

© С.В.Алфёров, С.А.Карпов, К.М.Гринёв, А.Н.Васильев, 2013
УДК 616.61-008.64-036.2-085.38:612.18-089.19

С.В. Алфёров¹, С.А. Карпов¹, К.М. Гринёв³, А.Н. Васильев²

ПОСТОЯННЫЙ СОСУДИСТЫЙ ДОСТУП ДЛЯ ГЕМОДИАЛИЗА: СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

S.V. Alferov, S.A. Karpov, K.M. Grinev, A.N. Vasilyev

PERMANENT VASCULAR ACCESS FOR HEMODIALYSIS: A MODERN VIEW

¹Кафедра факультетской хирургии, ²кафедра пропедевтики внутренних болезней Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И.П. Павлова, ³Ленинградская областная клиническая больница, Россия

РЕФЕРАТ

Благодаря использованию заместительной почечной терапии на современном этапе развития медицины возможна полная медицинская и социальная реабилитация пациентов с терминальной стадией поражения почек. При этом программному гемодиализу отводится особое место, как основному методу экстракорпоральной детоксикации. Важным условием успешности лечения больных на гемодиализе является выбор оптимального постоянного сосудистого доступа и поддержание адекватно функционирующего доступа к крови на протяжении всей жизни больного. Несмотря на множество видов и модификаций, до сих пор нативная артериовенозная фистула является наиболее предпочтительным доступом к крови. Артериовенозные графты являются доступами второй линии. Хотя в некоторых случаях порядок выбора сосудистого доступа может изменяться. Правильное использование, уход и своевременная хирургическая коррекция позволяют сохранять постоянный сосудистый доступ длительное время, снижая число осложнений последнего. Это, в свою очередь, способствует повышению выживаемости данной категории больных.

Ключевые слова: гемодиализ, артериовенозный доступ, артериовенозная фистула, графт, перманентный туннельный катетер.

ABSTRACT

At the modern period of medicine using the renal replacement therapy let reach full medical and social rehabilitation of patients with end-stage renal disease. The hemodialysis is the main method of extracorporeal detoxication. The successful hemodialysis therapy depends on choosing the vascular access and maintaining it good condition while all patients life. In spite of various modification of blood accesses the native arteriovenous fistula is the most preferable type of vascular access for hemodialysis. The arteriovenous grafts are at the second line. Some different cases demand individual approach to choice the vascular access. Careful using, timely monitoring and revision keep saving the access for a long time and reducing a risk of complication. It can improve the quality of life patients with ESRD.

Key words: hemodialysis, arterio-venous access, arterio-venous fistula, graft, permanent tunneled catheter.

ВВЕДЕНИЕ

Терминальная почечная недостаточность: разговор или диагноз? В настоящее время в мире число больных с хронической болезнью почек 5 стадии насчитывает не одну сотню тысяч человек. Продление жизни пациентам благодаря экстракорпоральным методам очищения крови, трансплантации – величайшее достижение медицины XX века. Особое место среди методов эфферентной терапии по сей день занимает программный гемодиализ (ГД), на его долю приходится от 62 до 95% от всей заместительной почечной терапии (ЗПТ). Исключительно за счет ГД в течение многих лет может поддерживаться не только жизнь пациентов, но и достигаться их полная медицинская, а

нередко социальная и трудовая реабилитация [1]. Успешное долгосрочное лечение пациентов методом программного ГД в большой степени зависит от решения проблем, связанных с формированием адекватного сосудистого доступа.

В 1943 году доктор В.Й. Кольфф (рис.1) впервые столкнулся с проблемой доступа к крови при применении «искусственной почки» для лечения острой почечной недостаточности [2]. Борьба за жизнь больного продолжалась в течение 34 дней, когда же ресурс сосудов, доступных для пункции, был исчерпан и проведение диализа стало невозможным, пациент погиб.

Вплоть до начала 60-х годов долгосрочное лечение заместительной почечной терапией было ограничено несовершенством существовавших тогда методов катетеризации центральных и периферических вен, периферических артерий.

Алфёров С.В. Санкт-Петербург, 197022, ул. Л.Толстого, д. 6/8, ПСПБГМУ им. И.П. Павлова, кафедра факультетской хирургии. Тел. 8(905)-203-09-88, E-mail: svaram@mail.ru

Быстрое исчерпание возможностей для пункции, перевязка магистральных артерий после катетеризации, тромбозы, инфекционные осложнения, кровотечения – основные проблемы сосудистого доступа, встречаемые клиницистом того времени.

Эпоха хронического ГД началась спустя почти 20 лет, когда Вейн Квинтон и Белдинг Скрибнер в 1960 году предложили для использования артериовенозный шунт. Весной 1960 года Б. Скрибнер (рис. 2) установил шунт американцу Клайду Шилдсу (рис. 3) из города Сиэтл (США). Клайд Шилдс стал первым пациентом, которому проводился хронический ГД. Это позволило ему прожить дополнительные одиннадцать лет, после чего он умер от сердечной патологии в 1971 году.

Эти первые успехи создали благоприятную основу для первой в истории программы хронического ГД, которая была создана в Сиэтле. На протяжении многих лет Б. Скрибнер и его команда специально откладывали процесс получения патента на многие из своих изобретений, чтобы обеспечить более быстрое их распространение по миру, что помогло спасти жизни многих пациентов.

Первый внешний артериовенозный шунт был изготовлен из тефлона. Он позволял обеспечить повторные доступы к сосудистой системе [3]. Для канюлирования использовались *a.radialis* и *v.cerphalica* либо *v.basilica*. В дальнейшем большее распространение получила модификация шунта, изготовленного из силикона, канюли же оставались тефлоновыми. К сожалению, частые инфекции и тромбозы также ограничивали долгосрочное использование этого типа доступа.

Истинным прорывом в хирургии доступа стала разработка в 1966 г. операции по созданию артериовенозной фистулы (АВФ) M.J. Brescia, J.E. Cimino, K. Appel и B. Hurwisch [4]. Сформированный ими анастомоз «бок-в-бок» между *v.cerphalica* и *a.radialis* в дистальной части предплечья обеспечил достаточный поток крови в доступной для пункции вене, что позволило использовать последнюю в качестве сосудистого доступа для ГД. Несколько позже АВФ Брешиа–Чимино претерпела модификацию по типу «конец вены-в-бок артерии», и в данном виде она по настоящее время остается «классикой жанра» сосудистого доступа. Еще позже M.G. Dunlop [5] и P.A. Stonebridge [6] предложили для использования фистулы на плече созданные путем формирования соустья *a.brachialis* – *v.cerphalica* и *a.brachialis* – транспонированная *v.basilica* соответственно. Минувло полвека, к настоящему моменту предложено более 100 различных модификаций АВФ, в основе которых лежит один и тот же принцип

формирования анастомоза между подкожной веной и периферической артерией и по-прежнему АВФ, благодаря стабильной и длительной функции и низкому уровню осложнений, остается сосудистым доступом выбора.

К сожалению, создание нативной АВФ не всегда возможно в силу анатомической ситуации. Несмотря на достигнутые успехи в хирургической технике, вплоть до середины 70-х годов до 18% пациентов умирали из-за невозможности сформировать постоянный сосудистый доступ (ПСД) для ГД [7]. Решить подобную проблему стало возможно благодаря разработке и внедрению в клиническую практику разного рода сосудистых протезов (АВ-графты). Сообщение W.P. Geis и J. Giacchino в 1980 году было одним из первых о необходимости имплантации сосудистых протезов как альтернативы АВФ [8].

С внедрением в практику артериовенозного доступа (АВ-доступа) в виде нативных фистул и артериовенозных графтов (АВ-графтов) клиническая нефрология сделала огромный шаг в лечении терминальной почечной недостаточности, продлении жизни ранее обреченным больным. Тем не менее, осложнения сосудистых доступов являются одной из наиболее частых причин стационарного лечения пациентов, их заболеваемости и даже смертности [9, 10]. К слову, в США проблемы сосудистого доступа являются причиной 17–30% всех госпитализаций диализных больных, а стоимость лечения осложнений сосудистого доступа оценивается около \$ 1 млрд в год [11–13].

Требования к сосудистому доступу для гемодиализа

Далее, говоря о заместительной почечной терапии, стоит отметить, что понятие «гемодиализ», широко используемое в практике неспециалистами, является универсальным, охватывая различные модификации экстракорпоральной детоксикации. Среди них следует выделить гемодиализ (ГД), гемофильтрацию (ГФ) и гемодиафильтрацию (ГДФ).

