

<https://doi.org/10.24060/2076-3093-2021-11-3-203-208>



Пути улучшения формирования артериовенозной фистулы для гемодиализа

*М.В. Тимербулатов, Д.Р. Ибрагимов**

Башкирский государственный медицинский университет, Россия, Республика Башкортостан, Уфа

* **Контакты:** Ибрагимов Денис Радикович, e-mail: ezikkk@icloud.com

Тимербулатов Махмуд
Вилевич —
д.м.н., профессор, член-корр.
АН РБ, кафедра факультет-
ской хирургии,
orcid.org/0000-0002-6664-1308

Ибрагимов Денис
Радикович —
кафедра факультетской
хирургии,
orcid.org/0000-0003-4487-8061

Аннотация

Введение. На сегодня продолжают развиваться методы по улучшению формирования первичной артериовенозной фистулы (АВФ) для создания постоянного сосудистого доступа для гемодиализа. Основным вариантом формирования нативной АВФ на предплечье считается модифицированная операция по методу Brescia — Cimino. Различные осложнения в период формирования сосудистого доступа на ранних сроках его функционирования возникают у 6–40 % пациентов, что требует повторных хирургических вмешательств.

Материалы и методы. Исследование проводилось на базе отделения сосудистой хирургии ГБУЗ ГКБ № 21 г. Уфы. Всем пациентам проводили операцию формирования дистальной артериовенозной фистулы на предплечье. Во время проведения операции по формированию нативной артериовенозной фистулы на предплечье использовался дополнительный прием — баллонно-гидравлическая дилатация вены перед формированием анастомоза.

Результаты. Выживаемость постоянного сосудистого доступа (ПСД) ($n = 30$) составила 75 %. В соответствии с проведенным анализом выживаемости ПСД медиана срока дожития, соответствующая предполагаемому сроку наступления повторной госпитализации не менее чем у 50 % пациентов ($n = 30$), составила $4,0 \pm 0,89$ мес. (95 % ДИ: 2,25–5,75 мес.). Средний срок наступления рецидива составил $6,05 \pm 1,15$ мес. (95 % ДИ: 3,8–8,3 мес.).

Обсуждение. По результатам исследования можно предложить использование дополнительного приема — баллонно-гидравлической дилатации вены перед формированием анастомоза с целью механического расширения диаметра и оценки пути оттока, предотвращения возможного перекута вены в процессе ее подготовки. Также важным остается подготовить определенный участок вены (10 см) и на этом протяжении перевязать возможные притоки.

Заключение. Проведение дополнительного приема баллонно-гидравлической дилатации воспринимающей вены при формировании первичной нативной АВФ позволяет интраоперационно оценить состояние вены, исключить перекут вены и произвести ее механическое расширение перед формированием анастомоза, что прогностически снижает возникновение тромбоза в послеоперационном периоде.

Ключевые слова: артериовенозная фистула, гемодиализ, терминальная почечная недостаточность, осложнения, тромбоз, баллонно-гидравлическая дилатация, предплечье

Для цитирования: Тимербулатов М.В., Ибрагимов Д.Р. Пути улучшения формирования артериовенозной фистулы для гемодиализа. Креативная хирургия и онкология. 2021;11(3):203–208. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2021-11-3-203-208>

Routes to Improve Arteriovenous Fistula Formation for Haemodialysis

Makhmud V. Timerbulatov —
Dr. Sci. (Med.), Prof., Corresponding Member of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, Department of Faculty Surgery,
orcid.org/0000-0002-6664-1308

*Makhmud V. Timerbulatov, Denis R. Ibragimov**

Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation

* **Correspondence to:** Denis R. Ibragimov, e-mail: ezikkk@icloud.com

Denis R. Ibragimov —
Department of Faculty Surgery,
orcid.org/0000-0003-4487-8061

Abstract

Background. Contemporary methods to create primary arteriovenous fistula (AVF) for permanent vascular access (PVA) in haemodialysis continue to improve. The modified Brescia-Cimino operation is considered the main technique of forming native AVF. Various early PVA complications occur in 6–40 % patients entailing repeated surgical interventions.

Materials and methods. The study was conducted at the vascular surgery unit of City Clinical Hospital No. 21 of Ufa. All patients had surgery for distal AVF formation in forearm. Native forearm AVF creation was aided by the hydraulic balloon dilation technique prior to forming anastomosis.

