

Пути улучшения ультразвуковой диагностики патологии артериовенозной фистулы для гемодиализа

Захматова Татьяна Владимировна, доктор медицинских наук, доцент
кафедры лучевой диагностики
Коэн Валерия Сергеевна, аспирант кафедры лучевой диагностики
Захматов Александр Иванович, студент
ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова», Санкт-Петербург

Аннотация. Максимальная продолжительность функционирования постоянного сосудистого доступа для гемодиализа редко превышает 4 года. Ультразвуковое исследование является основным методом диагностики дисфункции доступа. Обследовано 550 пациентов, находящихся на программном гемодиализе, из них 517 (94,0%) человек имели артериовенозную фистулу, 33 (6,0%) – артериовенозный протез. Осложнения сосудистого доступа встречались у 154 (28,0%) пациентов, из них тромбоз – у 39 (25,3%), стеноз – у 35 (22,7%), аневризма – у 28 (18,2%) и стил-синдром – у 12 (7,8%). Применение новых предложенных способов определения объемной скорости кровотока и выявления гемодинамически значимого стеноза артериовенозной фистулы позволяет улучшить ультразвуковую диагностику осложнений сосудистого доступа.

Ключевые слова: постоянный сосудистый доступ, артериовенозная фистула, ультразвуковое исследование, стеноз, тромбоз, аневризма, синдром обкрадывания кисти.

Введение. В настоящее время в мире насчитывается более 2 млн. человек с терминальной почечной недостаточностью, в России их число превышает 30 тыс. и ежегодно увеличивается на 12%. Ведущим методом заместительной почечной терапии является программный гемодиализ, на долю которого приходится до 95% всех методов лечения, его применение позволяет продлить жизнь пациента на срок более 20-25 лет. Для проведения гемодиализа необходим надежный постоянный сосудистый доступ (ПСД), в качестве которого чаще используют нативную артериовенозную фистулу (АВФ) или синтетический протез (артериовенозный графт) [7]. Максимальная продолжительность функционирования хирургически созданного сосудистого доступа редко превышает 4 года [1, 2]. Осложнения ПСД являются основной причиной его утраты, что приводит к необходимости повторных оперативных вмешательств по его формированию, так как полная потеря доступа является угрозой для жизни пациента. Среди осложнений сосудистого доступа наиболее часто встречаются: стеноз, тромбоз, аневризма и стил-синдром

(ишемический синдром обкрадывания кисти). Основным методом диагностики патологии ПСД является ультразвуковое исследование [1, 2, 6].

Методы и материалы. Ультразвуковое обследование выполнено 550 пациентам, находящимся на программном гемодиализе, из них 52,4% (288 человек) составили мужчины, 47,6% (262 пациента) – женщины. АВФ имели 517 (94,0%) обследованных, артериовенозный графт – 33 (6,0%) человека. Возраст обследованных составил от 20 до 88 лет, средний возраст был равен $56,7 \pm 14,5$ года. Алгоритм ультразвукового исследования ПСД для гемодиализа представлен в табл. 1. Показатель объемной скорости кровотока (ОСК) часто невозможно определить достоверно в связи с неравномерным диаметром и дилатацией вены, дающими большую погрешность, поэтому ее рекомендуют измерять в отводящей вене в зонах с ламинарным характером кровотока трижды с последующим расчетом среднего арифметического значения.

Таблица 1. Алгоритм ультразвукового исследования ПСД для гемодиализа

| Сосуд | Измеряемые параметры |
|--|---|
| Приводящая артерия | Диаметр, ОСК |
| Зона анастомоза (артерии и вены; протеза и артерии; протеза и вены) | Диаметр, пиковая систолическая и усредненная по времени максимальная скорости кровотока |
| Отводящая вена | Диаметр, глубина залегания, ОСК |
| Протез | Диаметр по внутреннему и внешнему контуру, ОСК |
| Основная и головная вены на плече, не задействованные в формировании ПСД | Диаметр |
| Артерия дистальнее зоны соустья | Диаметр, направление кровотока, ОСК |

Результаты. Осложнения ПСД для гемодиализа были выявлены у 154 (28,0%) пациентов, из них тромбоз отводящей вены был диагностирован у 39 (25,3%) человек, стеноз – у 35 (22,7%) пациентов, аневризма отводящей вены – у 28 (18,2%), стил-синдром – у 12 (7,8%), ложная аневризма и парапротезная гематома – у 6 (3,9%); сочетание 2 и более осложнений выявлено у 30 (19,5%) пациентов.

