

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

РОЛЬ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ ПЕРЕД ФОРМИРОВАНИЕМ ПОСТОЯННОГО СОСУДИСТОГО ДОСТУПА ДЛЯ ГЕМОДИАЛИЗА И В ОЦЕНКЕ ЕГО СОЗРЕВАНИЯ

Захматова Татьяна Владимировна

*доктор медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики
ФГБОУ ВО Северо-Западный государственный медицинский университет
им. И. И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург*

Козн Валерия Сергеевна

*аспирант кафедры лучевой диагностики
ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет
им. И. И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург*

THE ROLE OF ULTRASOUND DIAGNOSIS PRIOR TO FORMING A PERMANENT VASCULAR ACCESS FOR HEMODIALYSIS AND EVALUATION OF ITS MATURATION

Zahmatova Tatiana Vladimirovna

*M. D. Med., associate professor of department radiology,
Mechnikov North-West State Medical University Ministry of Healthcare Russian,
Saint Petersburg*

Koen Valeriia Sergeevna

*postgraduate student of radiology department,
Mechnikov North-West State Medical University Ministry of Healthcare Russian,
Saint Petersburg*

Аннотация

Цель – определить роль ультразвукового исследования перед формированием постоянного сосудистого доступа для гемодиализа. Обследовано 105 пациентов перед формированием и 146 после создания доступа. У 9,5% сосуды недоминантной руки были непригодны к формированию доступа, у 18,1% – была сформирована плечевая фистула. Для создания доступа подходит артерия диаметром более 2,0 мм, вена – не менее 2,5 мм при глубине залегания не более 5–6 мм. Для эффективного гемодиализа необходима минимальная объемная скорость кровотока 350–400 мл/мин, оптимальная – не менее 600 мл/мин в фистуле и 800 мл/мин в протезе.

Abstract

Purpose is to determine the role of ultrasound before the formation of permanent vascular access for hemodialysis. 105 patients were examined before the formation and 146 after the creation of access. In 9.5% the vessels of non-dominant arm were unsuitable for access formation, and in 18.1% a brachial fistula was created. Artery with a diameter more than 2.0 mm and vein at least 2.5 mm with its depth of no more than 5-6 mm suit for creating vascular access. Minimal access flow that can provide effective hemodialysis is 350–400 ml/min, optimal – greater than 600 ml/min in fistula and 800 ml/min in graft.

Ключевые слова: постоянный сосудистый доступ; артериовенозная фистула; гемодиализ; дуплексное сканирование; объемная скорость кровотока.

Keywords: permanent vascular access; arteriovenous fistula; hemodialysis; duplex ultrasound; volumetric blood flow.

Введение. В настоящее время в качестве постоянного сосудистого доступа (ПСД) для проведения процедур гемодиализа применяют следующие конструкции: нативную артериовенозную фистулу (АВФ), синтетический протез или артериовенозный графт (АВГ) и туннельный перманентный катетер [1, 11]. Создание и поддержание эффективного сосудистого доступа является залогом успешной и длительной гемодиализной терапии. Основным методом визуализации сосудов перед формированием ПСД и оценки его созревания является дуплексное сканирование (ДС) [7, 10, 11]. Исследование сосудов перед хирургическим вмешательством повышает эффективность функционирования доступа, так как ДС позволяет

выбрать сосуды, пригодные для его формирования, а ультразвуковое исследование уже сформированного ПСД дает возможность выявить его осложнения.

Цель исследования – определить роль ультразвукового исследования перед формированием постоянного сосудистого доступа для гемодиализа и в оценке его созревания.

Материалы и методы. ДС выполнено 105 пациентам перед формированием доступа и 146 пациентам со сформированным ПСД для гемодиализа (134 АВФ и 12 АВГ) на ультразвуковом сканере Vivid S9 линейным датчиком 7-10 МГц. Перед формированием сосудистого доступа изучали состояние стенок и просвета подключичной, подмышечной, плечевой,

лучевой и локтевой артерий, начиная с недоминантной руки, выявляли зоны стеноза и окклюзии. Определяли диаметр сосудов, скоростные показатели кровотока и индексы периферического сопротивления. Проводили исследование поверхностных и глубоких вен предплечья и плеча на всем протяжении для исключения зон стеноза и тромбоза, измеряли диаметры поверхностных вен и глубину их залегания. Если состояние сосудов недоминантной руки не позволяло сформировать ПСД, то аналогичным образом проводили исследование сосудов доминантной конечности.

