

Т. А. Вихерт, К. М. Арзамасов

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО МЕТОДА ИССЛЕДОВАНИЯ АРТЕРИЙ И ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

В настоящее время ультразвуковые методы исследования активно используются для оценки проходимости периферических сосудов. Противопоказания к проведению ультразвукового исследования не описаны [1]. К неоспоримым преимуществам метода следует отнести его неинвазивность, относительно невысокую стоимость, мобильность, безопасность и возможность многократного повторения [2, 3].

Ультразвуковое дуплексное сканирование (УЗДС) сочетает два режима: двухмерную серошкальную эхографию и один из доплеровских режимов, работающих в реальном времени. В настоящее время широко используется дуплексное сканирование с различными вариантами цветового картирования кровотока — цветное дуплексное сканирование (ЦДС) [4].

Таким образом, имеется возможность визуализации структуры сосуда с одновременным получением цветовой картограммы или доплеровского спектра потока крови. Во многих ультразвуковых сканерах реализован режим триплексного сканирования, который позволяет в режиме реального времени визуализировать структуру сосуда и оценивать изменения цветовой картограммы и доплеровского спектра потока крови. Полученные результаты позволяют судить о степени нарушения локальной проходимости и локальной гемодинамики.

Одна из наиболее часто встречающихся патологий сердечно-сосудистой системы — атеросклероз. Проведение ультразвукового исследования периферических сосудов позволяет выявлять это заболевание на ранних стадиях и оценивать его течение в динамике. По данным С. Сабети и соавт., чувствительность УЗДС в определении или исключении стенозов внутренних сонных артерий более 70% составляет 77–98%, а специфичность — 53–82% [5, 6]. Специфичность в определении повреждения фиброзной покрышки атеросклеротической бляшки (АСБ) составляет 75%, чувствительность — 41,2% [7].

Процент стенозирования просвета каротидных артерий, полученный по результатам дуплексного сканирования, представляет собой критерий для проведения каротидной эндартерэктомии.

В течение многих лет каротидная эндартерэктомия остается наиболее освоенным методом хирургического лечения атеросклеротического поражения сонных артерий. Однако в ряде случаев у больных высокого хирургического риска, у больных с рестенозами после перенесенной каротидной эндартерэктомии возникает потребность в альтернативном подходе к хирургической коррекции исследуемой патологии [8]. В на-

Вихерт Татьяна Александровна — ассистент, врач функциональной диагностики, НУЗ ЦКБ № 2 ОАО «РЖД», Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова; e-mail: t@vihert.ru

Арзамасов Кирилл Михайлович — врач функциональной диагностики, ассистент, НУЗ ЦКБ № 1 ОАО «РЖД», Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова; e-mail: t@vihert.ru

стоящее время значительное развитие получили методы эндоваскулярного лечения окклюзирующих заболеваний артерий: баллонная дилатация и стентирование сонных артерий — одни из наиболее перспективных направлений в интервенционной радиологии [9].

Метод ультразвукового дуплексного сканирования особенно важен для контроля проведенного эндоваскулярного вмешательства как в раннем, так и отдаленном периоде.

При проведении ультразвукового исследования после эндоваскулярного каротидного стентирования в просвете сосуда визуализируется стент как циркулярное гиперэхогенное сетчатое образование в просвете артерии, в области концов стента может наблюдаться небольшое сужение просвета, но подобное сужение не приводит к повышению скоростей кровотока. В норме регистрируется ламинарный кровоток, и в некоторых случаях может наблюдаться легкая турбулентность в области вмешательства.

Как известно, более половины осложнений реконструктивных операций связаны с техническими дефектами или неправильной тактикой, а повторные ревизии артерий могут сопровождаться дополнительным риском и техническими сложностями [10].

Решением этой проблемы выступает использование интраоперационного цветового дуплексного сканирования для контроля за ходом реконструкции, выявления изменений в области оперированных артериальных сегментов и их своевременного устранения [11; 12]. Для диагностики отслоек и обрывков интимы может применяться В-режим, а для определения нарушения кровотока в зоне указанных изменений — режим ЦДК (рис. 1, 2). Это высокоразрешающее исследование может иметь большое значение для оценки эффективности и возможной коррекции техники операции, что позволит улучшить результаты лечения больных облитерирующим атеросклерозом сонных артерий.



