

НАЙДЕН Т. В., БАРТОШ-ЗЕЛЕНАЯ С. Ю.,  
ЕНЬКИНА Т. Н., АБРАМОВ Е. А.

## Сравнительная характеристика ультразвуковых и ангиографических методов исследования сонных артерий при мультифокальном атеросклерозе

*Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова; 191015,  
ул. Кирочная, д.41, Санкт-Петербург, Россия  
e-mail: kazimir\_gizm@mail.ru*

### Реферат

Согласно данным современной статистики, изолированное атеросклеротическое поражение одного анатомо-функционального артериального бассейна встречается в два раза реже, чем сочетанное поражение нескольких бассейнов. В структуре мультифокальных поражений значимые стеногические процессы (>50 %) отмечаются в 25 % случаев. В подобных ситуациях встает вопрос об определении тактики лечения, в частности, хирургического — этапности и очередности реваскуляризации, а также динамического контроля результатов оперативных вмешательств. Следовательно, возникает необходимость применения высокоинформативных, доступных и, по возможности, неинвазивных диагностических методов. Рентгеноконтрастная ангиография (АГ) до настоящего времени остается общепризнанным методом «золотого стандарта», тогда как дуплексному сканированию (ДС) традиционно отводится роль скрининга. Согласно рекомендациям Европейского общества сосудистых хирургов (2012) по хирургическому лечению пациентов с атеросклерозом различных артерий, в отдельных ситуациях допускается применение ДС в качестве решающего метода перед операцией [11]. Многие авторы сообщают об эффективности применения магнитно-резонансной и компьютерной томографии в целях предоперационной диагностики. Однако эти методы доступны далеко не в каждом лечебном учреждении и имеют высокую стоимость.

Целью исследования явилась сравнительная оценка методов ДС и АГ сонных артерий (СА), их чувствительности и специфичности, у пациентов с мультифокальным атеросклерозом (МФА). В группу обследования были включены 64 пациента в возрасте 45–59 лет с сочетанным поражением коронарных (КА), сонных артерий и артерий нижних конечностей (АНК), степень стенозирования которых определяли как с помощью дуплексного сканирования, так и с помощью ангиографии. Чувствительность и специфичность ДС для определения степени стенозирования сонных артерий составили 86 и 71 % соответственно. Результаты АГ обеспечивали диагностику стенозирующих поражений с чувствительностью 97 % и специфичностью 86 %. В отношении выявления нестабильных атеросклеротических бляшек, ДС обеспечивало более полную информацию. Таким образом, ДС может служить эффективным методом не только скрининговой, но и во многих случаях предоперационной неинвазивной диагностики при МФА, обеспечивая комплексную оценку поражения.

**Ключевые слова:** ультразвуковое дуплексное сканирование, мультифокальный атеросклероз, ангиография, стеноз сонных артерий.

### Введение

Атеросклероз как системное заболевание носит мультифокальный характер, т. е. вызывает поражение различных сосудистых бассейнов и приводит к развитию таких социально значимых заболеваний, как ишемическая болезнь сердца, хроническая недостаточность мозгового кровообращения, хроническая артериальная недостаточность артерий нижних конечностей (ХАНК).

По данным Всемирной организации здравоохранения (2011), клинически манифестированной формой мультифокального атеросклероза (МФА) страдает 25–27 % населения Земного шара. Среди всех мультифокальных поражений доля значимых стенозов (>50 %) нескольких артериальных бассейнов достигает 25 %.

В настоящее время вопрос выбора лечебной тактики (консервативной терапии, одномоментной или этапной хирургической реваскуляризации, последовательности этапов лечения) четко не определен и

решается индивидуально на основании комплексной оценки результатов обследования [1].