Results. The PVA survival was 75.0 ($n = 30$), the median survival time corresponding to estimated time-to-rehospitalisation in at least 50 % patients ($n = 30$) was 4.0 ± 0.89 (95 % CI: 2.25–5.75) months. Mean time-to-relapse was 6.05 ± 1.15 (95 % CI: 3.8–8.3) months.

Discussion. The results obtained suggest the accessory hydraulic balloon dilation method useful prior to forming anastomosis to provide for the vein mechanical expansion, outflow capacity assessment and prevent venous torsion at preparation steps. Preparing a certain vein length (10 cm) with ligation of putative tributaries is also of importance.

Conclusion. The accessory technique of hydraulic balloon dilation of recipient vein in primary native AVF creation allows an intraoperative estimation of the vein state to exclude torsion and perform its mechanical dilation prior to forming anastomosis, which reduces the risk of postoperative thromboses.

Keywords: arteriovenous fistula, haemodialysis, end-stage renal failure, complications, thrombosis, hydraulic balloon dilatation, forearm

For citation: Timerbulatov M.V., Ibragimov D.R. Routes to Improve Arteriovenous Fistula Formation for Haemodialysis. *Creative Surgery and Oncology*. 2021;11(3):203–208. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2021-11-3-203-208>

Введение

Артериовенозная фистула (АВФ) для гемодиализа — анастомоз между поверхностно расположенной веной и артерией, формирующийся для создания постоянного сосудистого доступа (ПСД); используется в проведении программного гемодиализа (ПГД). Основным вариантом формирования нативной АВФ на предплечье считается модифицированная операция по методу Brescia — Cimino [1, 2]. Операция проводится под местной анестезией в дистальной части предплечья, анастомоз формируется между лучевой артерией и рядом расположенной поверхностной веной — головной веной по принципу «конец вены в бок артерии» [3].

Осложнения, связанные с гемодиализным сосудистым доступом, по-прежнему оказывают серьезное влияние на заболеваемость и смертность [4]. На сегодня продолжают развиваться методы по улучшению формирования первичной АВФ, поиск оптимального места для ПСД. Актуальность данной проблемы связана с тем, что из года в год этих пациентов становится больше, улучшается проведение ПГД, расширяется доступность его проведения. Отсюда следует, что требования к ПСД возрастают. В Республике Башкортостан в 2021 году насчитывается 33 центра амбулаторного гемодиализа, где около 1000 пациентов получают заместительную почечную терапию (ЗПТ) методом ПГД. Обеспеченность ЗПТ в Республике Башкортостан (РБ) составляет 315 пациентов на 1 000 000 населения (население в РБ 4 051 000). В 2020 г. в России 34 716 пациентов находились в листе ожидания трансплантации почки, из них 94,8 % получают заместительную почечную терапию методом программного гемодиализа. На данный момент необходимость в проведении ГД составляет в развитых странах в среднем 70–120 случаев на 100 000 человек в год. В Российской Федерации в 2020 г. 32 915 пациентов получали ГД, что примерно составляет 26 пациентов на 100 000 человек. В среднем по РФ 84,3 % больных в качестве сосудистого доступа имели нативную АВФ [5].

Летатович К. и соавт. описывают свой опыт формирования сосудистого доступа для гемодиализа, считая оптимальным начинать с формирования нативной АВФ на предплечье. По результатам Летатович К. за 2017 г. выполнено 144 (45,6 %) дистальной АВФ на предплечье, 56 (17,7 %) в средней трети предплечья и 17 (5,4 %) в проксимальных отделах предплечья. На основании данных, полученных в ходе исследования, было установлено, что создание нативной АВФ возможно у 92,9 % из 213 обследованных пациентов. У 81,2 % пациентов сосудистый доступ находился на предплечье. Сопутствующие заболевания, такие как застойная сердечная недостаточность, заболевание периферических сосудов, были основными факторами, негативно влияющими на формирование и длительность функционирования АВФ [6].

Различные осложнения в период формирования ПСД на ранних сроках его функционирования ежегодно, по данным разных авторов, наблюдаются у 6–40 % пациентов, что требует реконструктивных операций или создания нового ПСД. Это увеличивает сроки

начала программного гемодиализа, приводит к быстрой истощенности собственных местных материалов для создания ПСД. Основной причиной прекращения функционирования ПСД является его тромбоз [7].