При исследовании АВФ оценивали приводящую артерию, зону анастомоза артерии и вены, отводящую вену на всем протяжении, а также вены на плече и предплечье, которые не были использованы при формировании ПСД. В приводящей артерии определяли объемную скорость кровотока (ОСК) и диаметр, в зоне анастомоза – пиковую систолическую, среднюю скорость кровотока и диаметр, в отводящей вене – глубину залегания, диаметр и ОСК, в артерии дистальной области соустья – диаметр, направление кровотока и ОСК. Обследование АВГ включало оценку проходимости и состояния стенок протеза, проксимального и дистального анастомозов протеза с артерией и веной соответственно, выявление зон стеноза и аневризматической трансформации, определение ОСК, его диаметра и глубины залегания.

Результаты и их обсуждение. Оптимальным местом для создания доступа является предплечье недоминантной руки, так как пациент может обслуживать себя сам, минимально используя конечность с фистулой, и сохраняется ресурс сосудов для формирования нового ПСД на плече в случае дисфункции первого [2]. Наиболее часто формируют радиоцефалическую фистулу между лучевой артерией и головной веной. При непригодности головной вены (*v. cephalica*) возможно создание анастомоза между основной веной (*v. basilica*) и локтевой артерией – дистальная (на уровне нижней трети предплечья) или проксимальная (на уровне средней трети предплечья) ульнаробазиллярная фистула. При небольшом диаметре локтевой артерии прибегают к формированию анастомоза между основной веной (*v. basilica*) и лучевой артерией –

радиобазиллярная фистула. При отсутствии подходящих сосудов на предплечье обеих конечностей АФВ формируют на плече: брахиоцефалическая фистула между плечевой артерией и головной веной, брахиобазиллярная фистула между плечевой артерией и основной веной, а также фистула между плечевой артерией и промежуточной веной локтя. Радиоцефалическая фистула является сосудистым доступом первой линии, брахиоцефалическая и брахиобазиллярная (проксимальные) фистулы – доступы второй и третьей линии соответственно.

Для формирования фистулы считали пригодной вену диаметром более 2,3 мм на уровне нижней трети предплечья и 2,5 мм на уровне верхней и средней трети предплечья, а для создания АВГ – не менее 4 мм при глубине залегания не более 5–6 мм. У 10 (9,5%) пациентов сосуды предплечья недоминантной руки были непригодны к формированию доступа, что привело к необходимости формирования фистулы на предплечье доминантной руки. У 19 (18,1%) обследованных была сформирована проксимальная (плечевая) фистула в связи с диаметром сосудов на предплечьях, при котором невозможно адекватное созревание и функционирование АВФ. У 6 (5,7%) пациентов АВФ между головной веной и лучевой артерией на предплечье, пригодными для создания ПСД, не достигла успешного созревания в результате небольшого диаметра анастомоза и особенностей центральной гемодинамики.

Для прогнозирования эффективности созревания будущей АВФ выполняли тест сжимания-разжимания кисти в течение 2 мин. В норме вследствие снижения тонуса резистивных сосудов в ответ на физическую нагрузку трехфазный спектр кровотока в артерии становится двух- или монофазным (рис. 1).

Если в конце теста индекс резистентности в артерии превышает 0,7, вероятность развития первичной недостаточности фистулы достигает 95% [9]. В нашем исследовании значение индекса резистентности после проведения теста у большинства обследованных в среднем составило $0,63 \pm 0,12$. У 9 (8,6%) пациентов, страдающих сахарным диабетом 2 типа, индекс резистентности в лучевой артерии был выше 0,7, что свидетельствовало о том, что артерия не пригодна для формирования соустья.

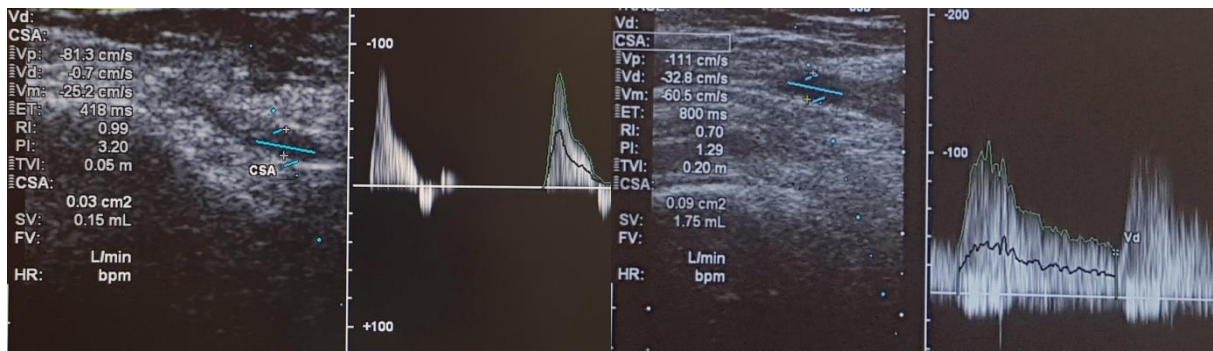


Рисунок 1. Эхограммы лучевой артерии в режиме импульсно-волнового доплера. Кровоток в лучевой артерии в покое (а) и после физической нагрузки (б)