Согласно решению 14-й конференции Российского общества ангиологов и сосудистых хирургов (2003), для правильной диагностики стеноза сонных артерий (СА) достаточным следует признать метод дуплексного сканирования (ДС). В ряде работ обсуждается возможность выполнения реконструктивных операций на сонных артериях по результатам ультразвуковой оценки без проведения ангиографии [7]. Однако в последних рекомендациях Всероссийского научного общества кардиологов (2013) дуплексному сканированию отводится роль скринингового метода для отбора пациентов с атеросклерозом СА, в то время как основную информацию для определения хирургической тактики обеспечивает ангиография (АГ). Рентгеноконтрастная ангиография предоставляет достаточно полную информацию об анатомии исследуемого артериального бассейна, локализа-

ции и протяженности стенозирующих поражений. Однако несмотря на высокую информативность, ангиография имеет ряд существенных недостатков, связанных, в первую очередь, с повышенным риском и лучевой нагрузкой на пациента и интервенционного хирурга. Необходимо учитывать также технические ограничения, связанные с визуализацией сосуда в одной плоскости, невозможностью оценить состояние сосудистой стенки и функциональные параметры кровотока. Ультразвуковое дуплексное сканирование является методикой, которая сочетает в себе возможность как многоплоскостной визуализации артерий в реальном времени, так и изучения функциональных параметров кровотока.

Цель работы — сопоставить данные дуплексного сканирования и ангиографии артерий каротидного бассейна у пациентов с МФА и определить чувствительность и специфичность ультразвуковых и ангиографических методов в диагностике атеросклероза данных артерий.

### Материал и методы исследования

В результате скрининга 565 мужчин в возрасте 45–59 лет для углубленного исследования была отобрана группа пациентов (64 человека), имевших, по данным комплексного клинико-лабораторного и инструментального обследования, МФА со значимым (>50 %) поражением коронарных (КА), СА и брюшной аорты (БА) с бассейном артерий нижних конечностей (АНК). Средний возраст больных составил 53±5,4 года.

Критериями исключения из исследования являлись ХАНК IV ст. по классификации Фонтейна–Покровского, гипертоническая болезнь с уровнем систолического артериального давления (АД) выше 220 мм рт. ст. и диастолического — выше 130 мм рт. ст., инсульт или инфаркт миокарда за последние 3 месяца, тяжелые нарушения сердечного ритма, острые артериальные и венозные тромбозы, а также онкологические и аутоиммунные заболевания. В исследование не включались пациенты со значимым поражением подключичных и позвоночных артерий в связи с различными подходами в оценке степени их стенозирования. Все пациенты получали комплексное клинико-лабораторное и инструментальное обследование, в том числе ДС и АГ сонных артерий.

Ультразвуковое дуплексное сканирование проводилось с помощью ультразвуковой системы Vivid 7 Pro (GE, USA) линейным датчиком с частотой излучения 5–7,5 МГц. Дуплексное сканирование СА включало оценку общих (ОСА), внутренних (ВСА) и наружных сонных (НСА).

Оценка проходимости артерий проводилась при продольном и поперечном сканировании с использованием двухмерного изображения в В-режиме, цветового и энергетического картирования кровотока, а также импульсно-волновой доплерографии. Исследовались состояние сосудистой стенки, локализация, протяженность и степень стенозирующего поражения. Для определения выраженности стенозирующего процесса в артериях пользовались оценкой остаточного диаметра и площади сосуда в зоне

максимального стенозирования, а также анализом спектральных характеристик доплеровского сдвига частот (пиковая систолическая скорость кровотока, характер огибающей спектра, резистивный индекс, систолидиастолическое отношение).

С целью характеристики состояния атеросклеротических бляшек (АСБ) использовали классификацию С.М. Stefen et al. (1989), дополненную G. Geroulakos (1993), согласно которой выделяют гомогенные и гетерогенные, различные по эхогенности, а также кальцинированные бляшки [10]. К признакам нестабильности относили наличие кровоизлияний и изъязвлений в структуре бляшки.

Рентгеноконтрастная ангиография выполнялась на ангиографических установках «Toshiba CAS 3000» и «Siemens AXIOM Artis». Для определения показаний к хирургическому лечению использовали критерии NASCET (North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial, 1991), Европейского общества сосудистых хирургов (ESSV, 2009), Российского общества ангиологов и сосудистых хирургов (РОАСХ, 2012) и Американской ассоциации кардиологов (АНА, 2013). Гемодинамически значимый артериальный стеноз диагностировали при поражении >50 %. Стенозирование в пределах 50–69 % считалось умеренным, а 70–99 % — выраженным поражением [1, 9, 11]. Одномоментная или этапная реваскуляризация всех трех бассейнов на фоне консервативной терапии выполнена у 57 пациентов (89 %). Консервативное лечение по стандартной схеме назначалось всем прооперированным больным, а также в случае добровольного отказа пациента от оперативного вмешательства (5 человек, 8 % пациентов) и при наличии противопоказаний, связанных преимущественно с последствиями перенесенного ишемического инсульта (2 человека, 3 %).

