

ВОЗМОЖНОСТИ РЕНТГЕНОКОНТРАСТНОЙ ЦИФРОВОЙ СУБТРАКЦИОННОЙ АНГИОГРАФИИ И УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ СТЕНОЗАХ ЭКСТРАКРАНИАЛЬНЫХ АРТЕРИЙ

Д.В. ЩЕГЛОВ¹, Т.М. БАБКИНА², Н.Н. НОСЕНКО²,
О.Е. СВИРИДЮК¹, С.В. КОНОТОПЧИК¹, А.А. ПАСТУШИН¹

¹ ГУ «Научно-практический Центр эндоваскулярной нейрорентгенохирургии
НАМН Украины», г. Киев

² Национальная медицинская академия последипломного образования
имени П.Л. Шупика, г. Киев

Атеросклеротическое поражение сонных артерий — наиболее частая причина возникновения нарушения мозгового кровообращения. Выявить и оценить тяжесть стеноза артерий позволяют неинвазивные диагностические методики: дуплексное сканирование сонных артерий, магнитно-резонансная и компьютерно-томографическая ангиография. К малоинвазивным методам относится селективная рентгеноконтрастная цифровая субтракционная ангиография — золотой стандарт в диагностике атеросклеротического поражения сонных артерий. Эта методика позволяет всесторонне оценить сосуды, которые кровоснабжают головной мозг и одновременно провести эндоваскулярную операцию.

Дуплексное сканирование сонных артерий, магнитно-резонансная и компьютерно-томографическая ангиография показали высокую чувствительность и специфичность для диагностики стеноза сонных артерий по сравнению с рентгеноконтрастной цифровой субтракционной ангиографией. Ультразвуковое исследование — быстрое и относительно недорогое диагностическое исследование. Хотя результаты дуплексного сканирования сонных артерий могут сильно отличаться в зависимости от лаборатории и исследователя, чувствительность и специфичность этого исследования высокие.

Представлены результаты собственных исследований и обзор литературы относительно возможностей ультразвукового исследования при стенозах экстракраниальных артерий по сравнению с рентгеноконтрастной цифровой субтракционной ангиографией. Проанализированы возможные причины получения разных результатов при использовании упомянутых методов.

Ключевые слова: атеросклероз, сонные артерии, стеноз, ультразвуковая диагностика, селективная рентгеноконтрастная цифровая субтракционная ангиография.

Атеросклеротическое поражение экстракраниальных артерий — значимый фактор риска возникновения ишемического инсульта [3, 13]. Наиболее распространенным ослож-

нением атеросклероза сонных артерий является нарушение мозгового кровообращения по типу транзиторной ишемической атаки, потенциально возможное развитие острого

инсульта с появлением неврологического дефицита. Даже значительные стенозы сонных артерий могут быть асимптомными [3, 13, 22] и поэтому вовремя не диагностированными. Учитывая высокую частоту инвалидизации больных вследствие нарушения мозгового кровообращения, необходимо оценить степень риска развития инсульта для определения тактики лечения [3, 13, 17, 22]. Современные методы диагностики, эндоваскулярных вмешательств, сосудистой хирургии и медикаментозного лечения позволяют определить индивидуальную стратегию в лечении атеросклеротического поражения артерий и улучшить его прогноз [3, 13, 18].

Развитие и усовершенствование неинвазивных диагностических методик, включая дуплексное сканирование сонных артерий, магнитно-резонансную и компьютерно-томографическую ангиографию, позволяют неинвазивно определить расположение и характер атеросклеротического поражения артерий [3, 7, 13]. К малоинвазивным методам относится селективная рентгеноконтрастная цифровая субтракционная ангиография (ЦСА).

Ультразвуковое исследование сонных артерий — быстрый неинвазивный метод диагностики атеросклеротического поражения, который является методом выбора при скрининге и первичной оценке степени стеноза [3, 10, 19]. Дуплексное сканирование магистральных артерий шеи позволяет провести отбор пациентов с показаниями для хирургического лечения. По сравнению с золотым стандартом (ЦСА) метод показал хорошую чувствительность и специфичность [10, 17, 21, 23]. Согласно данным мета-анализа 47 исследований, опубликованных до 2003 г., в которых ЦСА использовали как эталон, чувствительность и специфичность ультразвука для диагностики стеноза сосуда 50 % и более (1716 участников) составили 98 % (95 % доверительный интервал (ДИ) — от 97 до 100 %) и 88 % (95 % ДИ — 76–100 %) соответственно;

для обнаружения стеноза 70 % и более (2140 участников) — 90 % (95 % ДИ — 84–94 %) и 94 % (95 % ДИ — 88–97 %) [9]. На основании данных этого мета-анализа в последнем докладе Целевая группа профилактических услуг США (*Preventive Services Task Force*) определила чувствительность и специфичность ультразвука для обнаружения стеноза артерий 60 % и более как 94 и 92 % соответственно [26]. Результаты других мета-анализов в целом согласуются с этими данными, но в более поздних публикациях упомянутые показатели для ультрасонографии хуже. Так, согласно базе данных *MEDLINE* за 1977–1993 гг. (6406 пациентов, 12 265 артерий) чувствительность дуплексного сканирования по сравнению с ЦСА для определения 70 % стеноза составляла 86 % (95 % ДИ — 81–90 %); специфичность — 89 % (95 % ДИ — 81–94 %) [7]. Это можно объяснить улучшением материальной базы.