Традиционный процесс экстракорпорального очищения крови (ГД) основан на диффузии низкомолекулярных веществ через полупроницаемую мембрану и относительно небольшой ультрафильтрации. Эффективность процесса диффузии веществ зависит от проницаемости мембраны, а также от величины (скорости) потоков диализата и крови. При стандартном ГД их, как правило, устанавливают в эмпирически найденном соотношении 1:2 (чаще всего поток крови 250 мл/мин и поток диализата 500 мл/мин). На современном диализном оборудовании продолжительность диа-

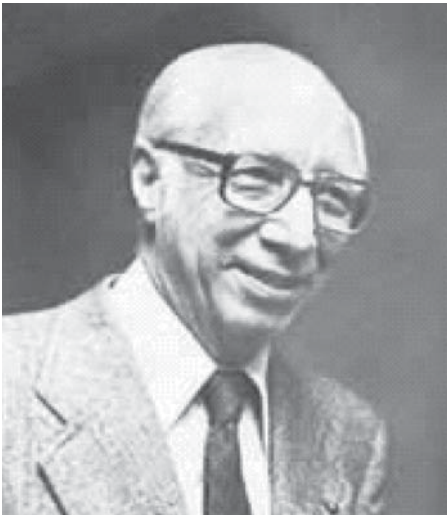


Рис. 1. Виллем Йохан Кольф (1911–2009).



Рис. 2. Белдинг Хиббард Скрибнер (1921–2003).



Рис. 3. Клайд Шилдс (1921–1971).

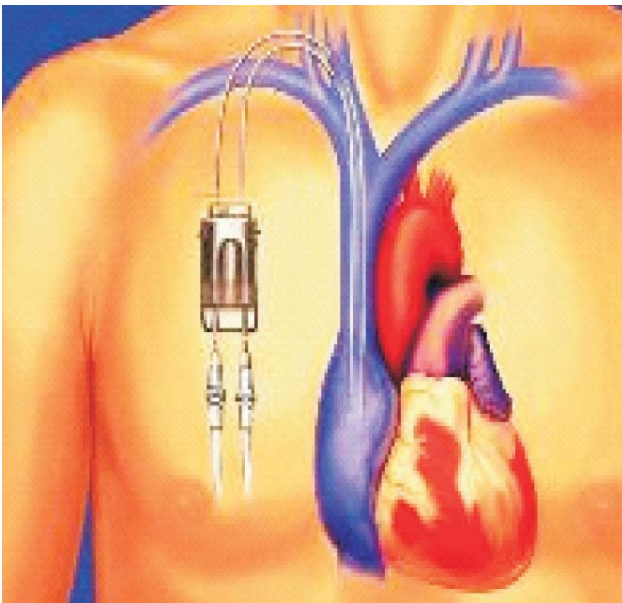


Рис. 4. Устройство Dialock® hemodialysis system (Bioline Corp.)

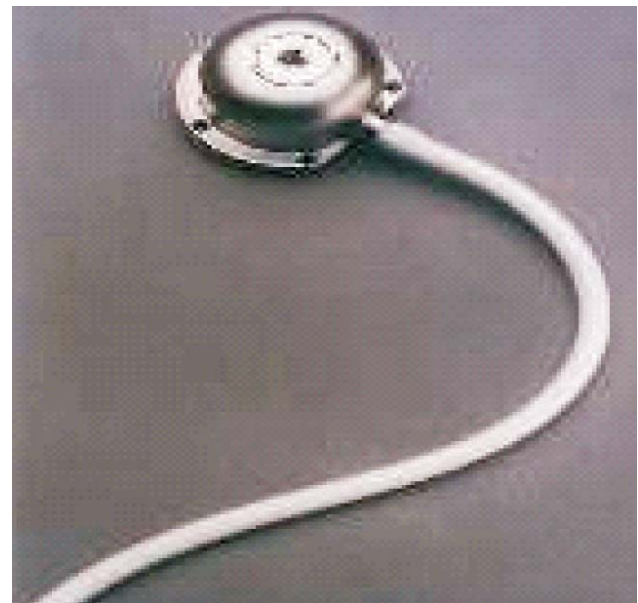


Рис. 5. Устройство LifeSite® hemodialysis access system (Vasca Inc.)

лизной процедуры в стандартном режиме обычно составляет 4–4,5 ч [14].

Другой вариант диализной процедуры осуществляется благодаря использованию высокопроницаемых (высокопоточных) мембран – высокопоточный ГД (ГФ и ГДФ). Основной целью этих процедур является интенсификация процесса диффузии низкомолекулярных веществ и, особенно, конвекционное перемещение средномолекулярных веществ за счет применения высокопроницаемых мембран (с большим размером пор) и проведения процедуры ГД с увеличенными потоками крови и диализата.

По сравнению с процедурой ГД при ГФ и ГДФ предполагаемая скорость кровотока и диализата

значимо выше, уровень кровотока устанавливается в пределах 350–400 мл/мин, а скорость потока диализирующего раствора – 600–800 мл/мин.

Одним из важных моментов при решении вопроса о начале хронического (программного) ГД при терминальной почечной недостаточности является создание сосудистого доступа, обеспечивающего забор достаточного объема крови для экстракорпорального контура диализного монитора [14]. Так, адекватным сосудистым доступом можно считать доступ, способный обеспечить кровоток через диализатор не менее 250–300 мл/мин; целевым уровнем объемной скорости кровотока по АВ-доступу, назначенному удовлетворить потребности любого вида заместительной почечной тера-

пии, следует считать 600–800 мл/мин для АВФ и 1000–1200 мл/мин для АВ-графта. Скорость в АВ-доступе ниже целевого уровня снижает эффективность проводимой процедуры, также увеличивает продолжительность последней и увеличивает риск тромбоза сосудистого доступа. Это, в свою очередь, вынуждает пациента более длительно находиться в отделении диализа; экономический аспект данного обстоятельства – снижение пропускной способности отделения.

Другой характеристикой ПСД является его безопасность. Так, риск развития застойной сердечной недостаточности у диализных больных ассоциирован с избыточным сбросом по АВ-доступу; максимально допустимое абсолютное значение скорости кровотока по АВ-доступу не является величиной константной, объемная скорость кровотока (ОСК) не должна превышать 30% от сердечного выброса [15–17], в среднем составляя не более 1500 мл/мин.

Далее говоря о сосудистом доступе, стоит упомянуть такую его характеристику, как надежность. Надежность – способность обеспечивать адекватный доступ к крови длительный промежуток времени, она находится в прямой зависимости от выживаемости сосудистого доступа. Сравнивая различные виды АВ-доступов, по данному показателю они существенно разнятся: от года до десяти и более лет, к слову, в нашей клинике мы имеем наблюдение успешного функционирования АВФ в течение 27 лет. Более подробно выживаемость сосудистого доступа будет обсуждена ниже.

Доступность для пункции, а также достаточная площадь пункционной поверхности, позволяющая обеспечивать смену точек канюляции (снижает риск аневризмообразования и стенозирующего неинтимального гиперпластического процесса), и необходимое расстояние между иглами «забора» и «возврата» (профилактика рециркуляции крови) не менее важные характеристики ПСД.

Физиологичность – еще один аспект, учитываемый клиницистами при выборе доступа к крови. Принимая во внимание тот факт, что любой сосудистый доступ является искусственно созданным, и понятие физиологичности тут весьма условно, можно обозначить данную характеристику как способность доступа не нарушать или минимизировать двигательные и чувствительные функции конечности (частей тела) у пациента.

Заканчивая разговор о требованиях к сосудистому доступу, невозможно не упомянуть о таких характеристиках, как комфортность и косметичность. Сосудистый доступ не должен акцентировать внимание больного на себе во внедиализное

время, причиняя психологический и физический дискомфорт, с другой стороны – сосудистый доступ должен обеспечить удобное нахождение (позицию) пациента во время сеанса ГД в течение длительного непрерывного промежутка времени. Что же касается косметического аспекта (наиболее актуален для женщин), то до сих пор встречаются случаи отказа от того или иного вида постоянного сосудистого доступа ввиду выраженности косметического дефекта и невозможности его скрыть. Избыточная дилатация нативных АВФ, особенно дистальных, зачастую является причиной серьезных переживаний и комплексов. Данный вопрос следует решать в том числе при помощи образовательных программ, косметический дефект не должен становиться препятствием для использования адекватно функционирующего доступа. Исходя из нашего опыта, для чрезмерно дилатированных АВФ возможно использование бандажирования компрессионным трикотажем; в случае аневризматической трансформации АВФ показано оперативное вмешательство.

Дооперационная оценка состояния больного

После того, как оговорены и учтены все требования, перед хирургом встает вопрос технической возможности формирования того или иного вида сосудистого доступа. Анатомическая ситуация вкупе с сопутствующей патологией ограничивают пределы, в которых возможны вариации хирургической техники. Вид и локализация доступа также могут определяться прогностической продолжительностью жизни больного и предполагаемой длительностью терапии терминальной почечной недостаточности (как правило, предполагаемое время ожидания трансплантации почки) [18].