При оценке чувствительности и специфичности ДС и АГ в качестве референтного метода использовались данные интраоперационных наблюдений и макроскопической оценки АСБ сонных артерий.

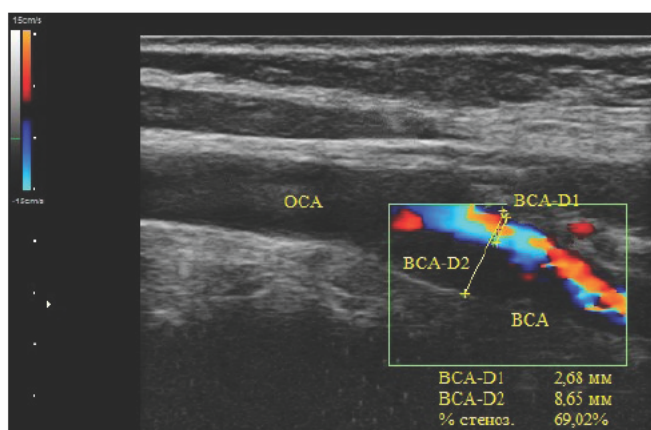
### Результаты исследования и их обсуждение

При обследовании артерий каротидного бассейна с помощью ДС стеноз в зоне бифуркации ОСА, а также в стволе ВСА 50–69 % выявлен у 36 пациентов (56 %, рис. 1), 70–99 % — у 11 человек (17 %, рис. 2), субокклюзирующее и окклюзирующее поражение — у 12 больных (19 %, рис. 3). У 5 пациентов (8 %) поражение, по данным дуплексного сканирования, определено как незначимое (<50). С помощью ангиографии ветвей дуги аорты стеноз 50–69 % выявлен у 43 пациентов (67 %), 70–99 % — у 10 человек (16 %), окклюзирующее поражение — у 11 (17 %). По данным 57 интраоперационных наблюдений, стеноз СА 50–69 % имели 39 человек (68,4 %), 70–99 % — 7 человек (12,3 %), у 11 пациентов (19,3 %) выявлено окклюзирующее поражение. Среди пациентов, не подвергшихся оперативному вмешательству, стенозирование СА 50–69 % имели 5 человек (8 %), 70–99 % — 2 человека (3 %), тогда как по данным АГ, у всех 7 пациентов (11 %) диагностировано стенозирование 50–69 % (табл. 1).

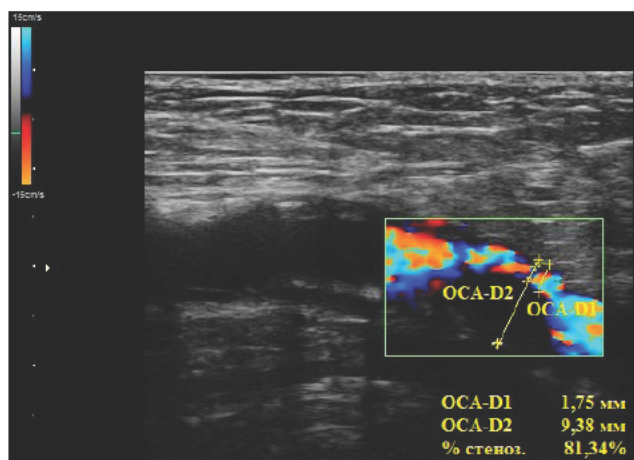
## Возможности дуплексного сканирования и ангиографии для определения степени атеросклеротического поражения сонных артерий по сравнению с данными интраоперационной оценки