Согласно данным систематического обзора для асимптомного стеноза, опубликованного в 2014 г. (*Screening for Asymptomatic Carotid Artery Stenosis: A Systematic Review and Meta-analysis for the U.S. Preventive Services*), надежность УЗИ сомнительна, потому что точность может значительно меняться в зависимости от лаборатории [9]. Бессимптомные стенозы сонных артерий характеризуются низкой распространенностью в общей популяции взрослого населения. Неинвазивный скрининг с использованием ультразвукового метода дает большое количество ложноположительных результатов. Чтобы избежать ненужных вмешательств, при ультразвуковой диагностике гемодинамически значимых стенозов рекомендовано проводить подтверждающие тесты [9].

Согласно данным систематических обзоров для симптомного стеноза, опубликованным в 1980–2004 гг., в которые были включены исследования, сравнивающие неинвазивную ультразвуковую визуализацию с ЦСА (2541 пациент, 4876 артерий), чувствительность метода составляла 89 % (95 % ДИ — 88–97 %), специфичность — 84 % (95 % ДИ — 89–96 %), для стенозов сосуда 70–99 % [25]. Данные неинвазивных тестов (УЗИ, магнитно-резонансная и компьютерная томография) для диагностики сужения сонной артерии на 50–69 % и комбинированных поражений были

Носенко Наталья Николаевна
кандидат медицинских наук
ассистент кафедры лучевой диагностики
НМАПО имени П.Л. Шупика
Адрес: 04112, г. Киев, ул. Дорогожицкая, 9
Тел. моб: (067) 304-24-91
E-mail: nataliia.nosenko@gmail.com

ненадежными, хотя авторы упомянули неоднородность исследований и наличие доказательств предвзятости авторов публикаций [25]. В систематическом обзоре отмечается, что неинвазивные тесты, используемые с осторожностью, могут заменить ЦСА для диагностики стеноза артерии 70–99 %. Необходимы новые данные для определения точности тестов, особенно в случае стенозов 50–69 % [25].

Проблеме методики проведения ультразвукового исследования сосудов шеи посвящены исследования и публикации разных лет многих международных организаций — Американского института ультразвука в медицине (*American Institute of Ultrasound in Medicine (AIUM)*), Американского колледжа радиологии (*American College of Radiology (ACR)*), Общества радиологов в ультразвуке (*Society of Radiologists in Ultrasound (SRU)*), Американского общества по эхокардиографии (*American Society of Echocardiography (ASE)*), Общества сосудистой медицины и биологии (*Society of Vascular Medicine and Biology*), Европейского общества сердечно-сосудистой визуализации (*European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI)*) и др. [1].

Ультразвуковое исследование сосудов проводят во многих клиниках и консультативных центрах. Использование разных методик оценки тяжести атеросклеротического поражения сонных артерий является причиной получения противоречивых результатов и проведения ненужных повторных обследований. При этом могут быть пропущены больные, имеющие показания к оперативному лечению (каротидная эндартерэктомия, стентирование), и, наоборот, направлены на операцию пациенты с легким каротидным стенозом [18]. Согласно результатам исследования J. Walker и A.R. Naylor [24], в некоторых случаях практикующие врачи не уверены, какие критерии следует использовать, или не знают, каким образом их рассчитывают.

Золотым стандартом в диагностике атеросклеротического поражения сонных артерий является селективная ангиография [10, 17, 21]. Методика позволяет всесторонне оценить артерии, кровоснабжающие головной мозг, включая точную характеристику бляшки и коллатеральный кровоток, и одновре-

менно провести эндоваскулярную операцию. Сравнение величины стеноза, полученной с помощью ультразвукового исследования, и данных ЦСА проводили во многих исследованиях. Установлено, что точность данных, полученных неинвазивным методом, зависит от метода измерения [10, 16, 17, 20, 21, 24]. Методы измерения стенозирования изучены в североамериканском исследовании *NASCET (North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial)* и европейском исследовании *ECST (European Carotid Surgery Trial)* [10, 17]. В этих исследованиях использовали ЦСА как метод визуализации для диагностики каротидных стенозов. Полученные результаты сравнивали с данными ультрасонографии. Сравнение двух исследований и методик измерения стеноза показало, что стеноз сосуда 50 %, полученной методом измерения, который использовался в *NASCET*, был эквивалентен 70 % *ECST*, в то время как стеноз 70% *NASCET* приравнивался к 85% *ECST* [17, 23]. Таким образом, использование разных методов приводит к получению неодинаковых результатов (разная степень стеноза).

Для определения степени (процента) стеноза артерии при дуплексном сканировании используют два способа: математический (по диаметру и площади поперечного сечения сосуда) и гемодинамический [3, 6, 12, 20].

Расчет стеноза по площади поперечного сечения (S) сосуда [3, 10, 17]:

$$S = (A_1 - A_2) \times 100 \% / A_1,$$

где A_1 — истинная площадь поперечного сечения сосуда; A_2 — остаточная площадь поперечного сечения стенозированного сосуда.

Расчет стеноза по диаметру сосуда (Sd) [1, 3]:

$$Sd = (D_1 - D_2) \times 100 \% / D_1,$$

где D_1 — истинный диаметр сосуда; D_2 — остаточный диаметр стенозированного сосуда.

Процент стеноза, определенный по площади поперечного сечения сосуда, более информативный, так как учитывает геометрию бляшки, и превышает процент стеноза, рассчитанный по диаметру сосуда, примерно на 10–20 % [3]. Рекомендовано обязательно использовать этот метод для концентрических и полуконцентрических бляшек [1, 3].