Рис. 1. Интраоперационное дуплексное сканирование внутренней сонной артерии.

В-режим при поперечном сканировании во время позиционирования стента. 1 — стенка артерии; 2 — стент в просвете артерии

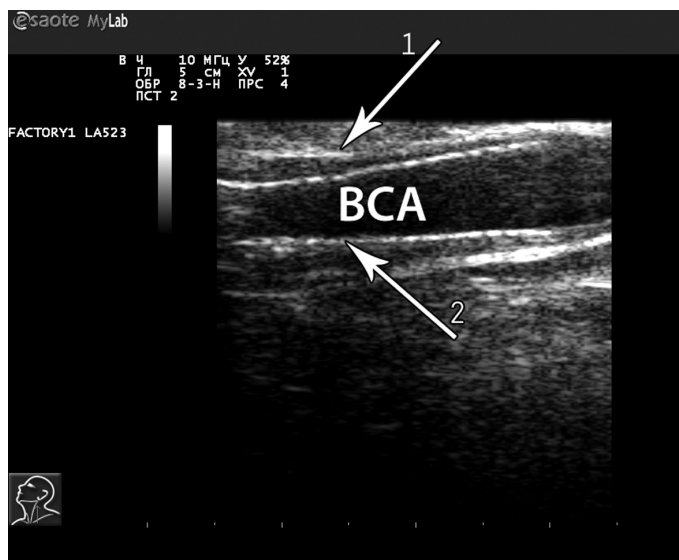


Рис. 2. Интраоперационное дуплексное сканирование внутренней сонной артерии.

В-режим при продольном сканировании во время постдилатации стента. 1 — стенка артерии; 2 — стент в просвете артерии

Таким образом, ультразвуковое дуплексное сканирование — высокоинформативный и безопасный метод мониторингирования сегментов эндоваскулярных вмешательств и может применяться для выбора тактики дальнейшего лечения пациентов [13].

Возможности современного ультразвукового дуплексного сканирования не ограничиваются оценкой периферической гемодинамики. Изменения периферической гемодинамики позволяют судить не только о локальных препятствиях, таких как атеросклеротические бляшки, изгибы, извитости, но и об изменениях в центральной гемодинамике.

Наиболее часто нарушения центральной гемодинамики наблюдаются при сердечной недостаточности (СН). На протяжении длительного времени для оценки центральной гемодинамики использовались инвазивные методы диагностики. Достаточно полно динамика периферического кровотока у пациентов с хронической сердечной недостаточностью (ХСН) была изучена в работе [14]. В этом исследовании не только было показано достоверное различие пациентов с ХСН от здоровых по показателям кровотока, но и была получена корреляция между показателями центральной и периферической гемодинамики. Полученные результаты указывают на перспективность использования параметров артериального кровообращения при физических нагрузках для оценки насосной функции сердца.

В связи с актуальностью изучаемой проблемы исследования периферического кровотока в нагрузке продолжают и по настоящее время. Активно изучается микроциркуляция в работающей мышце, сравниваются изменения гемодинамических показателей и потребление кислорода мышцей [15; 16]. Л. Феррейра с соавт. показали, что при нагрузке возможна оценка периферического кровотока на работающей конечности доплеровским методом [17]. С помощью эффекта доплера оценивали работу

мышечной помпы во время нагрузки и ее влияние на артериальный кровоток при разном уровне нагрузки [18].

Наибольший интерес с точки зрения функционального состояния пациента с СН представляет оценка динамики периферического кровотока при физической нагрузке.

В покое кровоток в крупных периферических сосудах магистрального типа состоит из трех компонентов: систолический пик, ретроградный пик в период ранней диастолы и антеградное отклонение в период поздней диастолы, отражающее эластичность артериальной стенки (рис. 3, А). При физической нагрузке в работающих мышцах при переходе на анаэробный путь гликолиза начинает выделяться лактат, который выступает мощным местным сосудорасширяющим фактором. При увеличении диаметра артерий снижается периферическое сосудистое сопротивление, что приводит к появлению непрерывного диастолического кровотока (рис. 3, Б). В последующем периоде покоя лактат постепенно вымывается, завершая процесс вазодилатации, и кровоток вновь принимает вид магистрального. При нарушении насосной функции сердца во время нагрузки происходит нарушение поставки кислорода к работающим