С целью улучшения методики измерения объемной скорости в АВФ был предложен следующий способ, при котором определяют ОСК приводящей артерии на 2 см

проксимальнее и дистальнее анастомоза [3]. Существуют три варианта направления кровотока в артерии дистальнее анастомоза: антеградный, ретроградный и двунаправленный. При наличии антеградного кровотока в артерии дистальнее анастомоза часть потока из приводящей артерии идет в фистулу, а другая часть кровоснабжает кисть. ОСК в фистуле ($Vo_{АВФ}$) определяют по формуле: $Vo_{АВФ}$ (мл/мин) = $Vo_{п} - Vo_{дант}$, где $Vo_{п}$ – ОСК в артерии проксимальнее анастомоза, мл/мин, $Vo_{дант}$ – объемная скорость антеградного потока в артерии дистальнее

анастомоза, мл/мин (рис. 1).

При ретроградном направлении кровотока из артерии дистальнее анастомоза поступает из кисти в АВФ за счет компенсаторного ускорения тока крови по другим сосудам предплечья. ОСК в фистуле определяют по формуле: Vo_{ABF}

(мл/мин) = $Vo_{п} + Vo_{Дрет}$, где $Vo_{п}$ – ОСК в артерии проксимальнее анастомоза, мл/мин, $Vo_{Дрет}$ – объемная скорость ретроградного потока в артерии дистальнее анастомоза, мл/мин (рис. 2).

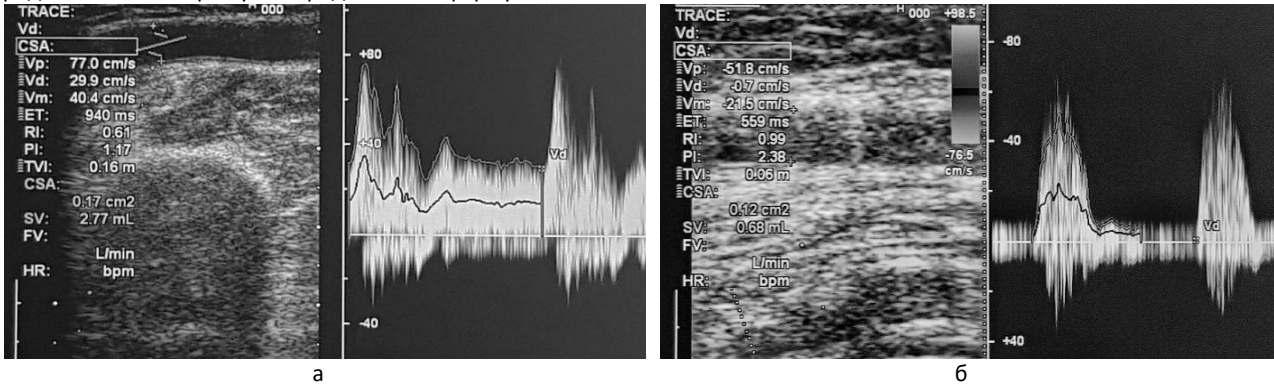


Рис. 1. Эхограммы приводящей (лучевой) артерии в режиме импульсно-волнового доплера: а – ОСК в лучевой артерии проксимальнее анастомоза ($Vo_{п}$) составила 277 мл/мин, б – ОСК антеградного кровотока в лучевой артерии дистальнее анастомоза ($Vo_{Дант}$) равна 68 мл/мин. Получаем значение ОСК в фистуле: $Vo_{ABF} = Vo_{п} - Vo_{Дант} = 277 - 68 = 209$ (мл/мин).