Для измерения каротидных стенозов по

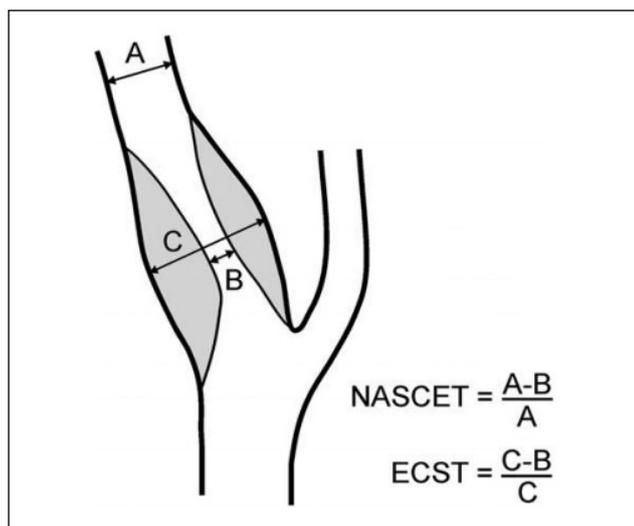


Рис. 1. Схема расчета стеноза по методам *NASCET* и *ECST*

диаметру сосуда общепризнанным способом является североамериканский метод *NASCET* (рис. 1) [17, 18], который рассчитывает степень сужения сосуда — диаметр остаточного просвета в стенозе (B) по сравнению с диаметром нормальной внутренней сонной артерии (A), то есть с просветом дистальнее бифуркации [17, 18]. Метод *ECST* сравнивает остаточный просвет в стенозе (B) с диаметром артерии в точке стеноза (C) [3, 18].

Метод *NASCET* является более прямым индикатором степени сужения внутренней сонной артерии, поскольку сравнивает стенозированный участок с дистальным просветом артерии [18] и более достоверно определяет

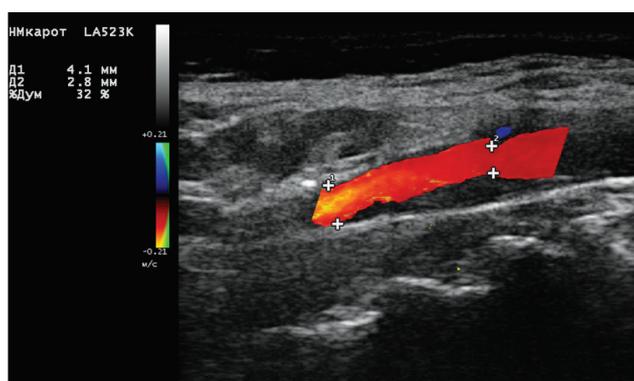


Рис. 2. Измерение стеноза по методике *NASCET*. Продольное сканирование: протяженная бляшка в бифуркации общей сонной и устье внутренней сонной артерии. Измерение степени сужения стенозированного участка по сравнению с дистальным просветом артерии. Стеноз внутренней сонной артерии — 32 % по диаметру сосуда

степень стеноза по сравнению с данными ангиографии, чем метод *ECST* [3]. Метод *ECST* дает лучшее представление об изменениях диаметра в месте стеноза, а не дистальных отделов. Данный метод более удобный для измерений в месте физиологического расширения (в бифуркации). Стеноз в бифуркации сонной артерии 50 %, рассчитанный по методу *ECST*, может составить 0 % при расчете методом *NASCET*, если остаточный просвет не уже, чем просвет внутренней сонной артерии дистальнее. В случае незначительного сужения в более широкой области (бифуркации) метод *ECST* позволяет оценить изменения в точке стеноза, а при использовании метода *NASCET* может быть получено даже отрицательное значение [18]. Пример измерений одной и той же атеросклеротической бляшки разными методами представлен на рис. 2 и 3. Стеноз внутренней сонной артерии составил 32 % по диаметру методом *NASCET* и 51 % — методом *ECST*.

Разработаны математические формулы для перевода величины стеноза, полученной одним методом, в величину стеноза, рассчитанной по другой методике. Приблизительными эквивалентами стеноза внутренней сонной артерии 50 и 60 %, рассчитанного по методу *NASCET*, являются 75 и 80 % при использовании методики *ECST* [21], соответственно при стенозе внутренней сонной артерии 50 %, рассчитанного по диаметру методом *NASCET*

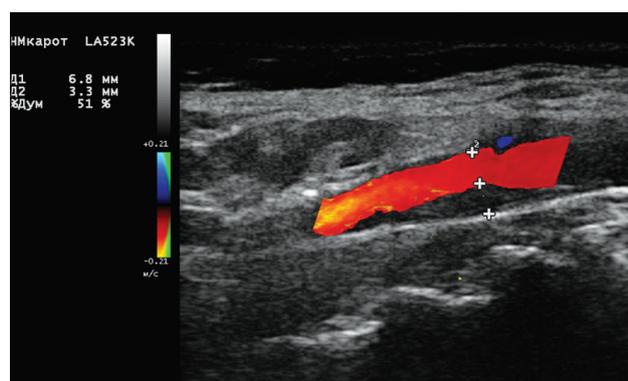


Рис. 3. Измерение стеноза той же атеросклеротической бляшки, что и на рис. 2, по методике *ECST*. Продольное сканирование: пролонгированная бляшка в бифуркации общей сонной и устье внутренней сонной артерии. Измерение степени сужения по сравнению с диаметром в месте стеноза. Стеноз внутренней сонной артерии — 51 % по диаметру сосуда