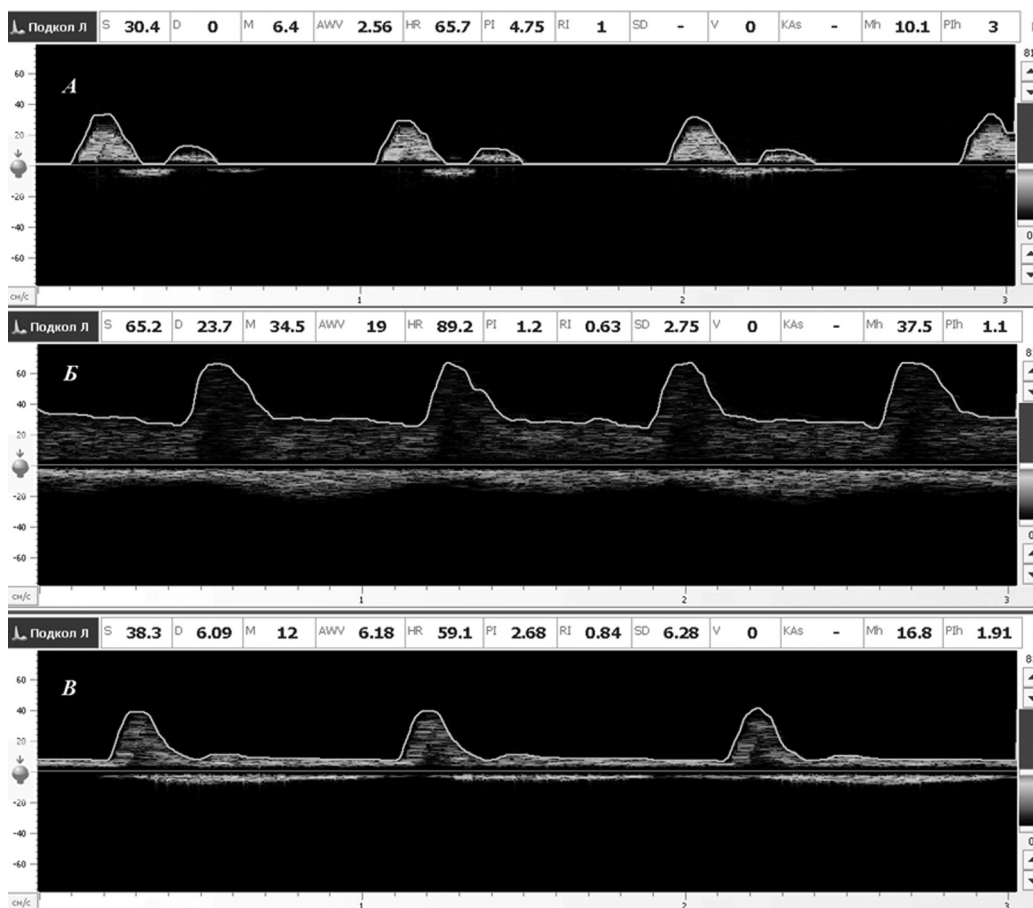


Рис. 3. Допплеровский спектр подколенной артерии:
А — в покое; Б — при физической нагрузке; В — в периоде восстановления.

мышцам, что приводит к более раннему переходу на анаэробный метаболизм. В результате процесс восстановления затягивается и на доплерограмме длительное время регистрируется непрерывный диастолический кровоток (рис. 3, В). Оценивая время существования непрерывного диастолического кровотока после прекращения нагрузки можно судить о динамике лактат-ацидоза [19; 20].

Большой практический интерес представляют результаты отечественных исследований с начала 90-х годов [20; 21]. В этих работах было показано, что о нарушении насосной функции сердца можно судить по динамике в нагрузке таких показателей, как максимальная и диастолическая скорости кровотока [20], а также по времени существования непрерывного диастолического кровотока [19; 20].

В указанных работах изучались многие показатели артериального кровотока — линейная скорость, объемная скорость, показатели сопротивления, время восстановления диастолического кровотока. Полученные показатели чувствительности (до 88%) и специфичности (до 82%) [20] свидетельствуют в пользу перспективности дальнейшей разработки критериев нарушения насосной функции сердца по показателям периферической гемодинамики. Наибольший практический интерес должны представлять критерии, позволяющие оценивать не только наличие нарушения насосной функции сердца, но и степень ее нарушения. Таким критерием должен быть показатель артериального долга, который еще не исследовался.