Важное значение при выборе того или иного вида сосудистого доступа для ГД отдается сбору анамнеза. Сбор анамнеза у пациента с ХБП 5 ст. перед формированием ПСД начинается с выяснения основной патологии, приведшей к ХБП 5ст.

Сахарный диабет, являющийся как причиной нефропатии, так и сопутствующей патологией, характеризуется тяжелым поражением периферического артериального русла в виде атеросклероза, атерокальциноза. Данное обстоятельство может определять технические сложности формирования АВ-анастомоза. Также периферический артериосклероз и кальциноз могут быть причиной неадекватного «созревания» фистулы с развитием так называемой первичной недостаточности. К.Коппер и соавт. полагают, что патофизиология данного процесса основана на невозможности «раскрытия» анастомоза и «объемного ремоделирования» при-

носящей артерии ввиду ригидности сосудистой стенки [19, 20].

Формирование фистул у больных с сахарным диабетом с использованием артерий конечностей более крупного диаметра (более проксимальных) сопряжено с опасностью развития ишемического синдрома «обкрадывания» или появления (усугубления) сердечной недостаточности [21]. Более того, высокий риск развития инфекционных осложнений у пациентов с сахарным диабетом и ассоциированный с этим более высокий уровень смертности таких больных [22], ограничивает использование центральных венозных катетеров в качестве доступа к крови, а также имплантацию синтетических сосудистых протезов – АВ-графтов. В заключение разговора о пациентах с сахарным диабетом стоит сказать, что общесоматический статус таких больных вкупе с сопутствующими патологиями часто диктует необходимость выбора операции (а также и анестезии) с меньшей травматичностью, несмотря на «целесообразность» в смысле «идеологии» сосудистого доступа.

Пациентам с предрасполагающей сердечной недостаточностью (этиология может быть различной) крайне важно учитывать риск декомпенсации гемодинамики и усугубления состояния созданным АВ-доступом. Поэтому сосудистый доступ должен обладать минимально допустимой ОСК, в крайних случаях формирование АВ-доступа противопоказано, и предпочтение отдается в пользу перманентных туннельных катетеров.

Ожирение различной степени выраженности также может стать причиной проблем, связанных с формированием сосудистого доступа. Толщина подкожной жировой клетчатки может обусловить труднодоступность фистулы для пункции даже при адекватном ее «созревании». Этот факт должен учитываться при выборе АВ-доступа и оценке его прогностической пригодности к использованию. Вкупе с этим, исходя из нашей практики, необходимо оценить пациента со стороны физической готовности к выполнению упражнений по «разработке» фистулы, так как в данном случае интенсивность «разработки» должна быть существенно выше и может стать залогом успеха.

При поликистозной болезни достаточно часто можно встретить коллатеральный (рассыпной) тип строения поверхностных вен, что делает невозможным формирование нативной АВФ.

При сборе анамнеза необходимо учитывать наличие у пациентов протезированных клапанов сердца. Такая информация обязана подтолкнуть клинициста к более решительной тактике в от-

ношении постоянного сосудистого доступа, резко ограничивая применение центральных венозных катетеров ввиду большой опасности развития ангиосепсиса.

Артериальная гипотония, коагулопатии с синдромом гиперкоагуляции, васкулиты рассматриваются как причины утраты функции ПСД вследствие раннего тромбоза при отсутствии хирургических, анатомических и гемодинамических проблем. В таком случае оправданным является выбор доступа с более проксимальным АВ-анастомозом (сосудов большего диаметра); важным компонентом курации послеоперационного периода (как раннего, так и отдаленного) является адекватная антикоагулянтная и антиагрегантная терапия.

Флебиты и тромбофлебиты поверхностных вен конечностей, как следствие многочисленных инъекций и катетеризаций, в значительной степени усложняют формирование нативной АВФ.

Упоминания в анамнезе о множественных катетеризациях центральных вен, длительном использовании центральных венозных диализных катетеров вызывают настороженность в отношении рубцового стеноза (окклюзии) брахиоцефальных вен, что, в свою очередь, может провоцировать ранние тромбозы АВ-доступов, развитие в послеоперационном периоде венозной гипертензии с явлениями разной степени выраженности хронической венозной недостаточности [18, 23–25].

Терминальные стадии различных заболеваний (злокачественные новообразования, СПИД, цирроз печени, ИБС, амилоидоз и др.) учитываются хирургом при формировании сосудистого доступа, исходя из прогноза продолжительности жизни пациента. В некоторых случаях создание постоянного АВ-доступа не является целесообразным.

Виды постоянного сосудистого доступа для гемодиализа

Цель постоянного сосудистого доступа – обеспечение повторных доступов к циркулирующей крови при минимальном количестве осложнений. Идеальным сосудистым доступом признается такой, который обеспечивает соответствие скорости кровотока назначенной дозе диализа, функционирует долго (многие годы) и не имеет осложнений. С этой целью проводится формирование ПСД. В настоящее время ни один из известных вариантов ПСД не является идеальным [18].

Выделяют три основных вида постоянных сосудистых доступов, используемых в практике:

- нативная артериовенозная фистула (АВФ);
- артериовенозный синтетический графт (АВ-графт);

– туннельный перманентный катетер.

Артериовенозная фистула – специфическая конструкция из артерии и вены с искусственно сформированным соустьем (анастомозом); типичным является формирование анастомоза вены и артерии «конец-в-бок». Наиболее часто используемой является АВ-фистула между *a.radialis* и *v.cephalica*, так называемая радиоцефалическая фистула, нативная дистальная АВФ или фистула Чимино–Брешиа. Также в практике можно часто встретить фистулу между *a.brachialis* и *v.cephalica* (брахиоцефалическая, нативная проксимальная или плечевая фистула).

Нативная АВФ также может быть сформирована между *a.brachialis* и *v.basilica*. Формирование брахиобазиллярной фистулы заключается в мобилизации *v.basilica* на протяжении и расположение её в туннеле латерально и поверхностно для упрощения пункции (транспонированная брахиобазиллярная фистула) [26]. Другой способ формирования нативной АВФ – это фистула между *a.brachialis* и *v.medianacubiti*, так называемая «локтевая фистула» [27].

Согласно Американским и Канадским руководствам, нативная (дистальная) радиоцефалическая фистула является сосудистым доступом первой линии [28, 29]. Нативные (проксимальные) брахиоцефалическая и брахиобазиллярная фистулы – доступы второй и третьей линии соответственно [29].

Фистулы на нижних конечностях, такие как транспозиция большой подкожной вены на бедре или голени, транспозиция поверхностной вены бедра, редки. Подобные фистулы сопряжены с большим числом осложнений ввиду высокой подверженности аневризматической трансформации; также возможно развитие ишемического синдрома обкрадывания. Тем не менее, некоторые авторы считают возможным достижение адекватных результатов (в частности, снижение послеоперационной ишемии) при тщательном подборе пациентов и частичном интраоперационном лигировании бедренной вены [30].

Другие биологические материалы в арсенале сосудистого хирурга для формирования АВФ, такие как транслоцированная *v.saphenatigna*, аутографт пупочной вены или гетерографт артерии быка, не используются также широко и успешно как синтетические графты из политетрафторэтилена (PTFE) [31]. Несмотря на известный факт включения в список облигатных канцерогенов и запрещение к использованию, существуют сообщения об использовании формальдегид-фиксированных артериальных донорских аллографтов. Исследование

68 таких аллографтов, имплантированных 43 диализным пациентам, показало отсутствие эпизодов отторжения. Объемная скорость кровотока по данным графтам в среднем составляла 700 мл/мин [32]. Средняя первичная и вторичная выживаемость подобных графтов была 28 и 141 мес, соответственно. Необходимы дальнейшие исследования, чтобы лучше понять роль этих аллотрансплантатов [33].

В 2006 году рабочая группа K/DOQI рекомендовала к использованию графты как из синтетических материалов, так и биологического происхождения [29].

АВ-графты – артериовенозные фистулы, сформированные путем анастомозирования синтетического сосудистого протеза (ССП) с артерией и веной. Наиболее часто используемыми в практике являются SSP из политетрафторэтилена (PTFE). SSP могут быть линейными и петлевыми, и диаметр их разнится в пределах от 4 до 8 мм. В хирургии артериовенозных фистул также существуют модифицированные SSP: с конусообразной воронкой [34], тонкостенные [35], армированные SSP [36]. В последние годы широкое применение получили SSP с внутренним углеродным покрытием, цель которого – повышение атромбогенности внутренней поверхности. Также существует новое поколение сосудистых протезов для гемодиализа пригодных к пункции в первые сутки после имплантации благодаря сложной трёхслойной стенке, где в качестве промежуточного слоя используется герметизирующий эластик.