(отсутствуют показания к оперативному лечению), измерение стеноза другим способом дает цифру 70 % (показано оперативное лечение) [2, 3]. Согласно рекомендациям при определении объема обследований для установления показаний к проведению оперативного лечения более корректным методом определения степени стеноза является методика *NASCET* (уровень доказательств B) [3, 13, 18]. Определение показаний для хирургического лечения стеноза внутренних сонных артерий возможно без выполнения ЦСА на основании только данных дуплексного сканирования, которое при недостаточной диагностической информации может быть дополнено мульти-спиральной компьютерной или магнитно-резонансной ангиографией [3, 13]. В случае разных результатов неинвазивных исследований или недостаточной визуализации артерий рекомендовано выполнение ЦСА [3, 13].

Анализ данных литературы дает основания для следующих выводов: метод *NASCET* для измерения стеноза должен быть стандартом [3]; место сужения может быть измерено методом *ECST* в качестве дополнительного измерения, но в протоколе должно быть указано, каким методом рассчитан процент стеноза [2]. Это позволит избежать путаницы между врачами ультразвуковой диагностики, неврологами, нейрохирургами, а также избежать проведения ненужных ангиографий.

Избежать ошибочной диагностики тяжелого стеноза по данным ультразвукового исследования может помочь использование гемодинамических критериев. Измерения скорости в зоне стеноза (V_{ps}) достаточно, чтобы отличить умеренный стеноз от тяжелого ($\geq 70\%$ по методу *NASCET*) с достаточной клинической надежностью [14]. Гемодинамические критерии рекомендованы для дифференцирования умеренного и тяжелого стеноза [4, 13]. Также рекомендуется поиск коллатерального перераспределения — оценка кровотока при исследовании глазной артерии, наличие признаков функционирования передней и задней соединительных артерий (транскраниальная доплерография) [13]. Признаки активации коллатерального перераспределения характерны для гемодинамически значимого стеноза. Кроме того, рекомендуется оценить постстенотическую скорость кровотока в дистальном отделе,

снижение которой по сравнению с интактной стороной позволяет дополнительно диагностировать тяжелый стеноз [3, 4, 5, 18]. Недостатком гемодинамических критериев является то, что их нельзя применить у пациентов с общими нарушениями перфузии, выраженной гиперемией, пациентов молодого возраста, а также то, что на скорость кровотока влияет величина артериального давления, фракция выброса левого желудочка, прием вазодилаторов, неправильная коррекция доплеровского угла.

Из ультразвуковых гемодинамических критериев стеноза оценивают предстенотическую и постстенотическую скорость кровотока, а также скоростные показатели в зоне максимального сужения. Для установления реальной скорости кровотока в сосудах следует соблюдать правила исследований в доплеровских режимах. Особое внимание рекомендуется уделить величине угла α [8, 14]. Непосредственно на участке стеноза направление кровотока может не совпадать с направлением хода сосуда (рис. 4 и 5). Для получения «правильной» скорости при измерениях в импульсно-волновом доплеровском режиме необходимо проводить замеры при использовании минимально возможного угла по отношению к направлению струи потока при атеросклеротическом поражении, а не по расположению сосуда [15].

Помимо погрешностей в измерениях, причиной ошибок при ультразвуковом исследовании может быть феномен выраженного аку-

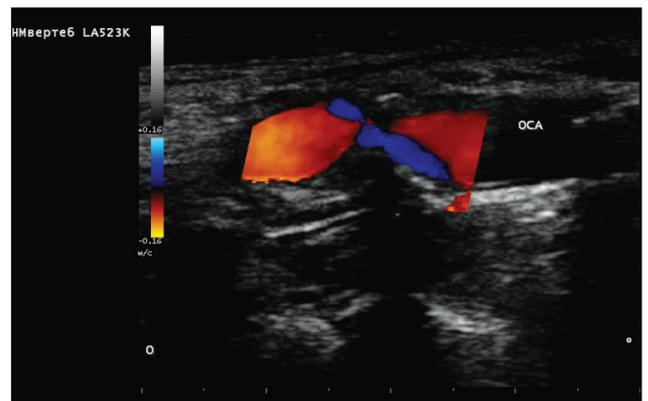


Рис. 4. Цветовое доплеровское картирование, продольное сканирование: гетерогенная бляшка в бифуркации общей сонной и устье внутренней сонной артерии. Направление кровотока в стенозированном участке не совпадает с направлением хода сосуда

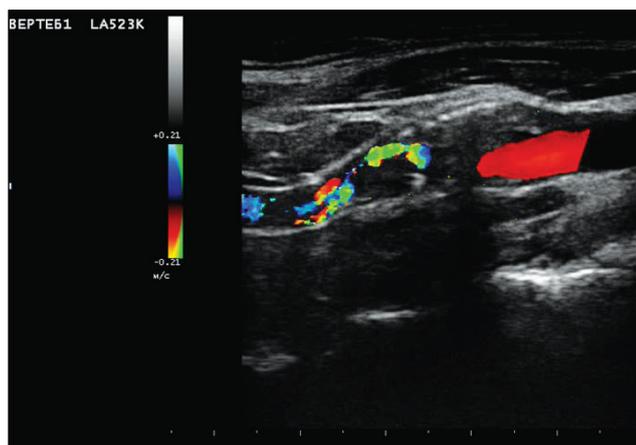


Рис. 5. Цветовое доплеровское картирование, продольное сканирование: гетерогенная протяженная бляшка в бифуркации общей сонной, устье и проксимальном отделе внутренней сонной артерии