Таблица 1

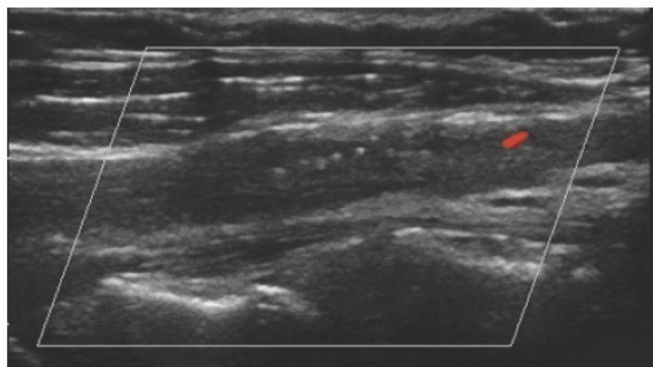
Метод оценки	Степень стенозирования, %				Всего
	<50	50–69	70–99	окклюзия	
Дуплексное сканирование	5	36	11	12	64
Ангиография	0	43	10	11	64
Интраоперационная верификация	0	39	7	11	57



**Рис. 1.** Эхограмма общей сонной артерии и устья внутренней сонной артерии: стенозирование внутренней сонной артерии по диаметру составило 69 %



**Рис. 2.** Эхограмма общей сонной артерии и устья внутренней сонной артерии: стенозирование внутренней сонной артерии по диаметру составило 81 %



**Рис. 3.** Эхограмма общей сонной артерии и устья внутренней сонной артерии: субокклюзия в области бифуркации общей сонной артерии

Как следует из данных табл. 1, результаты ДС и АГ в отношении степени стенозирования сонных артерий были сопоставимы в 92 % случаев при их окклюзии; при выраженном стенозе СА (70–99 %) соответствие данных регистрировалось в 82 % случаев; при стенозе 50–69 % — в 84 % случаев. Результаты ДС и интраоперационной оценки поражения СА совпадали в 86 % случаев, соответствие данных АГ и интраоперационной верификации регистрировалось у 98 % прооперированных больных ( $p > 0,05$ ). Результаты, полученные А. А. Фокиным и др. (2006), напротив, свидетельствуют о большей сопоставимости данных ДС (90 %), чем АГ (64 %), с данными интраоперационной оценки [7].

У 34 пациентов (53 %) выявлены бляшки гетерогенной структуры, в том числе с признаками кровоизлияния или изъязвления поверхности, так называемые нестабильные, которые, по данным дуплексного сканирования СА, определялись у 15 больных (23 %), тогда как при ангиографии — только у 6 человек (9 %). Признаки нестабильности присутствовали независимо от степени стеноза, всегда в сочетании с гетерогенной структурой бляшек (табл. 2), за исключением окклюзирующего поражения, при котором все бляшки расценены как стабильные, что согласуется с наблюдениями других авторов [8, 12]. Гомогенные и кальцинированные бляшки во всех случаях были стабильными. Данные дуплексного сканирования были во всех случаях подтверждены в ходе морфологического исследования удаленных бляшек. Наличие нестабильных АСБ в большинстве случаев сопровождалось неврологической симптоматикой (73,3 % пациентов имели инсульт или транзиторные ишемические атаки в анамнезе), однако 26,7 % пациентов имели асимптомное течение заболевания. Чувствительность и специфичность дуплексного сканирования при оценке степени стеноза СА составила 86 и 71 % соответственно, при выявлении осложненных АСБ — 88 и 100 % соответственно. Ангиографическое исследование обеспечивало определение степени атеросклеротического поражения СА с чувствительностью 97 % и специфичностью 86 %, тогда как в отношении выявления нестабильных атеросклеротических бляшек данные показатели были значительно ниже: 35 и 37 % соответственно ( $p = 0,004$ , табл. 3).

Недооценка степени стеноза при дуплексном сканировании в большинстве случаев наблюдалась при аномалиях расположения устья ВСА (5 пациентов, схема 1), а также вследствие экранирующего эффек-



Ультразвуковая морфологическая характеристика бляшек сонных артерий при различной степени стенозирования

Таблица 2

Морфология бляшки		Степень стенозирования			
		<50 % (n=5)	50–69 % (n=36)	70–99 % (n=11)	окклюзия (n=12)
Гомогенные	стабильные	1 (20 %)	7 (19,4 %)	1 (9 %)	3 (25 %)
Гетерогенные	стабильные	–	7 (19,4 %)	3 (27,3 %)	9 (75 %)
	нестабильные	1 (20 %)	12 (33,4 %)	2 (18,2 %)	–
Кальцинированные	стабильные	3 (60 %)	10 (27,8 %)	5 (45,5 %)	–