Локализация и конфигурация АВ-графтов может быть различной. На предплечье АВ-графт может быть линейным между *a.radialis* и *v.cephalica* (*v.basilica*, *v.medianacubiti*), используется и петлевая конфигурация АВ-графта на предплечье между *a.brachialis* и *v.cephalica* (*v.basilica*, *v.medianacubiti*). Часто применяемое в практике линейное расположение АВ-графта на плече между *a.brachialis* и *v.axillaris* (в отечественной литературе данную позицию АВ-графта типично называют конфигурацией «чемоданной ручки») в последние годы вытесняет петлевой АВ-графт между *a.axillaris* и *v.axillaris*.

В 2006 году рабочая группа K/DOQI петлевую конфигурацию АВ-графта на предплечье назвала наиболее предпочтительной [29]. Существуют и более редкие виды АВ-графтов, необходимость формирования которых обусловлена тяжелой анатомической ситуацией: на бедре (*a.femoralsuperficialis* – *v.femoralis*), петлевой АВ-графт на передней грудной стенке (*a.subclavia* – *v.subclavia*), аксилло-аксиллярный АВ-графт по

типу «ожерелье», аксилло-предсердный АВ-графт [37, 38].

Экспериментальные АВ-графты

Современные разработки в области клеточных технологий также применимы и к хирургии артериовенозных доступов. Создание *in vitro* сосудистых графтов из культуры клеток является одним из приоритетных направлений развития ангиологии. Предполагается, что аутологичные тканеинженерные сосудистые графты смогут обладать сравнительно большей устойчивостью к интимальной гиперплазии, аневризматической трансформации, сниженной тромбогенностью. В одном исследовании сообщается о имплантации 10 пациентам в качестве сосудистого доступа для ГД сосудистые графты, созданные с помощью клеточных технологий. Первичная выживаемость таких экспериментальных графтов в первый месяц составила 78% (семь из девяти пациентов), первичная выживаемость через 6 мес была на уровне 60% (пять из восьми пациентов) [46].

Туннельный перманентный катетер – двухпросветный катетер, состоящий из силикона или полиуретановых композитов. Композиты мягче, чем полиуретан, но жестче силикона, что важно для поддержания большого размера внутреннего просвета катетера.

Катетер обычно имплантируют во внутреннюю яремную вену и проводят в подкожном туннеле на переднюю грудную стенку. Имплантации катетера следует предварять ультразвуковое исследование сосудов шеи для оценки анатомии и проходимости последних. Имплантацию катетера в большинстве центров выполняют в операционной под Rg-контролем для достижения оптимальной позиции так, чтобы конец катетера находился в центре правого предсердия. Сторона катетеризации также имеет значение. Дисфункция перманентных туннельных катетеров, имплантированных в правую внутреннюю яремную вену, встречается реже, чем левосторонних. Постановки катетеров в подключичную вену следует избегать для предотвращения развития стеноза последней в отдаленном периоде [29].

Экспериментальные устройства для подкожной имплантации

В последние годы для клинического применения предложен принципиально новый вариант сосудистого доступа с идеей сочетания преимуществ внутривенного катетера (достаточный кровоток в магистральной вене, минимальное влияние на сердечный выброс, простота установки) и подкожных пункций (профилактика инфекционных осложнений) – устройства Dialock® hemodialysis system

(Biolink Corp.) (рис.4) и LifeSite® hemodialysis access system (Vasca Inc.) (рис. 5). Эти гемодиализные системы состоят из титанового корпуса, порта для множественных пункций, имплантируемого подкожно в подключичной области и соединенного с ним одним или двумя силиконовыми катетерами, установленными через яремную вену в правое предсердие или верхнюю полую вену [41]. По мнению ряда исследователей, предлагаемые системы должны стать альтернативой перманентным туннельным катетерам и обеспечить безопасный, прежде всего в отношении инфекционных осложнений, сосудистый доступ для ГД [39, 40, 42–44]. С учетом небольшого на сегодняшний день мирового опыта применения метода не представляется возможным оценить в полной мере его эффективность и безопасность.

Из самых последних практических разработок в области сосудистого доступа для ГД представляется интересной идея имплантации порта для пункций (Circulating Port), изготовленного из биосовместимых материалов (политетрафторэтилен, нержавеющей сталь, силикон и полиоксиметилен), непосредственно в кровеносный сосуд, что в перспективе не потребует формирования АВФ и позволит избежать применения внутривенных катетеров [45].

Сравнение АВ-фистулы и АВ-графта

АВФ- и АВ-графты различаются по ряду характеристик: сроки «созревания», встречаемость первичной недостаточности, выживаемость доступа, осложнения, объем и травматичность оперативного вмешательства. АВФ традиционно считается более предпочтительным сосудистым доступом ввиду большей долгосрочной выживаемости и меньшего числа осложнений [29].

Первичная недостаточность – понятие, обозначающее неудовлетворительное «созревание» АВ-доступа, приводящее к его дисфункции в виде сниженной ОСК – более характерна для АВФ, чем для АВ-графтов. Показатель первичной недостаточности для радиоцефалических, брахиоцефалических и брахиобазиллярных фистул у разных авторов колеблется в пределах 24–35, 9–12 и 29–36% соответственно. Однако крупное исследование, проведенное в Бостонском университете, включающее 877 пациентов, показало, что уровень первичной недостаточности АВФ может быть существенно выше в случае отказа от применения антиагрегантной и/или антикоагулянтной терапии и достигать 60–62%; более того показатель первичной недостаточности АВФ колеблется в различных популяциях пациентов [47]. Первичная недостаточ-

ность 0–13 и 0–3% для АВ-графтов на предплечье и плече соответственно [48, 49].

Согласно рекомендациям К/DOQI, уровень первичной недостаточности для формируемых АВ-графтов не должен превышать следующие цифры [28]:

- 15% для линейных АВ-графтов на предплечье;
- 10% для петлевых АВ-графтов на предплечье;
- 5% для АВ-графтов на плече.

Однако, анализируя собственный опыт, мы пришли к выводу, что адекватный подбор пациентов, а также строгое исполнение принятого диагностического алгоритма на дооперационном этапе, сокращает частоту подобного осложнения. Так, по нашим данным, частота первичной недостаточности АВ-графтов составляет не более 2–3%.

Факторы, ассоциированные с первичной недостаточностью:

1. Возрастание количества пациентов, подвергшихся формированию АВ-доступа. Так, одно исследование сообщает об увеличении уровня первичной недостаточности с 14 до 36% при возрастании количества случаев формирования АВФ с 38 до 72% от общего числа поступающих больных [50]. Другое сообщение свидетельствует об уровне первичной недостаточности 66 и 41% для радиоцефалических и брахиоцефалических фистул соответственно, при возрастании числа пациентов на 54% [51]. Данное положение дискуссионно, оно свидетельствует, вероятно, о снижении качества хирургического пособия при увеличении нагрузки на клиническое подразделение.

2. Анатомические особенности. V.cephalica диаметром менее 2 мм и ригидность венозной стенки способствуют повышению риска развития первичной недостаточности, так же как и диаметр лучевой артерии менее 3 мм и ее кальциноз [26, 51, 55–61].

3. Локализация АВФ, сопутствующие заболевания, демографические характеристики. Риск развития первичной недостаточности выше в случае нативной дистальной АВФ, а также у пожилых пациентов, пациентов с избыточной массой тела, негроидной расы, женщин, страдающих сахарным диабетом и/или пациентов с заболеваниями периферических сосудов и сердечно-сосудистой патологией [52–54].

Иногда, как показывает практика, с целью предупреждения первичной недостаточности может потребоваться выполнение вмешательств (рентгеноэндоваскулярного и/или хирургического), способствующих «созреванию» АВ-доступа [5, 62–67]. Так, например, в одном исследовании сообщается о том, что 83% (99 из 119) фистул было

сохранено благодаря использованию комбинированной методики – лигирования венозных притоков и ангиопластики [67]. Согласно рекомендациям К/DOQI, выполнение контрастных визуализирующих методик с одномоментной эндоваскулярной реконструкцией и/или хирургической коррекцией показано при отсутствии адекватного «созревания» АВФ в течение шести недель [29].

Время начала использования

АВ-графты могут быть подвергнуты пункции на гемодиализе раньше нативных АВФ. АВ-графты обычно пунктируются в течение трех недель (в отдельных случаях – двух недель) от формирования. Однако некоторые центры обладают опытом пункции данного вида сосудистого доступа в течение нескольких дней после операции [68]. Наши наблюдения свидетельствуют о необходимости экспозиции АВ-графтов после формирования в течение 20–25 дней. Данный срок обусловлен длительностью инкорпорации ССП в подкожном туннеле, а также процессами неоинтимизации зон анастомозов.

Относительно сроков начала использования АВФ в качестве ПСД единого мнения нет. Некоторые фистулы «созревают» в течение нескольких недель, другим необходимо до шести и более месяцев для достижения оптимального состояния и функционирования. Эти данные существенно разнятся в различных странах. Так, средний срок «созревания» АВФ в Японии и Италии составляет около 30 дней и фактически 100 дней для США и Великобритании [69, 70].