стического затенения [7, 14]. Проксимальный участок внутренней сонной артерии обычно легко визуализируется и стенотические поражения на этом сегменте легко доступны для ультразвуковой оценки. Однако выраженная кальцификация стенки сосуда обуславливает появление акустических теней, что приводит к сложности или даже невозможности визуализации данного участка. Большие кальцинированные бляшки по данным цветового доплеровского картирования (ЦДК) могут создавать картину отсутствия кровотока протяженностью несколько сантиметров, что

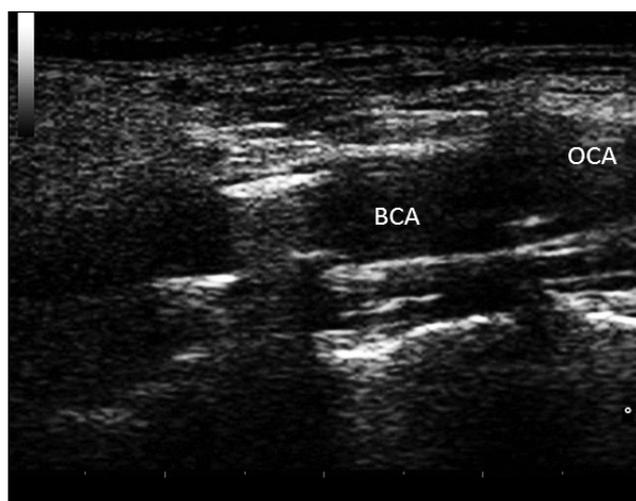


Рис. 6. В-режим, продольное сканирование. Атеросклеротическая бляшка с феноменом акустического затенения в проксимальном отделе шейного сегмента внутренней сонной артерии: VCA — внутренняя сонная артерия, OCA — общая сонная артерия

связано с большой степенью отражения ультразвука на границе двух сред с разной акустической плотностью. Отсутствие визуализации «краев» бляшки в В-режиме представлено на рис. 6. В В-режиме при продольном сканировании в проксимальном отделе шейного сегмента внутренней сонной артерии визуализируется гиперэхогенная с нечеткими контурами структура с эхо-тенью. Отмечено отсутствие картирования кровотока этого же участка в режиме ЦДК. При анализе кровотока по данным импульсно-волнового доплеровского режима установлен стеноз внутренней сонной артерии больше 70 % по гемодинамическим критериям. Результаты ЦСА до стентирования представлены на рис. 7. Учитывая наличие транзиторной ишемической атаки в анамнезе, выполнено стентирование сосуда. Феномен акустического затенения сохраняется после ангиопластики и стентирования и может быть причиной диагноза псевдостеноза и псевдоокклюзии стента. На рис. 8 дуплексное исследование того же пациента, что и на рис. 6, после стентирования. В режиме ЦДК отмечено отсутствие кровотока на участке внутренней сонной артерии. Обращает внимание наличие эхо-тени. При использовании импульсно-волнового доплера установлено отсутствие кровотока на «проблемном» участке (рис. 9) и наличие кровотока дистальнее (рис. 10). У пациента наблюдается феномен акустического затенения в стентированном участке



Рис. 7. ЦСА: стеноз внутренней сонной артерии

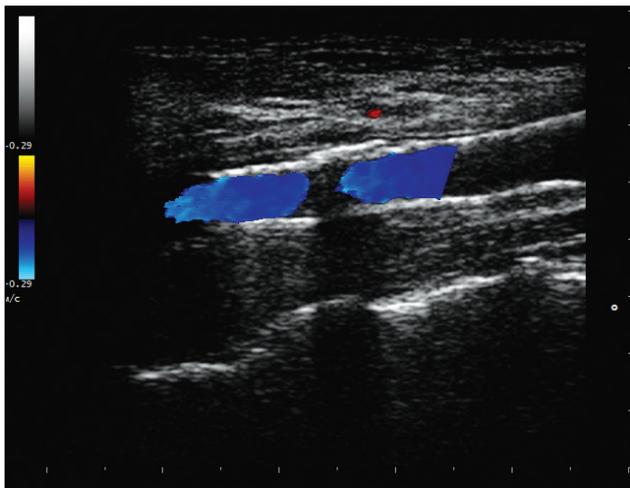


Рис. 8. Тот же пациент, что и на рис. 6–7, после оперативного лечения. Дуплексное сканирование стентированного участка внутренней сонной артерии. Феномен акустического затенения в режиме цветового доплеровского картирования

внутренней сонной артерии, стент проходим, без остаточного стеноза (рис. 11).

Еще одна причина некорректных заключений ультразвукового исследования — «анатомически сложный» пациент. Визуальная и гемодинамическая оценка стеноза достаточно сложна при высоком анатомическом расположении бифуркации общей сонной артерии (на уровне угла нижней челюсти). При большой протяженности шейного сегмента внутренней сонной артерии и наличии поражения в дистальном отделе возникают трудности оценки гемодинамических параметров за зоной стеноза [8, 14,15].