Возможности дуплексного сканирования и ангиографии в оценке различных характеристик атеросклеротического поражения сонных артерий

Таблица 3

Характеристика поражения	Оценка степени стеноза		Оценка морфологии бляшки	
Метод диагностики	ДС	АГ	ДС	АГ
Чувствительность, %	86	97	88	35
Специфичность, %	71	86	100	37

та, создаваемого включениями кальция (у 3 пациентов, рис. 4) [6]. При наличии признаков нестабильности атеросклеротической бляшки, повреждения ее покрывки (рис. 5, а), кровоизлияний в структуре (рис. 5, б) трактовка результатов дуплексного сканирования оказалась ошибочной в 10,4 % случаев в сторону увеличения степени стеноза.

Визуализация поражения при АГ оказывалась недостаточной при наличии гипозоногенного компонента в структуре бляшки, тромботических масс на ее поверхности, во всех случаях — при умеренных стенозах (50–69 %), что приводило к гиподиагностике значимых поражений. В одном случае имела место переоценка степени поражения при АГ. Выраженный стеноз (80 %), выявленный при дуплексном сканировании и верифицированный в ходе операции, по данным ангиографии был охарактеризован как окклюзия, возможно, в связи с грубой атеросклеротической деформацией артерии и низкой скоростью постстенотического кровотока.

Общепринятые критерии выбора тактики лечения основаны на степени стенозирования СА. Хирургическое лечение показано при симптомном стенозе 50 % и более (по критериям NASCET), а также у бессимптомных пациентов при поражении более 70 %. Однако до настоящего времени не установлено четких критериев определения тактики лечения бессимптомных пациентов со стенозом 50–69 %, при наличии у них потенциально эмбологенных бляшек. С учетом того, что разрыв морфологически нестабильной атеросклеротической бляшки в ВСА в большинстве случаев непосредственно предшествует ее окклюзии, некоторые авторы предлагают производить операцию каротидной эндартерэктомии в случае выявления эмбологенной бляшки даже при стенозе от 30 до 70 % [2, 5].

В настоящем исследовании нестабильные АСБ выявлены в  $2/3$  случаев (73,3 %) у симптомных пациентов при значимом стенозировании, что послужило показанием к оперативному лечению. В оставшихся

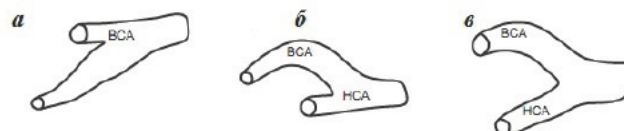


Схема 1 Анатомические варианты бифуркации общей сонной артерии, неблагоприятные для оценки степени стенозирования данной области: а – «развернутая» бифуркация; б – тип с С-образной ВСА, при котором НСА является продолжением ОСА; в – увеличенный угол между осями ВСА и НСА; (из Рекомендаций ВНОК по ведению пациентов с заболеваниями брахиоцефальных артерий, 2013)