Раннее начало использования АВФ, как предиктор развития некоторых осложнений сосудистого доступа, также подлежит дискуссии. Влияние сроков первой пункции АВФ отражено в различных исследованиях. Так, по результатам одного исследования, начало пункции АВФ на 14-е сутки от формирования не имеет достоверной связи с увеличением частоты дисфункции АВ-доступа; предполагается, что использование сосудистого доступа у некоторых пациентов возможно в более ранние сроки, чем считалось ранее [69, 71]. Другие результаты были получены итальянскими исследователями. Долгосрочное проспективное исследование влияния ранней первой пункции на развитие первичной недостаточности АВ-доступа включало 575 диализных пациентов [59]. Время первой пункции широко варьировало (от 3 дней до 28 мес), с медианой около одного месяца. По заключению исследования, ранняя пункция АВФ является значимым фактором риска развития первичной недостаточности. Продление сроков

«созревания» АВ-доступа на каждые две недели снижало уровень первичной недостаточности на 5%; при этом оптимальным сроком «созревания» АВ-доступа признавался 1 мес.

С учетом этих исследований, большинство клиницистов пришли к следующим выводам относительно сроков начала пункции АВФ [72]:

- пункции ранее двух недель от формирования сосудистого доступа следует избегать;

- пункция в сроки от двух недель до 1 мес возможна при условии адекватного «созревания» АВФ;

- пункции АВФ через четыре недели «созревания» являются безопасными.

Независимо от «возраста» АВФ, только данные физикального исследования определяют пригодность АВ-доступа к использованию. Исключительно сроки «созревания» не должны быть причиной для начала пункции АВФ при отсутствии клинического «созревания» последней [72]. Признаками готовности доступа к использованию являются доступность для пункции и адекватная объемная скорость кровотока.

Выживаемость АВ-доступов

Хотя первичная недостаточность среди нативных АВФ встречается значительно чаще, долгосрочная выживаемость данного вида сосудистого доступа в сравнении с АВ-графтами значительно превосходит. Согласно данным некоторых авторов, кумулятивная пяти- и десятилетняя выживаемость нативных дистальных АВФ составляет 53 и 45% соответственно [26, 73]. Для сравнения, в одном из исследований совокупная выживаемость АВ-графтов в течение одного, двух и четырех лет составила 67, 50 и 43% соответственно [74]. В дополнение выживаемость АВ-графтов на предплечье – ниже таковой на плече.

Осложнения

Общими осложнениями для нативных АВ-фистул и АВ-графтов являются тромбоз, кровотечение, инфекционные осложнения, ишемический синдром обкрадывания, сердечная недостаточность, легочная гипертензия, аневризмы (рис. 6), венозная гипертензия, серома. Такие осложнения, как тромбоз, инфекционная инвазия и серома, более характерны для АВ-графтов, чем для нативных АВ-фистул.

The Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS) сообщает о том, что АВ-графты в 3,8 раза чаще подвергаются тромбэктомии и в 3 раза чаще подвергаются вмешательствам в общем, чем нативные АВФ [75].

Риск инфицирования АВ-графтов в течение

срока их функционирования составляет 10%, в сравнении с 5% для нативной АВФ, сформированной путем транспозиции вены, и лишь 2% для остальных нативных АВФ [5, 49, 76–78].

Более того, ликвидация инфекции АВ-графта в ряде случаев требует полного иссечения ССП, в то время как инфекция АВФ чаще поддается обычной антибактериальной терапии, не требуя хирургического вмешательства.

Ишемия конечности вследствие феномена обкрадывания артериального кровотока (стил-синдром) – достаточно редкое, но потенциально опасное осложнение сосудистого доступа для гемодиализа. Стил-синдром, ассоциированный с АВ-доступом (рис. 7), встречается в среднем в 5–8% случаев, при этом риск развития ишемии дистальных отделов верхней конечности существенно выше (6%) для случаев проксимальных (брахиоцефалическая и брахиобазиллярная) нативных АВФ в сравнении с дистальными нативными АВФ (1%). Проявления ишемии могут варьировать от легкого похолодания и побледнения конечности до трофических язв или гангрены пальцев. В основе развития ишемии лежит гипоперфузия артериального русла дистальнее артериовенозного анастомоза. Функционирующая АВФ отводит часть крови из питающей артерии напрямую в венозную систему, однако не у всех пациентов с фистулами развивается ишемия. В развитии ишемических изменений играют роль следующие факторы: избыточный объемный сброс по фистуле, реверсивный ток крови в фистулы из дистальной порции артерии (собственно феномен обкрадывания), несостоятельность коллатерального кровообращения. Если ишемия не диагностирована своевременно, могут развиваться потенциально опасные осложнения, угрожающие потерей конечности.

В настоящее время всеми исследователями и клиницистами признано влияние АВ-доступа на показатели центральной гемодинамики, однако относительно выраженности влияния сброса крови по АВФ/АВ-графту на показатели кардиогемодинамики мнения авторов расходятся.

Создание артериовенозного шунта крови сопряжено со значимыми сдвигами сердечной гемодинамики, в частности, с возрастанием объема притока крови к сердцу, увеличения сердечного выброса, возрастания легочной гипертензии [98, 99]. Это было продемонстрировано Y. Iwashima и соавт. в исследовании 16 пациентов с терминальной стадией поражения почек, подвергшихся формированию АВ-фистулы, у которых были зафиксированы ряд различных изменений сердечной гемодинамики,



Рис. 6. Постпункционная «ложная» аневризма артериовенозного графта на плече.



Рис. 7. Трофические нарушения конечности при стил-синдроме, ассоциированном с артериовенозным доступом для гемодиализа.



Рис. 8. Аневризматически трансформированные артериовенозные фистулы с высокой объемной скоростью кровотока.



Рис. 9. Венозная гипертензия конечности, ассоциированная с артериовенозным доступом.

а также гормональные сдвиги немедленно после оперативного вмешательства [79]. Эхокардиографическое исследование проводилось до операции, а также в 3-, 7- и 14-е сутки послеоперационного периода. Выполнялось измерение концентраций предсердной (ANP) и мозговой (BNP) фракций натрийуретического пептида до оперативного вмешательства и в 1-, 3-, 6-, 10-е и 14-е сутки после операции.

Формирование АВ-фистулы ассоциировано со следующими изменениями:

- значимое возрастание сердечного выброса (на 15%) и конечно-диастолического объема левого желудочка (на 4%);
- диастолическая дисфункция левого желудочка;
- возрастание высвобождения ANP, которое прямо коррелирует с объемной нагрузкой;
- увеличение высвобождения BNP;
- увеличение давления в легочной артерии.

Эти изменения могут быть незаметными или не являться следствием функционирования АВ-доступа. Так, сформированная АВФ в начальном периоде своего существования, обладая ОСК не более 5–10% от минутного объема кровообращения, вызывает изменения гемодинамики в виде увеличения сердечного выброса и прогрессирование гипертрофии левого желудочка, при этом не приводя к прогрессированию сердечной недостаточности. Однако возросший сердечный выброс и уровень кровотока по сосудистому доступу временами могут становиться настолько большими, что приводят к выраженным изменениям гемодинамики. Эволюция сосудистого доступа по пути увеличения ОСК до величин более 30% сердечного выброса (рис. 8) с течением времени приводит к истощению компенсаторных возможностей миокарда, дилатации правого и левого желудочков с развитием систолической и диастолической дисфункции, как итог – прогрессирование застойной сердечной недостаточности.

Венозная гипертензия (рис. 9) встречается в 3% случаев и связана, как правило, с центральным венозным стенозом.

Анестезия

При формировании нативных АВФ обычно применяется местная инфильтрационная анестезия. АВФ, формируемая путем транспозиции вены, и АВ-графт чаще оперируются под регионарной (проводниковой) анестезией либо наркозом.

Выбор метода обезболивания осуществляется строго индивидуально. Мы придерживаемся мнения, что травматичность и риск анестезиоло-

гического пособия не должны превышать таковых характеристик собственно хирургического вмешательства. С другой стороны – попытки минимализации анестезиологического пособия не должны отражаться на качестве обезболивания.

Удобство использования

Что касается вопросов использования и ухода, пункция нативных АВФ в ряде случаев представляется значительно сложнее, чем пункция АВ-графтов, тем более в вводном периоде. Данный факт отчасти объясняет предпочтение АВ-графтов некоторыми сотрудниками отделений гемодиализа [80].

Перманентный туннельный катетер

Перманентный туннельный катетер – это промежуточный вариант сосудистого доступа между постоянным и временным, используемый в мире в течение срока «созревания» АВФ- или АВ-графта. Использование перманентного катетера также оправдано в случаях, когда прогностический срок лечения ГД не превышает один год (тяжелая сопутствующая патология, ожидание трансплантации почки в ближайший период), при наличии медицинских противопоказаний к формированию ПСД, а также при отказе пациента от АВ-доступа (АВФ/АВ-графт) при условии информированности его о рисках использования центральных венозных катетеров [81]. Основное преимущество катетеров, способность обеспечить немедленный доступ почти у всех пациентов, в то время как основными недостатками являются риск инфицирования при долгосрочном использовании, дисфункция и развитие центрального венозного стеноза в будущем.