К ошибочным результатам при сравнении ЦСА и данных, полученных при ультразвуко-

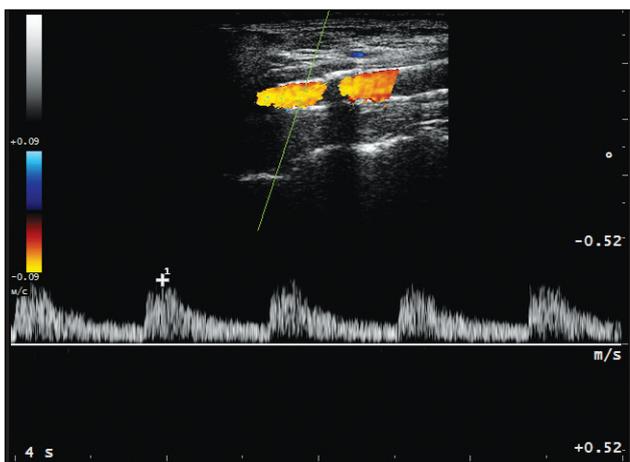


Рис. 10. Триплексное сканирование стентированного участка внутренней сонной артерии. Наличие кровотока в дистальном участке

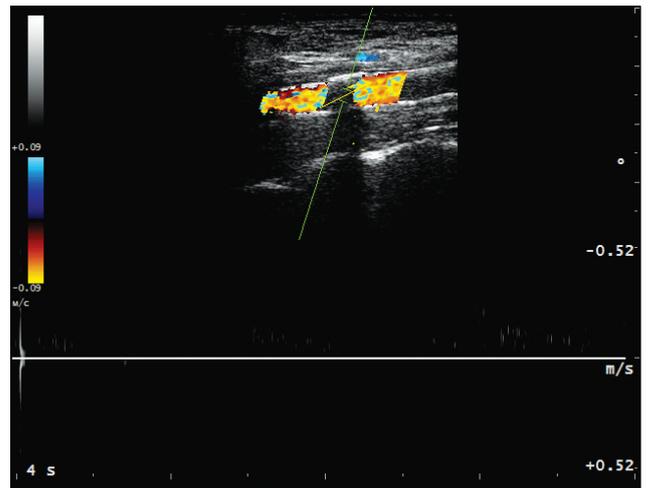


Рис. 9. Триплексное сканирование стентированного участка внутренней сонной артерии. Феномен акустического затенения. Отсутствие кровотока по данным импульсно-волнового доплера

вом исследовании, может приводить наличие концентрического протяженного поражения и достаточный остаточный просвет. Так, на рис. 12, по данным ультразвукографии, атеросклеротическая бляшка сужает сосуд от 25 до 60 % по диаметру, а при проведении ЦСА этот же участок не выглядит настолько патологически измененным (рис. 13).

К завышению или недооценке величины стеноза может приводить определение стеноза «на глаз» врачами ультразвуковой диагностики или нейрохирургами.

Выводы

Диагностическое ультразвуковое исследование

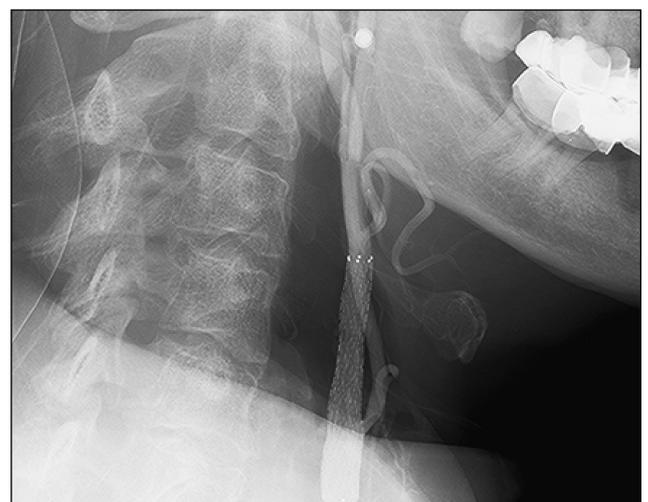


Рис. 11. ЦСА: ангиопластика со стентированием внутренней сонной артерии



Рис. 12. Протяженна концентрична бляшка в проксимальному відділі шийного сегмента внутрішньої сонної артерії

довання дозволяє оцінити атеросклеротичне ураження судин шийного сегмента з високою надійністю. По даним літератури та власних спостережень, ультразвукова оцінка каротидних стенозів може призводити до помилкових результатів порівняно з даними, отриманими при виконанні цифрової субтракційної ангіографії. Такі випадки спостерігаються, незважаючи на те, що ультразвукова методика оцінки тяжкості стенозу чітко описана та підтверджена в клінічних дослідженнях, а технології ультразвукового сканера постійно удосконалюються.

Групу «трудних» пацієнтів для ультразвукового дослідження становлять пацієнти з анатомічними особливостями (коротка шия, високе розташування бифуркації загальної сонної артерії (на рівні кута нижньої щелепної артерії), достатньо велика протяжність шийного сегмента внутрішньої сонної артерії, наявність ураження в дистальному відділі шийного сегмента). Осложняє ультразвукову



Рис. 13. ЦСА. Відзначено ділянку внутрішньої сонної артерії, де, за даними ультразвукового дослідження, наявне протяженне концентричне звуження до 60 %

оцінку наявності феномена акустичного затенення. Несовпадіння з даними цифрової субтракційної ангіографії призводить до наявності концентричного протяженого ураження та достатнього залишкового просвіту судини. Некоректні показники можуть бути обумовлені помилками в методіці: оцінка «на око», неправильна корекція кута α при доплерівському дослідженні. Рекомендують оцінювати відсоток звуження діаметра артерії за методикою *NASCET*. У кожного методу візуалізації є достоїнства та недоліки, тому кореляція результатів, отриманих кількома методами, повинна бути частиною програми гарантії якості в кожній лабораторії та установі.