Если головная вена не соответствовала вышеуказанным критериям, переходили к исследованию медиальной подкожной (основной) вены. В случае необходимости формирования петлевого АВГ на плече оценивали подмышечные артерию и вену. Кроме оценки вен плеча и предплечья проводили исследование подключичной и внутренней яремной вен для исключения стеноза и тромбоза, которые могут встречаться вследствие предшествующей катетеризации вен [1]. Одним из признаков перенесенного тромбоза вен является монофазный спектр кровотока, не синхронизированный с сердечным циклом и дыханием [10, 11].

При ДС сформированного доступа оценивали созревание фистулы и выявляли осложнений её функционирования. Сразу после формирования ПСД вследствие значительного градиента давления между приводящей артерией и отводящей веной происходит резкое увеличение потока крови в артерию. В среднем ОСК в фистуле через 1 мес после операции составила $304 \pm 51,3$ мл/мин, через 3 мес – $487 \pm 74,2$ мл/мин, через 6 мес – $622 \pm 102,8$ мл/мин. Проведенное нами исследование показало, что оптимальным является значение ОСК 600–1500 мл/мин в нативной фистуле и 800–1700 мл/мин в протезе. Большую роль в созревании АВФ и увеличении ОСК играет размер соустья. Диаметр анастомоза фистул, которые не достигли успешного созревания, в среднем составил $2,2 \pm 0,3$ мм.

Диаметры приводящей артерии и отводящей

вены постепенно увеличиваются при ее функционировании. АВФ считали пригодной для проведения адекватного гемодиализа при диаметре вены не менее 5 мм, глубине ее залегания не более 5–6 мм и ОСК выше 350–400 мл/мин. Диаметр анастомоза оказывает влияние на кровоток в артерии дистальнее соустья. При небольшом размере анастомоза кровоток в артерии дистальнее анастомоза антеградный, по мере увеличения размера соустья кровоток становится двунаправленным (антеградным в систолу и ретроградным в диастолу). При большом размере соустья ток крови полностью меняет направление на ретроградное. В случае ретроградного кровотока в лучевой артерии дистальнее анастомоза кровоток осуществляется по локтевой артерии через артериальную ладонную дугу в фистульную вену. При этом в норме происходит увеличение скорости кровотока в локтевой, передней межкостной артериях и коллатеральных ветвях на предплечье для компенсации дефицита кровоснабжения кисти [1, 5, 6]. У 92 (63,0%) пациентов с ПСД выявили ретроградный кровоток в артерии дистальнее анастомоза, у 24 (16,4%) – двунаправленный кровоток (рис. 2). Показатель ОСК ретроградного потока значительно отличался (от 12 мл/мин до 650 мл/мин) и в среднем составил $148,7 \pm 94,3$ мл/мин, поэтому источниками кровоснабжения кисти являлись локтевая, передняя межкостная артерии и коллатеральные ветви.

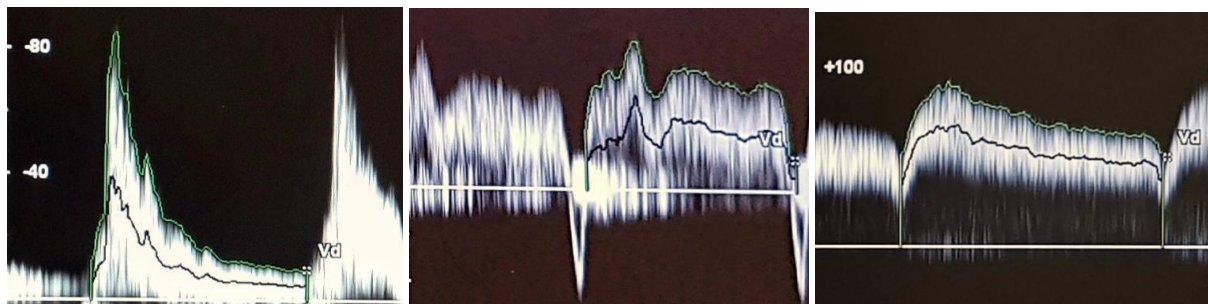


Рисунок 2. Эхограммы артерии дистальнее зоны анастомоза в режиме импульсно-волнового доплера: антеградный (а), двунаправленный (б) и ретроградный (в) кровоток

Полученные нами данные совпадают с мнением большинства авторов, которые считают, что при диаметре артерии менее 2 мм адекватного созревания АВФ не происходит и не рекомендуют формировать соустье с артерией данного диаметра [4, 10, 11]. Установлено, что для формирования фистулы пригодна вена диаметром не менее 2,5 мм, а для создания АВГ – не менее 4 мм при глубине залегания не более 5–6 мм [4, 8, 12].