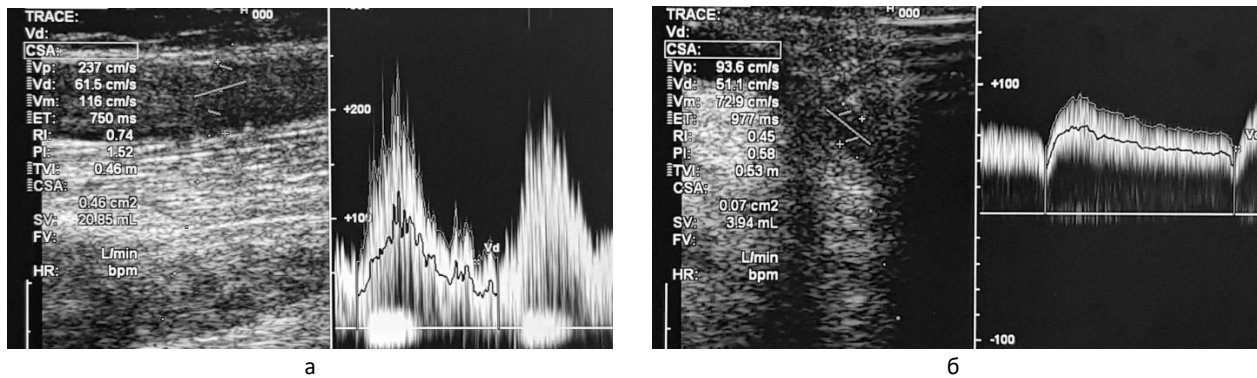


Рис. 2. Эхограммы приводящей (лучевой) артерии в режиме импульсно-волнового доплера: а – ОСК в лучевой артерии проксимальнее анастомоза ($Vo_{п}$) составила 2035 мл/мин, б – ОСК ретроградного кровотока в лучевой артерии дистальнее анастомоза ($Vo_{Дрет}$) равна 68 мл/мин. Получаем значение ОСК в фистуле: $Vo_{ABF} = Vo_{п} + Vo_{Дрет} = 2085 + 394 = 2479$ (мл/мин).

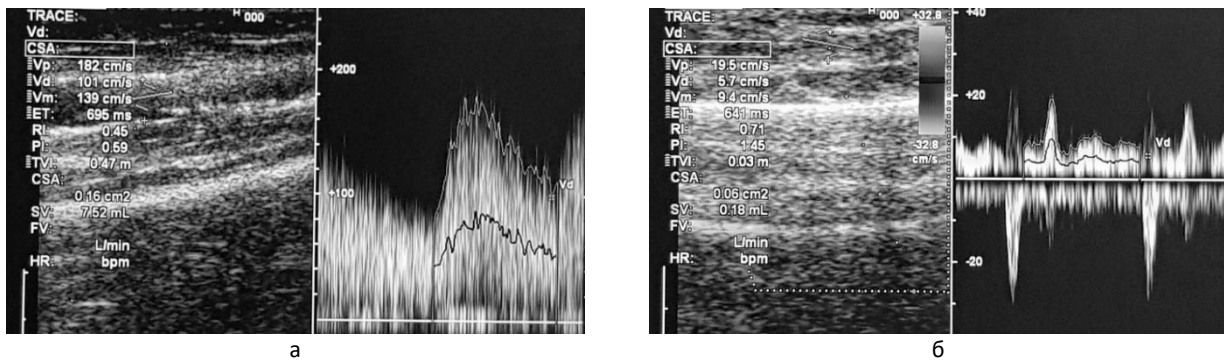


Рис. 3. Эхограммы приводящей (лучевой) артерии в режиме импульсно-волнового доплера: а – ОСК в лучевой артерии проксимальнее анастомоза ($Vo_{п}$) составила 752 мл/мин, б – двунаправленный кровоток в лучевой артерии дистальнее анастомоза, ОСК ретроградной волны ($Vo_{Дрет}$) равна 18 мл/мин, антеградного потока ($Vo_{Дант}$) – 10 мл/мин. Получаем значение ОСК в фистуле: $Vo_{ABF} = Vo_{п} + Vo_{Дрет} - Vo_{Дант} = 752 + 18 - 10 = 760$ (мл/мин).

Если кровотока в артерии дистальнее анастомоза двунаправленный, то в кисть поступает антеградная волна, а в фистулу – ретроградная. В этом случае ОСК в фистуле определяют по формуле: Vo_{ABF} (мл/мин) = $Vo_{п} + Vo_{Дрет} - Vo_{Дант}$, где $Vo_{п}$ – ОСК в артерии проксимальнее анастомоза, мл/мин, $Vo_{Дант}$ – объемная скорость антеградного потока в артерии дистальнее анастомоза, мл/мин, $Vo_{Дрет}$ – объемная скорость ретроградного потока в артерии дистальнее анастомоза, мл/мин (рис. 3).