Список літератури

1. Бабкіна Т.М., Носенко Н.М., Кулева М.Л., Дзигар О.В. Особливості методології дуплексного сканування судин шийного сегмента при атеросклеротичному ураженні // *Лучевая диагностика. Лучевая терапия.* — 2014. — № 3–4. — С. 66–72.
2. Клінічний протокол надання нейрохірургічної допомоги хворим із наслідками ішемічного інсульту, при оклюзіях і стенозах прецеребральних та мозкових артерій, які не викликають розвитку мозкового інфаркту: Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 317 від 13.06.2008 р. // *Укр. нейрохір. журн.* — 2008. — № 3 (43). — С. 78–79.
3. Национальные рекомендации по ведению пациентов с заболеваниями брахиоцефальных артерий // *Ангиология и сосудистая хирургия.* — 2013. — Т. 19, № 2 (Прил.). — С. 68.
4. Aburahma A.F., Abu-Halimah S., Bensenhaver J. et al. Optimal carotid duplex velocity criteria for defining the severity of carotid in-stent restenosis // *J. Vasc. Surg.* — 2008. — Vol. 48. — P. 589–594.
5. AIUM. Practice Guideline for the Performance of an Ultrasound Examination of the Extracranial Cerebrovascular System // *AIUM PRACTICE GUIDELINES — Extracranial Cerebrovascular Ultrasound.* — 2011. — 12 p.
6. Arning C., Widder B., von Reutern G.M. et al. Revision of DEGUM ultrasound criteria for grading internal carotid artery stenosis and transfer to NASCET measurement // *Ultraschall Med.* — 2010. — Vol. 31. — P. 251–257.
7. Blakeley D.D., Oddone E.Z., Hasselblad V. et al. Non-

- invasive carotid artery testing: A meta-analytic review // *Ann. Int. Med.* — 1995. — Vol. 122. — P. 360–367.
8. Bluth E.I. et al. Carotid duplex sonography: a multicenter recommendation for standardized imaging and Doppler criteria // *Radiographics.* — 1988. — Vol. 8. — P. 487–506.
 9. Daniel E.J., Cynthia F. et al. Screening for Asymptomatic Carotid Artery Stenosis: A Systematic Review and Meta-analysis for the U.S. Preventive Services // *Ann. Int. Med.* — 2014. — Vol. 161 (5). — P. 336–346.
 10. European Carotid Surgery Trialists' Collaborative Group // *Lancet.* — 1991. — Vol. 337. — P. 1235–1243.
 11. Grant E.G. et al. Carotid artery stenosis: gray-scale and Doppler US diagnosis — society of radiologists in ultrasound consensus conference // *Radiology.* — 2003. — Vol. 229. — P. 340–346.
 12. Greenland P., Alpert J.S., Beller G.A. 2010 ACCF/AHA guideline for assessment of cardiovascular risk in asymptomatic adults: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines // *J. Am. Coll. Cardiol.* — 2010. — Vol. 56. — P. e50–e103.
 13. Guideline on the management of patients with extracranial carotid and vertebral artery disease: A report // *J. Am. Coll. Cardiol.* — 2011. — Vol. 57. — P. e16–e94.
 14. Guidelines for Noninvasive Vascular Laboratory Testing: A Report from the American Society of Echocardiography and the Society of Vascular Medicine and Biology // *J. Am. S. Echo.* — 2006. — Vol. 19, N 8. — P. 955–972.
 15. JASE CONSENSUS STATEMENT: Use of Carotid Ultrasound to Identify Subclinical Vascular Disease and Evaluate Cardiovascular Disease Risk: A Consensus Statement from the American Society of Echocardiography Carotid Intima–Media Thickness Task Force Endorsed by the Society for Vascular Medicine // *J. Am. S. Echo.* — 2008. — P. 93–111.
 16. Moneta G.L., Edwards J.M., Chitwood R.W. et al. Correlation of North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET) angiographic definition of 70 % to 99 % internal carotid artery stenosis with duplex scanning // *J. Vasc. Surg.* — 1993. — Vol. 17. — P. 152–159.
 17. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators // *N. Engl. J. Med.* — 1991. — Vol. 325. — P. 445–453.
 18. Oates C.P., Naylor A.R. et al. Review. Joint Recommendations for Reporting Carotid Ultrasound Investigations in the United Kingdom // *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* — 2008. — Vol. 32. — P. 156–160.
 19. Qureshi A.I., Alexandrov A.V., Tegeler C.H. Guidelines for screening of extracranial carotid artery disease: a statement for healthcare professionals from the Multidisciplinary Practice Guidelines Committee of the American Society of Neuroimaging; cosponsored by the Society of Vascular and Interventional Neurology // *J. Neuroimaging.* — 2007. — Vol. 17. — P. 19–47.
 20. Reutern von G.-M., Goertler M.-W. et al. Grading carotid stenosis using ultrasonic methods // *Stroke.* — 2012. — Vol. 43, N 3. — P. 916–921.
 21. Rothwell P.M., Gibson R.J., Slattery J. et al. Equivalence of measurements of carotid stenosis. A comparison of three methods on 1001 angiograms. European Carotid Surgery Trialists' Collaborative Group // *Stroke.* — 1994. — Vol. 25. — P. 2435–2445.
 22. Spagnoli L.G., Mauriello A., Sangiorgi G. et al. Extracranial thrombotically active carotid plaque as a risk factor for ischemic stroke // *JAMA.* — 2004. — Vol. 292 (15). — P. 1845–1852.
 23. Topical Reviews: Grading Carotid Stenosis Using Ultrasonic Methods / Neurosonology Research Group of the World Federation of Neurology // *Stroke.* — 2012. — Vol. 43. — P. 916–921.
 24. Walker J., Naylor A.R. Ultrasound based measurement of carotid stenosis >70 % an audit of UK practice // *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* — 2006. — Vol. 31. — P. 487–490.
 25. Wardlaw J.M., Chappell F.M. et al. Non-invasive imaging compared with intra-arterial angiography in the diagnosis of symptomatic carotid stenosis: a meta-analysis // *Lancet.* — 2006. — Vol. 367. — P. 1503–1512.
 26. Wolff T., Guirguis-Blake J. et al. Screening for carotid artery stenosis: an update of the evidence for the U.S. Preventive Services Task Force // *Ann. Int. Med.* — 2007. — Vol. 147. — P. 860–870.