Большая часть инфекционных осложнений у диализных пациентов ассоциирована с центральными венозными катетерами. Риск бактериальной инвазии при перманентном туннельном катетере составляет в среднем 2,3 на 1000 катетеро-дней [82, 83], что составляет примерно 20–25% на среднюю продолжительность использования.

Согласно рекомендациям K/DOQI, адекватная функция катетера определяется способностью обеспечить свободный доступ к крови больного и скоростью кровотока более 300 мл/мин [28]. Опираясь на данные критерии, примерно 87% перманентных катетеров в течение срока их использования подвержены дисфункции [84]. Первичная недостаточность доступа по K/DOQI не должна превышать 5% [28].

Альтернативным показателем дисфункции катетера является надежность доступа, определенная как доля успешных сеансов ГД при адекватной скорости потока крови. Так, в одном исследовании

показано, что скорость 350 мл/мин обеспечивается катетерами в 42–87% случаев [85]. Выраженная дисфункция перманентных катетеров, требующая реимплантации, встречается в 16% случаев [86]. Разрушение фибриновой оболочки при реимплантации катетера устраняет нарушения функции [87].

Центральный венозный стеноз может быть как связан с диализными катетерами, так и не связан.

Выживаемость пациентов

Более низкий уровень смертности среди диализных пациентов традиционно ассоциирован с нативными АВФ в сравнении с АВ-графтами и туннельными перманентными катетерами; показатели выживаемости пациентов с временными диализными катетерами значимо ниже [88–93]. Так, в одном исследовании после поправки на демографические показатели сопутствующие заболевания и лабораторные данные, больший риск смертности был отмечен у пациентов с диализными катетерами (относительный риск 1,32) или АВ-графтами (относительный риск 1,15) в сравнении с нативными АВФ [94]. Choices for Healthy Outcomes in Caring for ESRD (CHOICE) Study показало, что переход с АВ-доступа на диализный катетер имеет достоверную связь с возрастанием смертности и, наоборот, переход с катетера на АВ-доступ ассоциирован с снижением смертности в популяции диализных больных [95].

Стратегия в отношении хронического доступа для гемодиализа

Наиболее предпочтительным доступом для гемодиализа является нативная АВФ, которая при условии адекватного «созревания» обеспечивает надежный доступ к крови, наименьшее количество осложнений, наименьшую потребность в повторных хирургических вмешательствах, наилучшую долгосрочную выживаемость [96, 97]. Крайне важным является своевременность хирургических вмешательств при возникновении осложнений сосудистого доступа, что обеспечивает хорошую и долгосрочную функцию последнего, а также повышает уровень выживаемости пациентов, получающих заместительную терапию. Минимальный срок «созревания» нативных АВФ составляет три недели, но в отдельных случаях может достигать шести месяцев и более. Плановая подготовка к заместительной почечной терапии в виде заблаговременного формирования АВ-доступа достоверно снижает риск септических осложнений и смертности [88]. При этом большинство преимуществ связываются с возможностью избежать использования центральных венозных катетеров.

Важным компонентом, обеспечивающим успех

при формировании и долгосрочность адекватной функции доступа, является предоперационная подготовка, включающая сбор анамнеза, физикальное обследование, оценку сосудистого статуса, выполнение определенных диагностических тестов. Ультразвуковое дуплексное (триплексное) сканирование сосудов, а иногда и флебография могут существенно помочь при выборе вида и локализации АВ-доступа.

В ряде случаев для повышения эффективности и сокращения сроков «созревания» АВ-фистулы требуется применение различных вмешательств. Особенно актуально это у пациентов с поражением периферического сосудистого русла.

При отсутствии возможности формирования нативной радиоцефалической и брахио-цефалической фистул следующим этапом для формирования постоянного сосудистого доступа должна рассматриваться операция транспозиции *v.basilica*. Однако, по нашему мнению, до транспонированной брахиобазиллярной АВ-фистулы целесообразно формировать АВ-графт на предплечье. Это позволит «сэкономить» ресурс нативных сосудов и сегмент конечности, а также может считаться подготовкой *v.basilica* артериальным током крови к последующей суперфициализации.

Катетеры являются наименее предпочтительной формой хронического доступа [27]. Использование катетеров оправдано в случаях, когда ожидаемая продолжительность лечения ГД не превышает одного года, исчерпаны все возможности к формированию АВ-доступа, АВФ или АВ-графт противопоказаны (например, тяжелая сердечная недостаточность), риск местных и системных инфекционных осложнений невелик. Поскольку вероятность различных осложнений при использовании катетеров в качестве сосудистого доступа достаточно высока, пациенты должны быть хорошо информированы о всех рисках.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящий момент в практике применяется три принципиально различных вида ПСД: нативная АВФ, АВ-графт и туннельный перманентный катетер. Нативная АВФ и АВ-графт существенно различаются по уровню первичной недостаточности, срокам «созревания» и времени начала использования, уровню выживаемости доступа, встречаемости и видам осложнений, ассоциированным с доступом. Первичная недостаточность более характерна для нативных АВФ. Несмотря на это, АВ-графты по уровню долгосрочной выживаемости существенно уступают нативным

АВФ. Общими для нативных АВФ и АВ-графтов являются следующие осложнения: тромбоз, кровотечение, инфекция, серома, аневризмы, венозная гипертензия, синдром обкрадывания и сердечная недостаточность. Тромбоз, инфекция и серома – более частые осложнения АВ-графтов.