Тромбоз — наиболее часто встречающееся осложнение раннего и позднего послеоперационных периодов, которое может привести к потере сосудистого доступа. Это обстоятельство влечет, как правило, необходимость формирования временного доступа и существенно увеличивает количество осложнений [8]. Тромбоз сформированной АВФ остается частым осложнением и может возникнуть, как ранний в течение 1 месяца, так и более длительно функционирующий. Возможность предотвращения тромбоза ПСД остается актуальной проблемой на сегодня [9]. Качество сосудистого доступа для ПГД должно быть подходящим для повторной пункции и обеспечивать высокую скорость кровотока для высокоэффективного диализа с минимальными осложнениями [10, 11].

Таким образом, улучшение способов создания эффективного ПСД на основе нативной АВФ становится серьезной научно-клинической задачей. При подготовке дизайна использованы рекомендации для наблюдательных исследований STROBE [12, 13].

Цель: повысить выживаемость ПСД для гемодиализа при первичном формировании АВФ путем улучшения техники хирургической операции.

Материалы и методы

Дизайн исследования

Проведено когортное исследование обсервационного типа.

Критерии соответствия

Критерии включения: пациенты старше 18 лет с терминальной почечной недостаточностью, поступившие на оперативное лечение в отделение сосудистой хирургии в период 2018–2020 гг. для формирования первичной АВФ на предплечье для заместительной почечной терапии программным гемодиализом.

Критерии исключения: пациенты, которым ранее проводилась хирургическая операция по формированию ПСД для гемодиализа (АВФ, протез), с осложнениями ПСД; пациенты моложе 18 лет.

Информированное согласие пациентов на публикацию своих данных получено.

Условия проведения

Исследование проводилось на базе отделения сосудистой хирургии ГБУЗ ГКБ № 21 г. Уфы, амбулаторного центра гемодиализа ООО «Агидель» г. Уфы Республики Башкортостан. Систематизированная информация об оперативных вмешательствах госпитализированных пациентов получена из региональной информационно-аналитической медицинской системы (РИАМС) «ПроМед».

Всем пациентам проводили операцию по формированию дистальной артериовенозной фистулы на предплечье. Во время проведения данной операции использовался дополнительный прием баллонно-гидравлической дилатации вены перед формированием анастомоза.

Описание операции. Операция проводилась под местной анестезией новокаином 5,0 % 40,0 мл в дистальной части предплечья, производился поперечный доступ. Анастомоз формировался между головной веной и лучевой артерией по принципу «конец-в-бок». При выделении вены на протяжении 5 см из окружающих тканей мелкие притоки латеральной подкожной вены перевязывались, затем перевязывался и отсекался дистальный участок вены. Для определения адекватности оттока по вене и ликвидации ее спазма в процессе выделения использовался прием баллонно-гидравлической дилатации. В проксимальный отдел лучевой вены на протяжении 10 см проводился баллонный катетер для эмболектомии и тромбэктомии (катетер Фогарти 3F). Раздутие баллона проводилось 0,5–4,5 мл физиологического раствора. В результате наблюдалось стойкое увеличение внешнего диаметра вены на протяжении визуализированного участка в ране (10 см), появление остаточной деформации. Исключался риск перекрута вены и выявление выраженных путей оттока на протяжении визуализированного сегмента поверхностной вены. После выделялась лучевая артерия на протяжении 4 см с перевязкой мелких сосудов, потом производилась артериотомия 5 мм. Между подготовленными сосудами формировался анастомоз обвивным швом полипропиленовой нитью 6,0. Результатом операции считалось определение удовлетворительной систолидиастолической пульсации на вене, проксимальнее анастомоза.

Методы регистрации исходов

При комплексном обследовании пациентов осуществлялся сбор жалоб, анамнеза заболевания, объективный осмотр пациента по органам и системам, оценивалось состояние вен и артерий предплечья, пригодных для формирования артериовенозной фистулы, фиксировалась причина развития терминальной почечной недостаточности. Проводилось ультразвуковое дуплексное сканирование (УЗДС) с определением диаметра поверхностной (головной) вены и лучевой артерии предплечья перед операцией. Интраоперационно фиксировали количество перевязанных притоков вены на протяжении до 10 см.