МОЖЛИВОСТІ РЕНТГЕНОКОНТРАСТНОЇ ЦИФРОВОЇ СУБТРАКЦІЙНОЇ АНГІОГРАФІЇ ТА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИ СТЕНОЗАХ ЕКСТРАКРАНІАЛЬНИХ АРТЕРІЙ

Д.В. ЩЕГЛОВ¹, Т.М. БАБКІНА², Н.М. НОСЕНКО², О.Є. СВИРИДЮК¹, С.В. КОНОТОПЧИК¹, О.А. ПАСТУШИН¹

¹ ДУ «Науково-практичний Центр ендovasкулярної нейро рентгенохірургії НАМН України», м. Київ

² Національна медична академія післядипломної освіти імені П.Л. Шупика, м. Київ

Атеросклеротичне ураження сонних артерій — найчастіша причина виникнення порушення мозкового кровообігу. Виявити та оцінити тяжкість стенозу артерій дають змогу неінвазивні діагностичні методики: дуплексне сканування сонних артерій, магнітно-резонансна та комп'ютерно-томографічна ангіографія. До малоінвазивних методів належить селективна рентгеноконтрастна цифрова субтракційна ангіографія — золотий стандарт у діагностиці атеросклеротичного ураження сонних артерій. Ця методика дає змогу всебічно оцінити судини, які кровопостачають головний мозок, і одночасно провести ендovasкулярну операцію.

Дуплексне сканування сонних артерій, магнітно-резонансна та комп'ютерно-томографічна ангіографія показали високу чутливість і специфічність для діагностики стенозу сонних артерій порівняно з рентгеноконтрастною цифровою субтракційною ангіографією. Ультразвукове дослідження — швидке та відносно недороге діагностичне дослідження. Хоча результати дуплексного сканування сонних артерій можуть значно відрізнятися залежно від лабораторії та дослідника, чутливість і специфічність цього дослідження є високими.

Наведено результати власних досліджень та огляд літератури щодо можливостей ультразвукового дослідження при стенозах екстракраніальних артерій порівняно з рентгеноконтрастною цифровою субтракційною ангіографією. Проаналізовано можливі причини отримання різних результатів при використанні двох зазначених методів.

Ключові слова: атеросклероз, сонні артерії, стеноз, ультразвукова діагностика, селективна рентгеноконтрастна цифрова субтракційна ангіографія.

EXTRACRANIAL ARTERIES STENOSIS: FEATURES OF DIGITAL SUBTRACTION ANGIOGRAPHY AND ULTRASOUND

D.V. SCHEGLOV¹, T.M. BABKINA², N.N. NOSENKO², O.E. SVYRYDYUK¹,
S.V. KONOTOPCHYK¹, A.A. PASTUSHYN¹

¹ SO «Scientific-practical Center of Endovascular Neuroradiology of NAMS of Ukraine», Kyiv

² P.L. Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education, Kyiv

Atherosclerosis is the most common cause of stroke. Non-invasive diagnostic technique can to detect and evaluate the severity of the stenosis of the arteries: carotid duplex scanning, magnetic resonance and computed tomography angiography. Selective digital subtraction angiography is minimally invasive method. Selective angiography is the «gold» standard in the diagnosis of atherosclerosis of carotid arteries. The method allows to evaluate the blood vessels that supply blood to the brain and at the same time to perform endovascular surgery.

Duplex scanning of the carotid arteries, magnetic resonance and computed tomography angiography showed high sensitivity and specificity for the diagnosis of carotid artery stenosis, compared with the selective digital subtraction angiography. Ultrasonography — fast, relatively inexpensive diagnostic study of vessels disease. Although the results of carotid duplex scanning may be different in other laboratories and researchers, but the sensitivity and specificity of this study is defined as the highest.

The article analyzes the results own researches and to introduce the review features of digital subtraction angiography and ultrasound. Possible reasons that cause different results from different methods have been analyzed.

Key words: atherosclerosis, carotid artery stenosis, ultrasound, selective digital subtraction angiography.