Главным преимуществом туннельных перманентных катетеров является обеспечение у большинства пациентов немедленного доступа к крови при малой травматичности вмешательства. Однако высокая вероятность инфекционной инвазии, частые дисфункции, а также риск возникновения стеноза центральной вены в отдаленном периоде ограничивают применение данного вида сосудистого доступа. Нативные АВФ ассоциированы с более низким уровнем смертности диализных пациентов в сравнении с АВ-графтами и перманентными катетерами; в свою очередь, туннельные перманентные катетеры по данному показателю проигрывают любому виду АВ-доступа. Нативные АВФ традиционно являются наиболее предпочтительной формой сосудистого доступа. АВ-графты относятся к доступам второго порядка. Перманентные катетеры следует рассматривать как доступ средней продолжительности функционирования и использовать в период «созревания» АВФ/АВ-графта, а также в случае наличия противопоказаний к АВ-доступу. Создание адекватного ПСД в рамках подготовки к заместительной почечной терапии является важной задачей. Не менее важной задачей является сохранение ресурса сосудов у пациентов для формирования вторичного сосудистого доступа в будущем. Анализируя преимущества и недостатки различных видов сосудистого доступа, порядок выбора доступа должен быть следующим: нативная дистальная АВФ – нативная проксимальная АВФ – АВ-графт. Хотя в ряде случаев более рациональным стоит считать предпочтение АВ-графта на предплечье транспонированной нативной брахиобазиллярной АВ-фистулы. Диализный катетер – менее желательный и вынужденный вид доступа, использование которого должно быть ограничено строгими показаниями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ермоленко ВМ. Хронический гемодиализ. Медицина, М., 1982; 278с
2. Kolff WJ, Berk HTh. The artificial kidney: a dialyzer with a great area. *Acta Med Scand* 1944; 117:121-134
3. Quinton WE, Dillard D, Scribner BH. Cannulation of blood vessels for prolonged hemodialysis. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 1960; 104-113
4. Brescia MJ, Cimino JE, Appel K, Hurwich BJ. Chronic hemodialysis using venipuncture and a surgically created arteriovenous fistula. *N Engl J Med* 1966; 275 (20): 1089–1092
5. Dunlop MG, Mackinlay JY, Jenkins AM. Vascular access: experience with the brachiocephalic fistula. *Ann R Coll Surg Engl* 1986; 68:203-206
6. Stonebridge PA, Edington D, Jenkins AM. 'Brachial/basilic vein' transposition for vascular access. *J R Coll Surg Edinb* 1995; 40:219-220
7. Bryan FA. Seventh Annual Progress Report Oct. 1, 1974 – Oct. 1, 1975 Report № AK-7-7-1387. Research Triangle Institute, Triangle Park, NC. The National Dialysis Registry – Artificial Kidneys – Chronic Uremia Program, National Institutes of Health, Bethesda, MD, 1975
8. Geis WP, Giacchino J. A game plan for vascular access for hemodialysis. *Surgical Rounds* 1980; 132(3):332-335
9. Powe NR, Jaar B, Furth SL, Hermann J, Briggs W. Septicaemia in dialysis patients: incidence, risk factors and prognosis. *Kidney Int* 1999; 55: 1081-1090
10. Schwab SJ, Beathard G. The hemodialysis catheter conundrum: hate living with them, but can't live without them. *Kidney Int* 1999; 56: 1-17
11. U.S. Renal Data System. The economic cost of ESRD, vascular access procedures, and Medicare spending for alternative modalities of treatment. *Am J Kidney Dis* 1997; 30(Suppl. 1):S160-S177
12. Feldman HI, Kobrin S, Wasserstein A. Hemodialysis Vascular Access Morbidity. *J Am Soc Nephrol* 1996; 7:523-535
13. Chazan JA, London MR, Pono L. The impact of diagnosis-related groups on the cost of hospitalisation for end-stage renal disease patients at Rhode Island Hospital from 1987 to 1990. *Am J Kidney Dis* 1992; 6:523-525
14. Смирнов АВ. Заместительная почечная терапия. *Нефрология* 2011; 15(1): 33-46
15. Енькина ТН, Лукичев БГ, Енькин АА, Гринев КМ. Влияние шунтового кровотока по артериовенозной фистуле на развитие сердечной недостаточности у больных с хронической почечной недостаточностью, скорректированной программным гемодиализом. *Нефрология* 2000; 4(1):48-52
16. Rutherford RB. Rutherford's vascular surgery / Cronen-wett Jack L., Johnston K. Wayne; associate editors, Cambria Richard et al. 7th ed. Philadelphia: Saunders Elsevier, 2010: 1169-1173
17. Wilson SE. Vascular Access. Principles and Practice / Samuel Eric Wilson. – 5th edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolter Kluwer business, 2010: 173-174
18. NKF-DOQI clinical practice guidelines for vascular access. New York, National Kidney Foundation, 1997; 191p
19. Konner K. Primary vascular access in diabetic patients: an audit. *Nephrol Dial Transplant* 2000 Sep; 15(9): 1317-1325
20. Konner K, Nonnast-Daniel B, Ritz E. The Arteriovenous Fistula. *Journal of the American Society of Nephrology* 2003; 14: 1669-1680
21. Wixon CL, Hughes JD, Mills JL. Understanding strategies for the treatment of ischemic steal syndrome after hemodialysis access. *J Am Coll Surg* 2000 Sept; 191(3): 301-310
22. Dhirga RK, Young EW, Hulbert-Shearon TE et al. Type of vascular access and mortality in U.S. hemodialysis patients. *Kidney Int* 2001 Oct; 60(4): 1443-1451
23. Kojecky Z, Utikal P, Sekanina Z et al., Venous hypertension following average arterio-venous fistula for haemodialysis. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub* 2002 Dec; 146(2):77-79
24. Marr KA, Sexton DJ, Conlon PJ et al. Catheter-related bacteremia and outcome of attempted catheter salvage in patients undergoing hemodialysis. *Ann Intern Med* 1997 Aug 15; 127(4): 275-280
25. Vergheze S, Padmaja P, Sudha P et al. Central venous catheter related infections. *J Commun Dis* 1999 Mar; 31(1): 1-4
26. Rodriguez JA, Armadans L, Ferrer E et al. The function of permanent vascular access. *Nephrol Dial Transplant* 2000; 15(3):402-408
27. Chin AI, Chang W, Fitzgerald JT et al. Intra-access blood flow in patients with newly created upper-arm arteriovenous native fistulae for hemodialysis access. *Am J Kidney Dis* 2004; 44(5):850-858

28. Hemodialysis Clinical Practice Guidelines for the Canadian Society of Nephrology. *J Am Soc Nephrol* 2006; 17(Suppl 1):S1-27
29. K/DOQI Clinical Practice Guidelines and Clinical Practice Recommendations 2006 Updates Hemodialysis adequacy Peritoneal Dialysis Adequacy Vascular Access. *Am J Kidney Dis* 2006; 48(Suppl 1):S1-158
30. Gradman WS, Laub J, Cohen W. Femoral vein transposition for arteriovenous hemodialysis access: improved patient selection and intraoperative measures reduce postoperative ischemia. *J Vasc Surg* 2005; 41(2):279-284
31. Hurt AV, Batello-Cruz M, Skipper BJ et al. Bovine carotid artery heterografts versus polytetrafluoroethylene grafts. A prospective, randomized study. *Am J Surg* 1983; 146(6):844-847
32. Liu Z, Zhu B, Wang X et al. Clinical studies of hemodialysis access through formaldehyde-fixed arterial allografts. *Kidney Int* 2007; 72(10):1249-1254
33. Canaud B. Formaldehyde-fixed arterial allograft as a novel vascular access alternative in end-stage renal disease patients. *Kidney Int* 2007; 72(10):1179-1181
34. Hurlbert SN, Mattos MA, Henretta JP et al. Long-term patency rates, complications and cost-effectiveness of polytetrafluoroethylene (PTFE) grafts for hemodialysis access: a prospective study that compares Impra versus Gore-tex grafts. *Cardiovasc Surg* 1998; 6:652-656
35. Lenz BJ, Veldenz HC, Dennis JW et al. A three-year follow-up on standard versus thin wall ePTFE grafts for hemodialysis. *J Vasc Surg* 1998; 28(3):464-470
36. Schuman ES, Standage BA, Ragsdale JW, Gross GF. Reinforced versus non reinforced polytetrafluoroethylene grafts for hemodialysis access. *Am J Surg* 1997; 173:407
37. Miller CD, Robbin ML, Barker J, Allon M. Comparison of arteriovenous grafts in the thigh and upper extremities in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 2003; 14(11):2942-2947
38. Ram SJ, Sachdeva BA, Caldito GC et al. Thigh grafts contribute significantly to patients' time on dialysis. *Clin J Am Soc Nephrol* 2010; 5(7):1229-1234
39. Hessinger M, Zitta S, Holzer H, Tiesenhausen K. [Dialock® – an alternative to Permcath trade mark and Access Graft] [Article in German]. *Zentralbl Chir* 2003; 128 (9): 753–756
40. Metry G, Uhlin F, Almroth G. Swedish experience of the Dialock. *Scand J Urol Nephrol* 2007; 41 (3): 249–253
41. Moran JE, Prosl F. Totally implantable subcutaneous devices for hemodialysis access. *Contrib Nephrol* 2004; 142: 178–192
42. Rayan SS, Terramani TT, Weiss VJ, Chaikof EL. The LifeSite Hemodialysis Access System in patients with limited access. *J Vasc Surg* 2003; 38 (4): 714–718
43. Ross JR. Successful treatment of a LifeSite Hemodialysis Access System pocket infection with large-volume kanamycin solution irrigation. *Adv Ren Replace Ther* 2003; 10 (3): 248–253
44. Szczepanska M, Szprynger K, Stoksik P et al. [Port device central venous access in children with chronic renal disease – personal experience][Article in Polish]. *Wiad Lek* 2006; 59 (11–12): 814–818
45. Richard T. Hemodialysis access without a shunt or catheter: the circulating port. *J Vasc Access* 2007; 8 (2): 86–90
46. McAllister TN, Maruszewski M, Garrido SA et al. Effectiveness of haemodialysis access with an autologous tissue-engineered vascular graft: a multicentre cohort study. *Lancet* 2009; 373:1440-1446
47. Dember LM, Beck GJ, Allon M, et al. Effect of clopidogrel on early failure of arteriovenous fistulas for hemodialysis: a randomized controlled trial. *JAMA* 2008; 299(18):2164-2171
48. Kaufman JL, Garb JL, Berman JA et al. A prospective comparison of two expanded polytetrafluoroethylene grafts for linear forearm hemodialysis access: does the manufacturer matter? *J Am Coll Surg* 1997; 185(1):74-79
49. Polo JR, Tejedor A, Polo J et al. Long-term follow-up of 6-8 mm brachioaxillary polytetrafluoroethylene grafts for hemodialysis. *Artif Organs* 1995; 19(11):1181-1184
50. Sands J, Miranda CL. Increasing numbers of AV fistulas for hemodialysis access. *Clin Nephrol* 1997; 48(2):114-117
51. Miller PE, Tolwani A, Luscly CP et al. Predictors of adequacy of arteriovenous fistulas in hemodialysis patients. *Kidney Int* 1999; 56(1):275-280
52. Lockhart ME, Robbin ML, McNamara MM, Allon M. Association of pelvic arterial calcification with arteriovenous thigh graft failure in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2004; 19(10):2564-2569
53. Lok CE, Allon M, Moist L et al. Risk equation determining unsuccessful cannulation events and failure to maturation in arteriovenous fistulas (REDUCE FTM I). *J Am Soc Nephrol* 2006; 17(11):3204-3212
54. Huijbregts HJ, Bots ML, Wittens CH et al. Hemodialysis arteriovenous fistula patency revisited: results of a prospective, multicenter initiative. *Clin J Am Soc Nephrol* 2008; 3:714-719
55. Silva MB Jr, Hobson RW 2nd, Pappas PJ et al. A strategy for increasing use of autogenous hemodialysis access procedures: impact of preoperative noninvasive evaluation. *J Vasc Surg* 1998; 27(2):302-307
56. Miller CD, Robbin ML, Allon M. Gender differences in outcomes of arteriovenous fistulas in hemodialysis patients. *Kidney Int* 2003; 63:346-352
57. Obialo CI, Tagoe AT, Martin PC, Asche-Crowe PE. Adequacy and survival of autogenous arteriovenous fistula in African American hemodialysis patients. *ASAIO J* 2003; 49:435-439
58. Segal JH, Kayler LK, Henke P et al. Vascular access outcomes using the transposed basilic vein arteriovenous fistula. *Am J Kidney Dis* 2003; 42(1):151-157
59. Ravani P, Brunori G, Mandolfo S et al. Cardiovascular comorbidity and late referral impact arteriovenous fistula survival: a prospective multicenter study. *J Am Soc Nephrol* 2004; 15(1):204-209
60. van der Linden J, Lameris TW, van den Meiracker AH et al. Forearm venous distensibility predicts successful arteriovenous fistula. *Am J Kidney Dis* 2006; 47(6):1013-1019
61. Lee T, Barker J, Allon M. Comparison of survival of upper arm arteriovenous fistulas and grafts after failed forearm fistula. *J Am Soc Nephrol* 2007; 18(6):1936-1941
62. Beathard GA, Settle SM, Shields MW. Salvage of the nonfunctioning arteriovenous fistula. *Am J Kidney Dis* 1999; 33(5):910-916
63. Konner K, Hulbert-Shearon TE, Roys EC, Port FK. Tailoring the initial vascular access for dialysis patients. *Kidney Int* 2002; 62(1):329-338
64. Faiyaz R, Abreo K, Zaman F et al. Salvage of poorly developed arteriovenous fistulae with percutaneous ligation of accessory veins. *Am J Kidney Dis* 2002; 39:824-827
65. Falk A, Teodorescu V, Lou WY et al. Treatment of "swing point stenoses" in hemodialysis arteriovenous fistulae. *Clin Nephrol* 2003; 60(1):35-41
66. Beathard GA, Arnold P, Jackson J et al. Aggressive treatment of early fistula failure. *Kidney Int* 2003; 64(4):1487-1494
67. Nassar GM, Nguyen B, Rhee E, Achkar K. Endovascular treatment of the "failing to mature" arteriovenous fistula. *Clin J Am Soc Nephrol* 2006; 1(2):275-280
68. Sotturrai VS, Stephens A, Champagne L et al. Comparative results of early and delayed cannulation of arteriovenous graft in haemodialysis. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1997; 13:139-141
69. Rayner HC, Pisoni RL, Gillespie BW et al. Creation, cannulation and survival of arteriovenous fistulae: data from the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study. *Kidney Int* 2003; 63(1):323-330
70. Brunori G, Ravani P, Mandolfo S et al. Fistula maturation: doesn't time matter at all? *Nephrol Dial Transplant* 2005; 20(4):684-687
71. Saran R, Dykstra DM, Pisoni RL et al. Timing of first cannulation and vascular access failure in haemodialysis: an analysis of practice patterns at dialysis facilities in the DOPPS. *Nephrol Dial Transplant* 2004; 19(9):2334-2340
72. Saran R, Pisoni RL, Young EW. Timing of first cannulation of arteriovenous fistula: are we waiting too long? *Nephrol Dial Transplant* 2005; 20(4):688-690
73. Bonalumi U, Civalieri D, Rovida S et al. Nine years' experience with end-to-end arteriovenous fistula at the 'anatomical snuff-