Применение предложенной методики определения ОСК позволяет получить наиболее точные значения показателя, не зависящие от погрешностей при изменении ОСК в вене, имеющей неравномерный диаметр и зоны аневризматического расширения.

Одним из наиболее частых осложнений ПСД является стеноз, по локализации которого выделяют стеноз приводящей артерии, зоны анастомоза, отводящей вены, а также вен, не задействованных в создании доступа.

Основными причинами стеноза приводящей артерии являются атеросклеротические изменения артерий и сахарный диабет. Стеноз отводящей вены и зоны анастомоза связан с высокой скоростью кровотока, многократными пункциями в локальной зоне, турбулентным кровотоком и вибрацией, постоянно травмирующими стенку вены.

С целью улучшения диагностики гемодинамически

значимого стеноза (70% и более) предложены следующие критерии [4]: диаметр вены в зоне стеноза меньше 2,0 мм, отношение пиковой систолической скорости в зоне стеноза к пиковой систолической скорости в проксимальном отделе больше 3,0 и ОСК в дистальном отделе меньше 300 мл/мин (рис. 4).

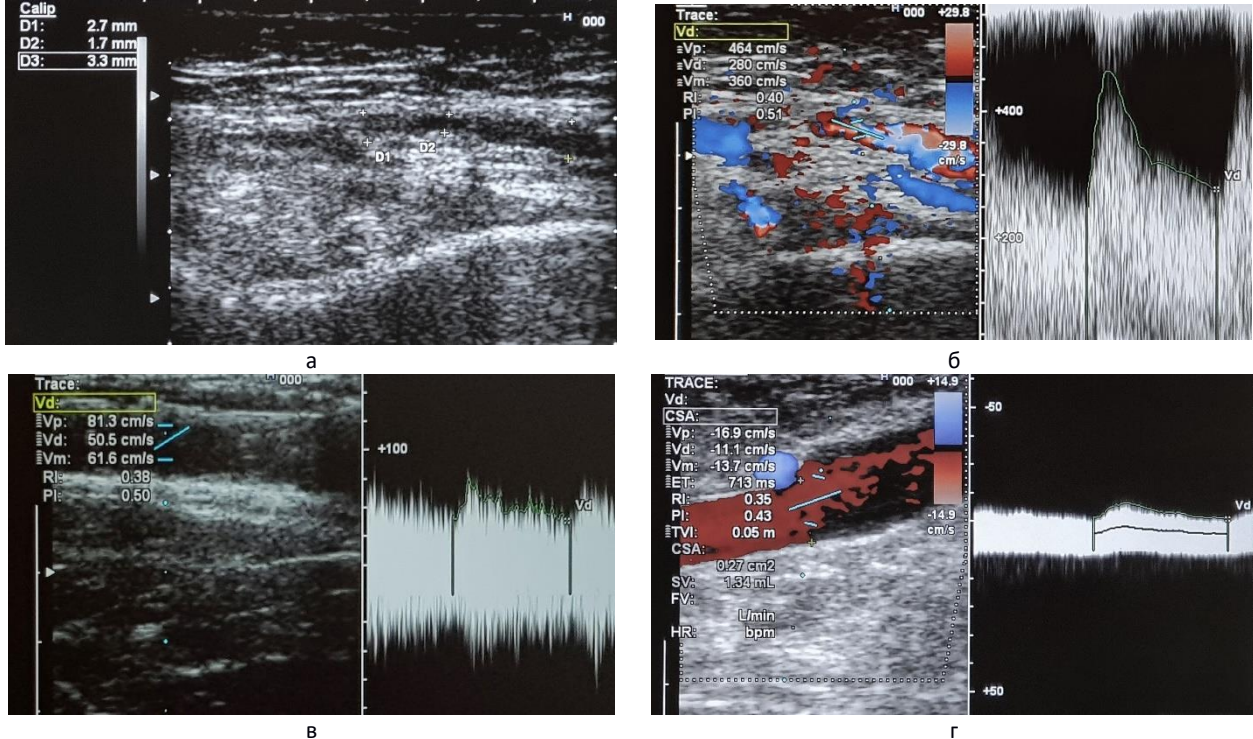


Рис. 4. Эхограммы гемодинамически значимого стеноза отводящей вены: а – зона стеноза в В-режиме (свободный просвет вены равен 1,7 мм), б – область стеноза в режиме импульсно-волнового доплера (пиковая систолическая скорость равна 464 см/с), в – в режиме импульсно-волнового доплера скоростные показатели проксимальнее области сужения (пиковая систолическая скорость – 81,3 см/с), г – в режиме импульсно-волнового доплера объемная скорость кровотока в отводящей вене дистальнее зоны стеноза (134 мл/мин).