Известно, что оптимальная скорость кровотока составляет не менее 600 мл/мин в нативной АВФ и не менее 800 мл/мин в АВГ [3, 9]. Однако повышение скоростных показателей в ПСД увеличивает нагрузку на правые камеры сердца, и возрастает риск развития хронической сердечной недостаточности. Установлено, что ОСК в фистуле не должна превышать 30% от сердечного выброса, в среднем составляя не более 1500–2000 мл/мин [2]. Имеются данные о влиянии высокой скорости кровотока в АВФ на развитие таких осложнений, как ишемический синдром обкрадывания кисти и стеноз отводящей вены [1, 4, 5].

Заключение. Эффективное долгосрочное гемодиализное лечение во многом зависит от успешного созревания и функционирования ПСД. Ультразвуковое исследование артерий и вен верхних конечностей необходимо как для выбора подходящих для создания анастомоза сосудов, так и для последующей правильной диагностики осложнений. ДС позволяет определить диаметр, состояние стенок и просвета сосудов, линейные и объемную скорости кровотока, выявить стенозы или кальциноз стенок приводящей артерии, ранее перенесенные тромбофлебиты подкожных вен, тромбозы подключичной и внутренней яремной вен. Ультразвуковая диагностика изменений параметров гемодинамики в ПСД позволяет провести его своевременную хирургическую коррекцию, что увеличивает продолжительность адекватного функционирования фистулы.

Литература:

1. Гринев К.М., Карпов С.А., Алферов С.В. Нетромботические осложнения постоянного сосудистого доступа при программном гемодиализе и способы их хирургической

коррекции // Вестник СПбГУ. Медицина. – 2017. – Т. 12, № 4. – С. 340–353.

2. Попов А.Н. Оптимальные варианты длительно функционирующих артериовенозных фистул у пациентов, находящихся на хроническом гемодиализе: Дис. ... канд. мед. наук. – Екатеринбург, 2015. – 129 с.

3. Хатчинсон С.Дж., Холмс К.К. Ультразвуковая диагностика в ангиологии и сосудистой хирургии. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 400 с.

4. Шольц Х. Сосудистый доступ для гемодиализа. Пер. с англ. под ред. Гуркова А.С. – М.: Практическая медицина, 2019. – 262 с.

5. Agarwal A.K., Shah R., Haddad N.J. Access blood flow testing // *Seminars in dialysis*. – 2014. – V. 27, № 6. – P. 595–598.

6. Aragoncillo I., Abad S., Caldés S. et al. Adding access blood flow surveillance reduces thrombosis and improves arteriovenous fistula patency: a randomized controlled trial // *JVA*. – 2017. – V. 18, № 4. – P. 352–358.

7. Itoga N.K., Ullery B.W., Tran K. et al. Use of a proactive duplex ultrasound protocol for hemodialysis access // *J. Vasc. Surg.* – 2016. – V. 64, № 4. – P. 1042–1049.

8. Marques M.G., Ponce P. Pre-operative assessment for arteriovenous fistula placement for dialysis // *Semin. Dial.* – 2017. – V. 30, № 1. – P. 58–62.

9. Mudoni A., Caccetta F., Caroppo M. et al. Echo color doppler ultrasound: a valuable diagnostic tool in the assessment of arteriovenous fistula in hemodialysis patients // *J. Vasc. Access*. – 2016. – V. 17, № 5. – P. 446–452.

10. Murakami M., Sakaguchi G., Mori N. Arteriovenous fistula combined with brachial artery superficialization is effective in patients with a high risk of maturation failure // *J. Vasc. Surg.* – 2017. – V. 65, № 2. – P. 452–458.

11. Pietryga J.A., Little M.D., Robbin M.L. Sonography of arteriovenous fistulas and grafts // *Seminars in dialysis*. – 2017. – V. 30, № 4. – P. 309–318.

12. Quencer K.B., Kidd K., Kinney T. Preprocedure evaluation of a dysfunctional dialysis access // *Elsevier*. – 2017. – V. 20, № 1. – P. 20–30.