- box' for maintenance haemodialysis. *Br J Surg* 1982; 69:486-488
74. Munda R, First MR, Alexander JW et al. Polytetrafluoroethylene graft survival in hemodialysis. *JAMA* 1983; 249(2):219-222
75. Young EW, Dykstra DM, Goodkin DA et al. Hemodialysis vascular access preferences and outcomes in the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *Kidney Int* 2002; 61(6):2266-2271
76. Bender MH, Bruyninckx CM, Gerlag PG. The brachiocephalic elbow fistula: a useful alternative angioaccess for permanent hemodialysis. *J Vasc Surg* 1994; 20:808-813
77. Hodges TC, Fillinger MF, Zwolak RM, et al. Longitudinal comparison of dialysis access methods: risk factors for failure. *J Vasc Surg* 1997; 26(6):1009-1019
78. Coburn MC, Carney WI Jr. Comparison of basilic vein and polytetrafluoroethylene for brachial arteriovenous fistula. *J Vasc Surg* 1994; 20(6):896-902
79. Iwashima Y, Horio T, Takami Y et al. Effects of the creation of arteriovenous fistula for hemodialysis on cardiac function and natriuretic peptide levels in CRF. *Am J Kidney Dis* 2002; 40:974-982
80. Bay WH, Van Cleef S, Owens M. The hemodialysis access: preferences and concerns of patients, dialysis nurses and technicians, and physicians. *Am J Nephrol* 1998; 18(5):379-383
81. III. NKF-K/DOQI Clinical Practice Guidelines for Vascular Access: update 2000. *Am J Kidney Dis* 2001; 37:S137-181
82. Tesio F, De Baz H, Panarello G et al. Double catheterization of the internal jugular vein for hemodialysis: indications, techniques, and clinical results. *Artif Organs* 1994; 18(4):301-304
83. Saad TF. Bacteremia associated with tunneled, cuffed hemodialysis catheters. *Am J Kidney Dis* 1999; 34(6):1114-1124
84. Suhocki PV, Conlon PJ Jr, Knelson MH et al. Silastic cuffed catheters for hemodialysis vascular access: thrombolytic and mechanical correction of malfunction. *Am J Kidney Dis* 1996; 28:379-386
85. Atherikul K, Schwab SJ, Conlon PJ. Adequacy of haemodialysis with cuffed central-vein catheters. *Nephrol Dial Transplant* 1998; 13:745-749
86. Dunn J, Nylander W, Richie R. Central venous dialysis access: experience with a dual-lumen, silicone rubber catheter. *Surgery* 1987; 102(5):784-789
87. Oliver MJ, Mendelssohn DC, Quinn RR et al. Catheter patency and function after catheter sheath disruption: a pilot study. *Clin J Am Soc Nephrol* 2007; 2(6):1201-1206
88. Oliver MJ, Rothwell DM, Fung K et al. Late creation of vascular access for hemodialysis and increased risk of sepsis. *J Am Soc Nephrol* 2004; 15(7):1936-1942
89. Pastan S, Soucie JM, McClellan WM. Vascular access and increased risk of death among hemodialysis patients. *Kidney Int* 2002; 62(2):620-626
90. Xue JL, Dahl D, Ebben JP, Collins AJ. The association of initial hemodialysis access type with mortality outcomes in elderly Medicare ESRD patients. *Am J Kidney Dis* 2003; 42(5):1013-1019
91. Polkinghorne KR, McDonald SP, Atkins RC, Kerr PG. Vascular access and all-cause mortality: a propensity score analysis. *J Am Soc Nephrol* 2004; 15(2):477-486
92. Thomson PC, Stirling CM, Geddes CC, et al. Vascular access in haemodialysis patients: a modifiable risk factor for bacteremia and death. *QJM* 2007; 100(7):415-422
93. Pisoni RL, Arrington CJ, Albert JM et al. Facility hemodialysis vascular access use and mortality in countries participating in DOPPS: an instrumental variable analysis. *Am J Kidney Dis* 2009; 53:475-491
94. Astor BC, Eustace JA, Powe NR et al. Type of vascular access and survival among incident hemodialysis patients: the Choices for Healthy Outcomes in Caring for ESRD (CHOICE) Study. *J Am Soc Nephrol* 2005; 16(5):1449-1455
95. Allon M, Daugirdas J, Depner TA et al. Effect of change in vascular access on patient mortality in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 2006; 47(3):469-477
96. Allon M, Robbin ML. Increasing arteriovenous fistulas in hemodialysis patients: problems and solutions. *Kidney Int* 2002; 62(4):1109-1124
97. Lok CE, Oliver MJ. Overcoming barriers to arteriovenous fistula creation and use. *Semin Dial* 2003; 16(3):189-196
98. Yigla M, Nakhoul F, Sabag A et al. Pulmonary hypertension in patients with end-stage renal disease. *Chest* 2003; 123:1577-1582
99. Nakhoul F, Yigla M, Gilman R et al. The pathogenesis of pulmonary hypertension in haemodialysis patients via arteriovenous access. *Nephrol Dial Transplant* 2005; 20: 1686-1692

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 10.10.2013 г.
Принята в печать 28.11.2013 г.