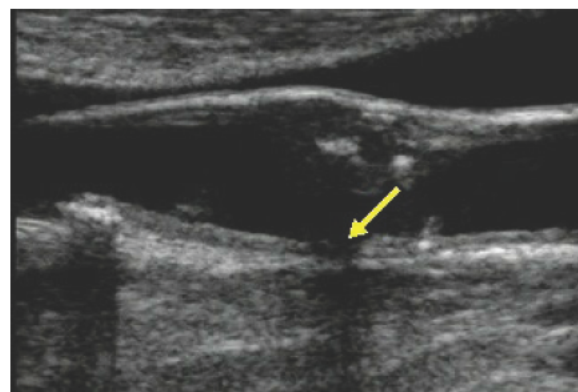
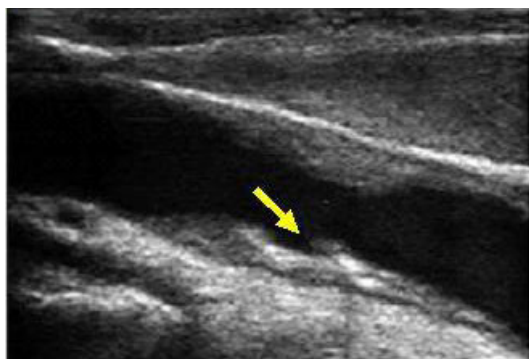
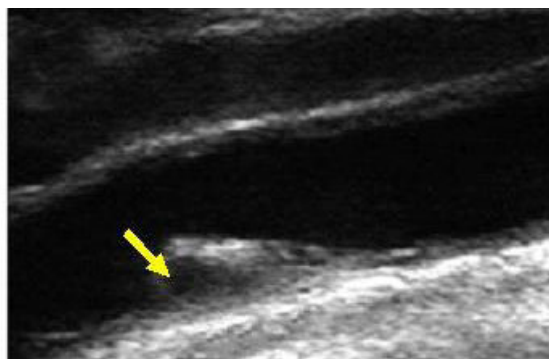


Рис. 4 Эхограмма бифуркации общей сонной артерии: кальцинированная атеросклеротическая бляшка (стрелкой отмечена акустическая тень)

$1/3$  случаях асимптомного течения (4 пациента) нестабильные АСБ значительно не сужали просвет сосуда (<70 %). В 2 случаях данные АСБ были удалены в ходе коррекции значимых поражений СА одноименной стороны. В 2-х других случаях нестабильные АСБ локализовались в контралатеральной ВСА по отношению к артерии со значимым поражением и не были удалены. По завершении всех этапов хирургического лечения в раннем послеоперационном периоде оба пациента имели церебральные осложнения (транзиторные ишемические атаки), возможно, эмбологенного характера, спровоцированные вмешательством на других бассейнах. В обоих описанных случаях



а



б

**Рис. 5.** Эхограмма общей сонной артерии: а — гетерогенная бляшка с изъязвлением; б — гетерогенная бляшка с кровоизлиянием (отмечены стрелками)

пациентам выполнена эндартерэктомия нестабильных бляшек. Таким образом, нестабильные АСБ даже при бессимптомном гемодинамически незначимом поражении явились возможными источниками послеоперационных эмболических осложнений у больных с МФА. Эти данные свидетельствуют о том, что при определении показаний к хирургическому лечению необходимо учитывать не только степень сужения артерии, но и морфологические характеристики бляшки, доступные наиболее точной оценке с помощью дуплексного сканирования.

### Выводы

Чувствительность ультразвукового метода в определении степени стенозирования СА не превышала чувствительности ангиографии (86 против 97 %). Однако его разрешающая способность в выявлении кальцинированных и осложненных атеросклеротических бляшек, а также в оценке поражений на фоне аномалий строения сонных артерий превышала возможности ангиографии. Более частое обнаружение с помощью дуплексного сканирования признаков

нестабильности атеросклеротического поражения в отдельных случаях приводило к гипердиагностике его значимости. Этим можно объяснить более низкие значения специфичности ультразвукового метода при определении степени стенозирования СА по сравнению с ангиографией (71 против 86 %). Все перечисленное не следует относить к ограничениям метода ДС. Скорее, необходимо учитывать возможные трудности ультразвуковой диагностики атеросклеротических поражений и в определенных (но не во всех) ситуациях использовать преимущества ангиографического исследования. В целом соответствие данных дуплексного сканирования и ангиографии СА при различной степени стеноза превышало 80 % и было наиболее значимым при окклюзирующем поражении (92 %), что согласуется с данными других авторов. Таким образом, дуплексное сканирование может служить доступным, неинвазивным и информативным диагностическим методом как скрининговой, так и предоперационной оценки сонных артерий у больных с МФА.