Статистический анализ

Размер выборки включал пациентов из генеральной совокупности с учетом обеспечения репрезентативности. Отбор пациентов был произведен из случаев первичной госпитализации за период 2018–2020 гг. в отделение сосудистой хирургии ГКБ № 21 г. Уфы. Материалы исследования были подвергнуты статистической обработке с использованием методов параметрического и непараметрического анализа. Накопление, корректировка, систематизация исходной информации и визуализация полученных результатов осуществлялись в электронных таблицах Microsoft Office Excel 2016. Статистический анализ проводился с использованием программы IBM SPSS Statistics v.26 (разработчик — IBM Corporation). Статистический анализ включал методы связи между признаками анализируемой группы (коэффициенты корреляции) и методы моделирования влияния одной или множественной независимой переменной на значение определенной зависимой переменной (регрессионный анализ).

Результаты

Объекты (участники) исследования

Среди пациентов ($n = 128$) с первичным формированием АВФ для гемодиализа мужчин было 43,8 % ($n = 68$), женщин — 56,2 % ($n = 60$). Возраст участников исследования — от 18 до 86 лет (средний возраст — $54,3 \pm 14,7$). Всем 128 (100 %) пациентам была сформирована дистальная нативная артериовенозная фистула на предплечье. Основные причины хронической почечной недостаточности терминальной стадии представлены в таблице 1.

Основные результаты исследования

За исследуемые 3 года у 23,4 % ($n = 30$) пациентов развилось осложнение ПСД, в основном это тромбоз АВФ. В раннем послеоперационном периоде (в течение первого месяца) у 7,8 % ($n = 10$) пациентов — тромбоз в области анастомоза АВФ. В период подготовки вены были перевязаны притоки $2,8 \pm 1,0$ (1–5). Проанализировав сосуды предплечья посредством УЗДС и интраоперационного измерения, получили, что диаметр вены был $2,6 \pm 0,5$ мм, а артерии — $2,3 \pm 0,5$ мм в дистальной части предплечья перед формированием анастомоза. При проведении дополнительно приема баллонно-гидравлической дилатации измерение диаметра вены того же сегмента показало $4,8 \pm 0,8$ мм (3,1–6,0).

Безрецидивная выживаемость ПСД у пациентов с первично сформированной АВФ в исследуемой группе при различных сроках наблюдения от начала лечения показана в таблице 2.

Согласно полученным данным, в течение первых двух месяцев (срок «созревания» первичной АВФ) выживаемость ПСД ($n = 30$) составила 75,0 %, в течение первого года — 10,0 %.

Далее выживаемость ПСД при первично сформированной АВФ была представлена с помощью кривой Каплана — Мейера (рис. 1).

В соответствии с проведенным анализом выживаемости ПСД медиана срока дожития, соответствующая

| Основное заболевание | Число пациентов ($n = 128$) | |
|--|-------------------------------|------|
| | абс. | % |
| Хронический гломерулонефрит | 28 | 21,9 |
| Сахарный диабет | 25 | 19,5 |
| Хронический пиелонефрит | 23 | 18,0 |
| Артериальная гипертензия | 14 | 11,0 |
| Поликистозная болезнь почек | 12 | 9,4 |
| Тубулоинтерстициальный нефрит | 11 | 8,6 |
| Другие заболевания | 9 | 7,0 |
| Геморрагическая лихорадка с почечным синдромом | 6 | 4,7 |

Таблица 1. Распределение пациентов по этиологическим причинам ХБП терминальной стадии
Table 1. Patient distribution by end-stage CKD aetiology

предполагаемому сроку наступления повторной госпитализации не менее чем у 50 % пациентов ($n = 30$), составила $4,0 \pm 0,89$ мес. (95 % ДИ: 2,25–5,75 мес.). Средний срок наступления рецидива составил $6,05 \pm 1,15$ мес. (95 % ДИ: 3,8–8,3 мес.).

Обсуждение

У пациентов, получающих ЗПТ, обеспечение безопасного и эффективного сосудистого доступа с использованием артериовенозной фистулы рассматривается как приоритет для проведения гемодиализа. Возникновение осложнений сосудистого доступа связано с необходимостью повторных госпитализаций, ухудшением состояния пациентов, повышением летальности. Поиск способов предотвращения осложнений со стороны ПСД остается актуальным. В проблеме патогенеза развития осложнений сосудистого доступа особое место имеет процесс ремоделирования сосудов и неинтимальная гиперплазия, что приводит к стенозу и часто тромбозу доступа [14].

