, отмечалось распространение АСБ в проксимальный сегмент ПА.

При проведении ультразвукового дуплексного сканирования до оперативного лечения медиана PSV ПБА в среднем по группе составляла 250 [220;390] см/с, степень стеноза -71 [70;75]%, в то время как при интраоперационном дуплексном сканировании регистрировалось снижение PSV до 95 [85;102] см/с, степень остаточного стеноза составляла в среднем по группе 11 [5;18] %. При ультразвуковом исследовании на 1-е сутки после ЭВ отмечалось снижение PSV ПБА до 72 [65;80] см/с, что значимо ($p<0,01$) отличалось от таковых значений ЛСК при проведении эндоваскулярного вмешательства (Табл.2, 3).

При УЗДС во время баллонной ангиопластики в ПБА в 2 случаях (47%) наблюдалась диссекция интимы, что потребовало установки стента на данном участке.

Как видно из таблиц, статистически значимых различий между обследованными подгруппами при $p=0,05$ не было обнаружено для PI, RI, S/D.

Список литературы:

- Осинов А.В. Ультразвуковые диагностические приборы. Практическое руководство для пользователей. – М.: Видар, 1999 – 234 с.
- Ковалевская О.А., Белоярцев Д.Ф. Значение цветового дуплексного сканирования в оценке отдаленных результатов после проксимальных реконструкций ветвей дуги аорты // Ангиология и сосудистая хирургия. – 1999. – Т.5. – № 1. – С. 41-49.
- Riddley E.L. Ultrasound angiograms map signal strength // Diagnostic imaging. – 1993. – Vol.8. – P. 106-107.
- Айриян П.Э., Бахтиозин Р.Ф., Джорджикян Р.К. Цветовое дуплексное сканирование в морфологической и функциональной диагностике окклюзирующих заболеваний артерий нижних конечностей // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2004. – Т. 10, № 2. – С. 45-50.
- Лазарев В.А., Волков С.Б., Иванов В.А., Антонов Г.И. Стентирование внутренней сонной артерии с церебральной протекцией// Нейрохирургия. – 2005. – № 3. – С. 27-32.
- Фурно И., Дэненс К., Малекс Г., Невелстин А. Ангиопластика сонных артерий: Современное состояние проблемы // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2003. – Т.9. – № 3. – С. 101-103.
- Bates et al. ACCF/SCAI/SVMB/SIR/ASITN Clinical Expert Consensus Document on Carotid Stenting: A Report of the American College of Cardiology Foundation Task Force on Clinical Expert Consensus Documents // Journal of the American College of Cardiology. 2007. Vol. 49, Issue 1, Pages 126-170
- Steven M., Nassef T. Treatment of chronic lower limb ischaemia / Vascular and Endovascular Surgery. Ed. by Berd J.D., Gaines P.A. 3rd ed. Elsevier saunders. – 2006. – P. 35-68.
- Кузнецов М.Р. Основные принципы диагностики и лечения облитерирующего атеросклероза артерий нижних конечностей // Лечебное дело. – 2008. – № 1. – С. 3-8.
- Василец В.А., Мальцев А.А., Зенин Д.М. Транслюминальная баллонная ангиопластика и стентирование артерий нижних конечностей // Уральский медицинский журнал. – 2006. – № 9. – С. 61-63.
- Коков Л.С., Глаголев С.В., Калашиников С.В., Капранов С.А. Рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение облитерирующих поражений брюшной аорты и артерий подвздошно-бедренного сегмента / Сосудистое и внутриорганное стентирование. – М.: Издательский Дом «Грааль», 2003. – С.50-74.
- Polak J.F., Karmel M.I., O'Leary D.H. et al. Determination of the extent of lower extremity peripheral arterial disease with color-assisted duplex sonography: comparison with angiography // Vascular surgery 1990. – Vol. 155, № 5. – P.1085-1089.
- Покровский А. В., Ситников А. В., Грязнов О. Г., Бирюков С.А. Профилактика и лечение осложнений ангиопластики и стентирования. Сосудистое и внутриорганное стентирование. // М.: Издательский Дом «Грааль». – 2003. – С. 253 - 261.
- Гавриленко А.В., Скрылев С.И., Вериге А.В. и др. Интраоперационная ангиоскопия в хирургии облитерирующих

В то время как при интраоперационном УЗДС у пациентов наблюдалось достоверное ($p<0,001$) снижение PSV, Ved, Vm и степени стеноза ПБА по сравнению с исследованием, проведенным до ЭВ, что говорит о качественном проведении операции.

Выводы.

Интраоперационное дуплексное сканирование с применением режима ЦДК является оптимальным, безопасным, неинвазивным методом оценки состояния сосудов в процессе проведения рентгенэндоваскулярных вмешательств на периферических артериях, позволяющим уточнить результаты ангиографии при выборе оптимальных размеров стента, верно определить его позиционирование и, при необходимости, улучшить его расправление или своевременно принять меры по устранению диссекции интимы.

Критериями успешного проведения ЭВ на периферических артериях являются: восстановление геометрии и просвета артерии, точность позиционирования стента, полная сопоставимость диаметра стента и артерии в «проблемной зоне», снижение PSV, Ved, Vm и степени стеноза ($p<0,001$).

Комплексное УЗДС, выполненное в ходе ЭВ, позволяет оптимизировать ход операции у каждого конкретного пациента, снизить частоту рестеноза в отдаленном периоде.

заболеваний артерий нижних конечностей. // *Ангиология и сосудистая хирургия*. – 1999. - №1. - С.113 - 117.

15. Bandyk D.F., Mills J.L., Gahtan V., Esses G.E. *Intraoperative duplex scanning of arterial reconstructions.*//*J.Vasc.Surg.* –

1994. – Vol.20. – P.426-433.

16. Петри А., Сэбин К. *Наглядная медицинская статистика*. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 168 с.