### Литература

1. Алякин Б. Г., Барбараиш Л. С., Дюжиков А. А. Национальные рекомендации по ведению пациентов с сосудистой артериальной патологией: Российский согласительный документ. М., 2010.
2. Белов Ю. В., Чарчян Э. Р., Красников М. П. Одномоментное хирургическое лечение поражения восходящей дуги аорты, коронарных и сонных артерий у больного с мультифокальным атеросклерозом // *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2012. Т. 18. № 1. С. 131–135.
3. Гавриленко А. В., Куклин А. В., Петренко П. Н. Показания к хирургическому лечению больных с гемодинамически незначимыми стенозами сонных артерий // *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2009. Т. 15. № 2. С. 92–96.
4. Засорин С. В., Куликов В. П., Карпенко А. А. Ультразвуковая оценка каротидных стенозов: методы, возможности и ограничения // *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2012. Т. 18. № 3. С. 33–42.
5. Карпенко А. А., Стародубцев В. Б., Чернявский М. А. и др. Гибридные оперативные вмешательства при многоуровневых поражениях брахиоцефальных артерий у пациентов с сосудисто-мозговой недостаточностью // *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2010. Т. 16. № 4. С. 130–134.
6. Национальные рекомендации по ведению пациентов заболеваниями брахиоцефальных артерий: Российский согласительный документ. М.: НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН, 2013. 72 с.
7. Фокин А. А., Прык А. В., Алехин Д. И. Хирургическое лечение стенозирующих поражений сонных артерий по сравнительным результатам ультразвукового и ангиографического исследований // *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2006. Т. 12. № 2. С. 86–89.
8. Doonan R. J., Dawson A. J., Kyriacou E. Association of Ultrasonic Texture and Echodensity Features Between Sides in Patients with Bilateral Carotid Atherosclerosis // *European Journal of Vascular & Endovascular Surgery*. 2013. Vol. 46. № 3. P. 299–305.
9. Gary G. Ferguson, Michael Eliasziw, Hugh W. K. Barr et al. The North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial // *Stroke*. 1999. Vol. 30. P. 1751–1758.
10. Geroulacos G., Nikolaidis A., Hobson R. W. Ultrasonic carotid plaque morphology // *Cerebrovascular Ischemia*. 1996. P. 25–32.
11. Kakisis J. D., Avgerinos E. D., Antonopoulos C. N. et al. The European Society for Vascular Surgery Guidelines for Carotid Intervention: An Updated Independent Assessment and Literature Review // *Eur. J. of Vascular & Endovascular Surgery*. 2012. Vol. 44. № 3. P. 238–243.
12. Salem M. K., Bown M. J., Sayers R. D. et al. Identification of Patients with a Histologically Unstable Carotid Plaque Using Ultrasonic Plaque Image Analysis // *Eur. J. of Vascular & Endovascular Surgery*. 2014. Vol. 48. № 2. P. 118–125.

## **Ultrasound diagnostic compared with angiography of carotid arteries in the diagnosis of multifocal atherosclerosis**

*North-Western state medical university named after I. I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia  
e-mail: kazimir\_gizm@mail.ru*

### **Abstract**

According to the modern statistics, the isolated atherosclerotic lesion in one arterial region occurs twice less often, than the combined lesion in several regions. Among the last, significant stenoses (>50 %) make up to 25 % of cases. Vascular surgeons need high-informative and noninvasive diagnostic methods for detection of way of surgical treatment of these lesions. So far the X-ray contrast angiography (AG) remains a method of "the gold standard" whereas the screening part is assigned to the duplex scanning (DS). The aim of present study was to compare results of ultrasonic DS and angiography in patients with multifocal atherosclerosis. Sensitivity and specificity of these methods had been evaluated. By means of screening of 565 men of 45–59-years-old, 64 patients with multifocal atherosclerotic lesions in coronary, carotid and low extremity arteries were identified. They were examined using DS and AG. The degree of carotid stenosis was accurately measured both by means of ultrasonic duplex scanning and angiography. Sensitivity and specificity of DS were 86 and 71 %, sensitivity of AG was 97 %, specificity was 86 %. Furthermore duplex scanning provided more information in detecting of unstable plaques compared with angiography. Thus ultrasound diagnostic may be considered a useful method for detecting different characteristics of multifocal atherosclerotic lesion, including the preoperative noninvasive assessment.