Одной из актуальных проблем осложнения ПСД остается тромбоз доступа. Для снижения риска тромбообразования считается необходимым соблюдение ряда условий. При формировании артериовенозной фистулы требуется делать достаточную длину пунктируемого сегмента поверхностной вены сосудистого доступа (не менее 30–35 см), обеспечивать визуальный контроль за сосудистым доступом, использовать инструментальные методы контроля, такие как ультразвуковое дуплексное сканирование сосудов доступа [15].

Для предоперационной подготовки важно проведение УЗДС сосудов предплечья. Это позволяет оценить состояние сосудов, их диаметр и пригодность для планируемого формирования анастомоза.

По полученным результатам исследования можно предложить использование дополнительного приема баллонно-гидравлической дилатации вены перед формированием анастомоза с целью механического расширения диаметра и оценки пути оттока, предотвращения возможного перекута вены в процессе ее подготовки. Также важно подготовить определенный участок вены (10 см) и на этом протяжении перевязать возможные притоки. В результате можно ожидать высокую выживаемость первично сформированной артериовенозной фистулы для гемодиализа (75 %).

Среди имеющихся иных проблем по формированию сосудистого доступа можно выделить способы профилактики осложнений сосудистого доступа, хирургическую тактику при возникновении осложнений и способов их коррекции, возможности реконструкции сосудистого доступа, мониторинг артериовенозного доступа.

Заключение

Проведение предоперационного УЗДС сосудов до формирования АВФ на предплечье позволяет провести оценку приводящей артерии, отводящей вены будущего анастомоза, а исследование УЗДС зоны анастомоза артерии и отводящей вены в динамике после операции делает возможным оценить объемный кровотока

| Срок наблюдения, мес. | Число пациентов на начало интервала, чел. | Выживаемость ПСД, % |
|-----------------------|---|---------------------|
| 1 | 30 | 100,0 |
| 2 | 20 | 75,0 |
| 3 | 15 | 75,0 |
| 4 | 15 | 65,0 |
| 5 | 13 | 50,0 |
| 6 | 10 | 40,0 |
| 7 | 8 | 40,0 |
| 8 | 8 | 30,0 |
| 9 | 6 | 30,0 |
| 10 | 6 | 25,0 |
| 11 | 5 | 15,0 |
| 12 | 3 | 10,0 |

Таблица 2. Выживаемость ПСД у пациентов с первично сформированной АВФ за 12 месяцев
Table 2. PVA survival in patients with primary AVF over 12 months

и заподозрить ранние осложнения сосудистого доступа для гемодиализа.

Проведение дополнительного приема баллонно-гидравлической дилатации воспринимающей вены при формировании первичной нативной АВФ позволяет интраоперационно оценить состояние вены, исключить перекут вены и произвести ее механическое расширение перед формированием анастомоза, что прогностически снижает возникновение тромбоза в послеоперационном периоде.