В случае гемодинамически значимого стеноза зоны анастомоза отношение максимальной ЛСК в зоне анастомоза и в проксимальном отделе составляет более 4,0. В результате большого градиента давления между приводящей артерией и отводящей веной в зоне анастомоза в норме регистрируют высокие скорости, поэтому ориентироваться только на абсолютное значение пиковой систолической скорости некорректно, необходимо проводить планиметрическую оценку степени стеноза анастомоза по диаметру.

Ультразвуковыми критериями тромбоза ПСД являются: визуализация тромботических масс в просвете сосуда, отсутствие сжимаемости вены и нарушение фазности кровотока при дыхании (рис. 5). Причинами развития тромбоза стали: снижение скорости кровотока в доступе вследствие стеноза или низкого системного артериального давления, нарушения в системе гомеостаза, повреждение

стенки сосуда, особенно при пункциях в локальной зоне.

Одним из факторов риска тромбоза ПСД является аневризматическая дилатация отводящей вены или протеза. Формированию аневризм способствуют многочисленные пункции, локализация в области слияния с притоковыми венами, в зоне клапанного аппарата, а также в ригидных зонах, образующихся вследствие предшествующих хирургических вмешательств или катетеризаций. Турбулентный характер кровотока в аневризме ведет к оседанию тромбоцитов на эндотелий в местах с низкой скоростью кровотока с последующей агглютинацией и активацией процесса коагуляции фибрина. Ультразвуковыми критериями аневризмы отводящей вены являются: локальное увеличение диаметра вены более 25 мм, истончение стенок, наличие пристеночных тромбов и турбулентный, низкоскоростной характер кровотока.