**Keywords:** ultrasound duplex scanning, multifocal atherosclerosis, angiography, carotid stenosis.

### **References**

1. Alekjan B.G., Barbarash L.S., Djuzhikov A.A. Nacional'nye rekomendacii po vedeniju pacientov s sosudistoj arterial'noj patologiej [National recommendations about managements of patients with vascular arterial pathology] // Rossijskij soglasitel'nyj dokument. [Russian conciliatory document]. Moscow. 2010. [In Russian].
2. Belov Ju.V., Charchjan Je.R., Krasnikov M.P. Odnomomentnoe hirurgicheskoe lechenie porazhenija voshodjashhej dugi aorty, koronarnyh i sonnyh arterij u bol'nogo s mul'tifokal'nyh aterosklerozom [One-stage surgical treatment of defeat of the aortaascending arch, coronary and carotids at the patient with multifocal atherosclerosis] // *Angiologija i sosudistaja hirurgija* [Angiology and vascular surgery] 2012.V. 18. N 1.P. 131-135. [In Russian].
3. Gavrilenko A.V., Kuklin A.V., Petrenko P.N. Pokazaniya k hirurgicheskomu lecheniju bol'nyh s gemodinamicheski neznachimymi stenozami sonnyh arterij [Indications to surgical treatment of patients from a gemodinamicheska insignificant stenoses of carotids] // *Angiologija i sosudistaja hirurgija* [Angiology and vascular surgery] 2009. V. 15. N 2. P. 92-96. [In Russian].
4. Zorin S.V., Kulikov V.P., Karpenko A.A. Ul'trazvukovaja ocenka karotidnyh stenozov: metody, vozmozhnosti i ogranichenija [Ultrasonic assessment of carotid stenoses: methods, opportunities and restrictions] // *Angiologija i sosudistaja hirurgija* [Angiology and vascular surgery] 2012.V. 18. N 3.P. 33-42. [In Russian].
5. Karpenko A.A., Starodubcev V.B., Chernjavskij M.A., Vinogradova T.E., Chernjavskij A.M. Gibrinnye operativnye vmeshatel'stva pri mnogourovnevnyh porazhenijah brachiocefal'nyh arterij u pacientov s sosudisto-mozgovoj nedostatochnost'ju [Hybrid surgeries at multilevel defeats the brachiocephalic arteries at patients with vascular and brain insufficiency] // *Angiologija i sosudistaja hirurgija* [Angiology and vascular surgery] 2010.V. 16. N 4.P. 130-134. [In Russian].
6. Nacional'nye rekomendacii po vedeniju pacientov zabolevanijami brachiocefal'nyh arterij [National recommendations about management of patients diseases brachiocephalic arteries Rossijskij soglasitel'nyj dokument. [Russian conciliatory document]– Moscow: NCSSH im. A.N. Bakuleva RAMN, 2013. – 72 p. [In Russian].
7. Fokin A.A., Pryk A.V., Alehin D.I. Hirurgicheskoe lechenie stenozirujushchih porazhenij sonnyh arterij po sravnitel'nyh rezul'tatam ul'trazvukovogo i angiograficheskogo issledovanij [Surgical treatment the carotid arteries stenosis by comparative results of ultrasonic and angiographic researches] // *Angiologija i sosudistaja hirurgija* [Angiology and vascular surgery] 2006.V. 12. N 2.P. 86-89. [In Russian].
8. Doonan R.J., Dawson A.J., Kyriacou E. Association of Ultrasonic Texture and Echodensity Features Between Sides in Patients with Bilateral Carotid Atherosclerosis // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery* 2013. V. 46. N3. P. 299-305.
9. Gary G. Ferguson, Michael Eliasziw, Hugh W. K. Barr et al. The North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial // *Stroke* 1999. V.30. P.1751-1758.
10. Geroulacos G., Nikolaides A., Hobson R.W. Ultrasonic carotid plaque morphology // *Cerebrovascular Ischemia*. 1996. P. 25-32.
11. Kakisis J.D., Avgerinos E.D., Antonopoulos C.N. et al. The European Society for Vascular Surgery Guidelines for Carotid Intervention: An Updated Independent Assessment and Literature Review // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery* 2012. V.44. N3. P.238-243.
12. Salem M.K., Bown M.J., Sayers R.D. et al. Identification of Patients with a Histologically Unstable Carotid Plaque Using Ultrasonic Plaque Image Analysis // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2014. V. 48. N 2. P. 118-125.