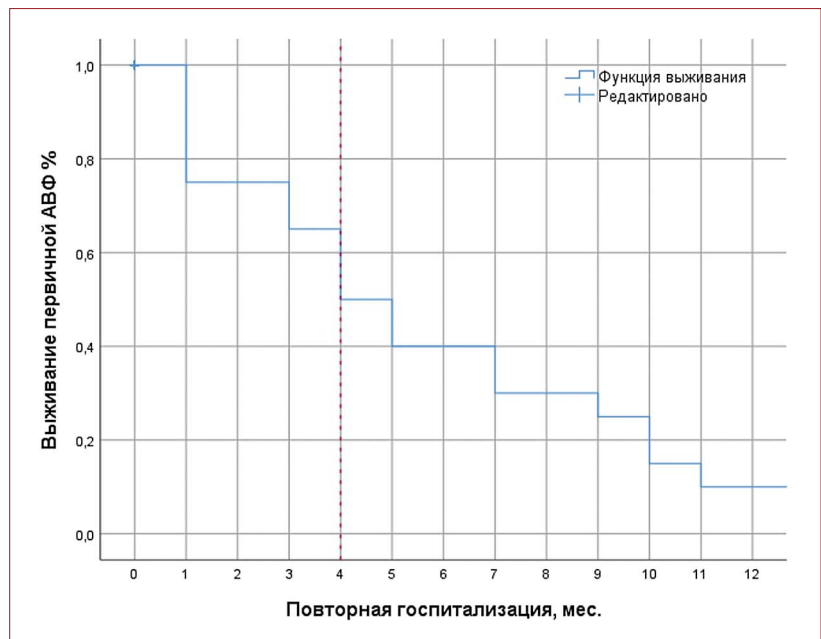


Рисунок 1. Кривая Каплана — Мейера, характеризующая выживаемость первично сформированной АВФ за 12 месяцев

Figure 1. Kaplan-Meier curve of 12-month primary AVF survival

Формирование первичной нативной артериовенозной фистулы на предплечье с использованием дополнительного приема баллонно-гидравлической дилатации воспринимавшей вены позволяет повысить раннюю выживаемость постоянного сосудистого доступа до 75 %.

Информация о конфликте интересов.

Конфликт интересов отсутствует.

Информация о спонсорстве.

Данная работа не финансировалась.

Список литературы

- Brescia M.J., Cimino J.E., Appel K., Hurwich B.J. Chronic hemodialysis using venipuncture and a surgically created arteriovenous fistula. *N Engl J Med.* 1966;275(20):1089–92. DOI: 10.1056/NEJM196611172752002
- Манафов Э.Н., Батрашов В.А., Сергеев О.Г., Юдаев С.С. Постоянный сосудистый доступ для гемодиализа. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2015;21(3):187–93.
- Григорьев Э.Н., Тарасенко В.С., Фадеев С.Б. Формирование постоянного сосудистого доступа для программного гемодиализа в средней трети предплечья. *Оренбургский медицинский вестник.* 2015;3(11):19–22.
- Masud A., Costanzo E.J., Zuckerman R., Asif A. The complications of vascular access in hemodialysis. *Semin Thromb Hemost.* 2018;44(1):57–9. DOI: 10.1055/s-0037-1606180
- Ибрагимов Д.Р., Тимербулатов М.В. Результаты формирования и способы коррекции осложнений артериовенозной фистулы для гемодиализа. *Современные проблемы науки и образования.* 2021;3. <http://www.science-education.ru/article/view?id=30876> (дата обращения: 11.06.2021). DOI: 10.17513/spno.30876
- Зелтынь-Абрамов Е.М., Котенко О.Н., Андрусев А.М., Исхаков Р.Т., Варясин В.В., Подкорытова О.Л. и др. Сердечная недостаточность с высоким сердечным выбросом у пациентки на программном гемодиализе (наблюдение из практики и краткий обзор литературы). *Нефрология и диализ.* 2016;18(3):319–27.
- Попов А.Н., Бурлева Е.П., Назаров А.В. Проблемы формирования постоянного сосудистого доступа у пациентов, находящихся на хроническом гемодиализе. *Уральский медицинский журнал.* 2010;4(69):26–31.
- Кайдорин А.Г., Леонова О.Н., Изупова Н.Ю., Орлова Т.В., Кочетков Е.С. Оптимизирующие приемы постоянного сосудистого доступа для гемодиализа методом артериовенозной фистулы. *Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Биология, клиническая медицина.* 2014;12(4):44–8.
- Ибрагимов Д.Р., Тимербулатов М.В., Казбулатов С.С. Пятилетняя перспектива развития сосудистого доступа для гемодиализа. В кн.: *Внедрение высоких технологий в сосудистую хирургию и флебологию.* СПб.: 2019. С. 35.
- Stolic R. Most important chronic complications of arteriovenous fistulas for hemodialysis. *Med Princ Pract.* 2013;22(3):220–8. DOI: 10.1159/000343669
- Inston N., Al Shakarchi J., Khawaja A., Jones R. Maintaining patency of vascular access for haemodialysis. *Cardiovasc Eng Technol.* 2017;8(3):240–3. DOI: 10.1007/s13239-017-0320-3
- Середа А.П., Андрианова М.А. Рекомендации по оформлению дизайна исследования. *Травматология и ортопедия России.* 2019;25(3):165–84. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-3-165-184
- Гржибовский А.М., Иванов С.В. Когортные исследования в здравоохранении. *Наука и здравоохранение.* 2015;3:5–16.
- Viecelli A.K., Mori T.A., Roy-Chaudhury P., Polkinghorne K.R., Hawley C.M., Johnson D.W., et al. The pathogenesis of hemodialysis vascular access failure and systemic therapies for its prevention: Optimism unfulfilled. *Semin Dial.* 2018;31(3):244–57. DOI: 10.1111/sdi.12658
- Akoh J.A. Vascular access infections: epidemiology, diagnosis, and management. *Curr Infect Dis Rep.* 2015;13(4):324–32.