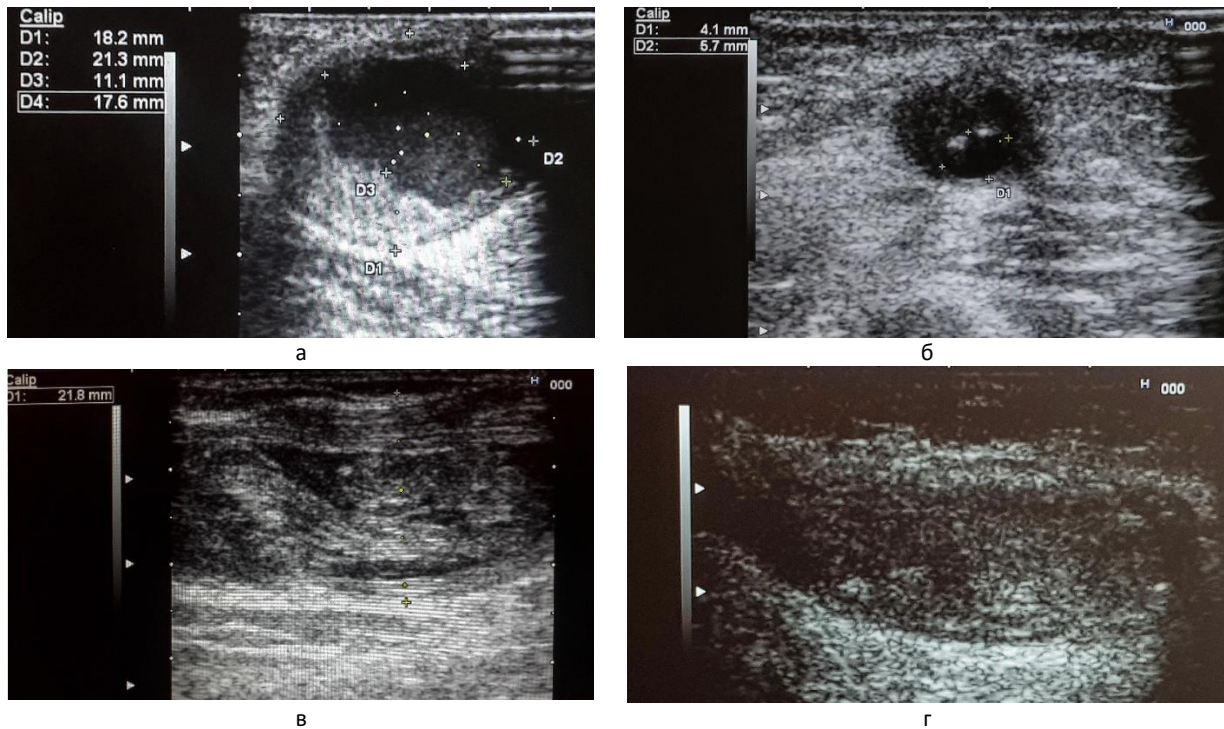


Рис. 5. Эхограммы отводящей вены в В-режиме:
 а, б – неокклюзирующий тромбоз, в, г – окклюзирующий тромбоз.

Среди осложнений функционирования АВФ встречается ишемический синдром обкрадывания кисти (стил-синдром). Ультразвуковое исследование позволило выявить основные причины развития стил-синдрома: стенозы приводящей артерии у пациентов с атеросклерозом и сахарным диабетом, которые не позволяют увеличить объемный кровоток в артерии; большой диаметр анастомоза, ведущий к значительному шунтированию крови, дилатации вены и повышению объемной скорости кровотока; недостаточный приток крови по локтевой, передней межкостной артериям и отсутствие коллатеральных ветвей, которые не компенсировали ретроградный кровоток из лучевой артерии дистальнее анастомоза в фистулу; нарушение механизмов регуляции тонуса резистивных сосудов и патологические изменения микроциркуляторного русла кисти [1, 2, 5]. Проявления стил-синдрома могут варьировать от похолодания и побледнения пальцев кисти до трофических язв и гангрены пальцев, поэтому несвоевременное выявление ишемии может привести к

потере конечности.

Заключение. Актуальность проблемы заместительного гемодиализного лечения обусловлена как увеличением числа пациентов, находящихся на программном гемодиализе, так и высокой частотой осложнений сосудистого доступа. Ультразвуковое исследование позволяет определить диаметр, состояние стенок и просвета сосудов, объемную скорость кровотока, выявить осложнения: стеноз приводящей артерии, зоны анастомоза и отводящей вены, тромбоз, аневризму и синдром обкрадывания кисти. Предложенные способы определения объемной скорости кровотока и выявления гемодинамически значимого стеноза АВФ позволяют улучшить ультразвуковую диагностику осложнений сосудистого доступа. Своевременная и точная диагностика осложнений ПСД позволяет провести их своевременную 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. Гурков А.С. Кровоток в сосудах предплечья и кисти у пациентов с артериовенозной фистулой для гемодиализа: дис. ... канд. мед. наук. – СПб, 2014. – 189 с.
3. Захматова Т.В., Коэн В.С., Себелев К.И. Способ определения объемной скорости кровотока в артериовенозной фистуле для программного гемодиализа. – Патент № 2722353 от 29.05.2020 г. – Бюл. № 16.
4. Коэн В.С., Захматова Т.В., Холин А.В., Себелев К.И. Способ определения гемодинамически значимого стеноза отводящей вены артериовенозной фистулы для программного гемодиализа. – Патент № 2731407 от 02.09.2020 г. – Бюл. № 25.
5. Лобов Г.И., Гурков А.С. Регуляция микроциркуляторного кровотока кисти у пациентов с радиоцефалической артериовенозной фистулой для гемодиализа // Вестник науки Сибири. – 2014. – Т. 14, № 4. – С. 291–296.
6. Хатчинсон С.Дж., Холмс К. Ультразвуковая диагностика в ангиологии и сосудистой хирургии // М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 400 с.
7. Шольц Х. Сосудистый доступ для гемодиализа / Пер. с англ. под ред. А. С. Гуркова // М.: Практическая медицина, 2019. – 280 с.