Литература

1. Осипов Л. В. Ультразвуковые диагностические приборы М.: Видар, 1999. 234 с.
2. 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.
3. Riddley E. L. Ultrasound angiograms map signal strength // *Diagnostic imaging*. 1993. Vol. 8. P. 106–107.
4. Куликов В. П., Хорев Н. Г., Смирнова Ю. В. Цветовое дуплексное сканирование в диагностике патологической извитости внутренних сонных артерий // *Ультразвуковая доплеровская диагностика в клинике* / под ред. Ю. М. Никитина, А. И. Труханова. Иваново: МИК, 2004. С. 196–214.
5. Цвибель В., Пеллерито Дж. Ультразвуковое исследование сосудов. М.: Видар-М., 2008. 646 с.
6. Хамитов Ф. Ф., Дибиров М. Д., Гулешов В. А. Хирургическое лечение хронической сосудисто-мозговой недостаточности. М.: Наука, 2010. 112 с.
7. Sabeti S., Schillinger M., Mlekusch W. et al. Quantification of internal carotid artery stenosis with duplex US: comparative analysis of different flow velocity criteria // *Radiology*. 2004. Vol. 232. P. 431–439.
8. De Bakey M. H. Carotid endarterectomy revisited // *J. Endovasc. Surg.* 1995. Vol. 91. P. 566–579.
9. Игнатьев И. М., Володюхин М. Ю., Малиновский М. Н. Ангиопластика и стентирование сонных артерий у больных с высоким хирургическим риском // *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2008. Т. 14, № 1. С. 83–89.
10. Cardaioli P., Giordan M., Panfili M., Chioin R. Complication with an embolic protection device during carotid angioplasty // *Catheter Cardiovasc Interv.* 2004. Vol. 62. P. 234–236.
11. Pearce W. H., Astleford P. Carotid What's new in vascular ultrasound // *Surg. Clin. North Am.* 2004. Vol. 84. P. 1113–1126.
12. Седов В. М., Азовцев Р. А., Ковалев В. А. и др. Ангиопластика и стентирование сонных артерий у больных с ишемической болезнью головного мозга // *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2010. Т. 9, № 2. С. 36–39.
13. 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.
14. Sullivan M. J., Knight J. D., Higginbotham M. B., Cobb F. R. Relation between central and peripheral hemodynamics during exercise in patients with chronic heart failure. Muscle blood flow is reduced with maintenance of arterial perfusion pressure // *Circulation*. 1989. Vol. 80. P. 769–781.
15. Harper A. J., Ferreira L. F., Lutjemeier B. J. et al. Human femoral artery and estimated muscle capillary blood flow kinetics following the onset of exercise // *Exp. Physiol.* 2006. Vol. 91(4). P. 661–671.

16. *Ferreira L. F., Harper A. J., Townsend D. K. et al.* Kinetics of estimated human muscle capillary blood flow during recovery from exercise // *Exp. Physiol.* 2005. Vol. 90(5). P. 715–726.
17. *Ferreira L. F., Harper A. J. and Barstow T. J.* Frequency-domain characteristics and filtering of blood flow following the onset of exercise: implications for kinetics analysis // *J. Appl. Physiol.* 2006. Vol. 100(3). P. 817–825.
18. *Lutjemeier B. J., Miura A., Scheuermann B. W. et al.* Muscle contraction-blood flow interactions during up-right knee extension exercise in humans // *J. Appl. Physiol.* 2005. Vol. 98(4). P. 1575–1583.
19. *Иванов С. В., Кудряшев В. Э., Добровольская Т. Н., Белецкий Ю. В.* Реакция периферического кровообращения при нагрузке на тредмиле как критерий оценки центральной гемодинамики и анаэробного порога // *Кардиология.* 1992. № 11–12. С. 49–52.
20. *Кудряшев В. Э., Иванов С. В., Белецкий Ю. В.* Количественная оценка нарушений кровообращения (пробы с физической нагрузкой). М.: Медицина, 2000.
21. *Barbara J. Lutjemeier, Akira Miura, Barry W. et al.* Muscle pump-dependent self-perfusion mechanism in legs in normal subjects and patients with heart failure // *J. Appl. Physiol.* 2002. Vol. 92. P. 1647–1654.

Статья поступила в редакцию 5 декабря 2012 г.