References

- Brescia M.J., Cimino J.E., Appel K., Hurwich B.J. Chronic hemodialysis using venipuncture and a surgically created arteriovenous fistula. *N Engl J Med.* 1966;275(20):1089–92. DOI: 10.1056/NEJM196611172752002
- Manafov E.N., Batrashov V.A., Sergeev O.G., Yudaev S.S. Permanent vascular access for haemodialysis. *Angiology and vascular surgery.* 2015;21(3):187–93 (In Russ.).
- Grigoriev E.N., Tarasenko V.S., Fadeyev S.B. Formation of continuous vascular access for the program hemodialysis in a average third of the forearm. *Orenburgskiy medicinskiy vestnik.* 2015;3(11):19–22 (In Russ.).
- Masud A., Costanzo E.J., Zuckerman R., Asif A. The complications of vascular access in hemodialysis. *Semin Thromb Hemost.* 2018;44(1):57–9. DOI: 10.1055/s-0037-1606180
- Ibragimov D.R., Timerbulatov M.V. Results of formation and methods of correction of complications of arteriovenous fistula for hemodialysis. *Modern problems of science and education.* [cited 2021 Jun 11] 2021;(3). Available from: <http://www.science-education.ru/article/view?id=30876> (In Russ.). DOI: 10.17513/spno.30876
- Zeltyn-Abramov E.M., Kotenko O.N., Andrushev A.M., Iskhakov R.T., Varyasin V.V., Podkorytova O.L., et al. High-output heart failure in a hemodialysis patient (case study and short review). *Nephrology and Dialysis.* 2016;18(3):319–27 (In Russ.).
- Popov A.N., Burleva E.P., Nazarov A.V. Problems of establishing a permanent vascular access in patients on chronic hemodialysis. *Ural Medical Journal.* 2010;4(69):26–31 (In Russ.).
- Kaydorin A.G., Leonova O.N., Izupova N. Yu., Orlova T.V., Kochetkov E.S. Optimising techniques in formation of a permanent vascular access for hemodialysis by arteriovenous fistula. *NSU Vestnik. Series: Biology and Clinical Medicine.* 2014;12(4):44–8 (In Russ.).
- Ibragimov D.R., Timerbulatov M.V., Kazbulatov S.S. The five year perspective on the development of vascular access for hemodialysis. In: *Collection of abstracts «Introduction of high technologies in vascular surgery and phlebology».* Saint-Peterburg: 2019. P. 35 (In Russ.).
- Stolic R. Most important chronic complications of arteriovenous fistulas for hemodialysis. *Med Princ Pract.* 2013;22(3):220–8. DOI: 10.1159/000343669
- Inston N., Al Shakarchi J., Khawaja A., Jones R. Maintaining patency of vascular access for haemodialysis. *Cardiovasc Eng Technol.* 2017;8(3):240–3. DOI: 10.1007/s13239-017-0320-3
- Sereda A.P., Andrianova M.A. Study design guidelines. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2019;25(3):165–84 (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-3-165-184
- Grijbovski A.M., Ivanov S.V. Cohort studies in health sciences. *Science and Healthcare.* 2015;3:5–16 (In Russ.).
- Viecelli A.K., Mori T.A., Roy-Chaudhury P., Polkinghorne K.R., Hawley C.M., Johnson D.W., et al. The pathogenesis of hemodialysis vascular access failure and systemic therapies for its prevention: Optimism unfulfilled. *Semin Dial.* 2018;31(3):244–57. DOI: 10.1111/sdi.12658
- Akoh J.A. Vascular access infections: epidemiology, diagnosis, and management. *Curr Infect Dis Rep.* 2015;13(4):324–32