



## Ukrainian Journal of Nephrology and Dialysis

Scientific and Practical, Medical Journal

**Founder:**

- National Kidney Foundation of Ukraine

ISSN 2304-0238;

eISSN 2616-7352

Journal homepage: <https://ukrjnd.com.ua>

**Research article**

**S. R. Vildanov, A. O. Nykonenko, V. O. Gubka, R. I. Budaghov**

doi: 10.31450/ukrjnd.1(81).2024.10

**Arteriovenous fistula for hemodialysis: Current recommendations and management strategies**

Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University,  
Zaporizhzhia, Ukraine

**Citation:**

Vildanov SR, Nykonenko AO, Gubka VO, Budaghov RI. Arteriovenous fistula for hemodialysis: Current recommendations and management strategies. Ukr J Nephrol Dial. 2024;1(81):86-93. doi: 10.31450/ukrjnd.1(81).2024.10.

**Abstract.** *The presence of permanent vascular access is the key to the successful treatment of patients with end-stage kidney disease (ESKD) undergoing hemodialysis. Creating and maintaining functional vascular access is a priority task. The purpose of this review was to determine ways to improve the results of the formation and maintenance of permanent vascular access in patients treated with hemodialysis. The selection of scientific sources was carried out following established requirements for a comprehensive literature search, during which the following scientometric databases were used: «UpToDate», «MEDLINE/PubMed», «EMBASE», «Scopus», «Cochrane Library», «Google Scholar» and Web of Science.*

*As a result of this review, the following features of permanent vascular access management in patients with ESKD can be summarized. Native arteriovenous fistula is considered as the vascular access method of choice for hemodialysis. Conducting an ultrasound examination allows to assess the prospective functional suitability of the vessels of future access, makes it possible to assess the volumetric blood flow and provides an opportunity to suspect early complications from the latter. The minimum internal diameter of the vessel for a. radialis and v. cephalica should be 2.0 mm for successful fistula creation and maturation. The degree of «maturation» can be determined by the «rule of 6s», which contains sonographic criteria for the prospective functional suitability of vessels. It takes an average of about 6 weeks for an arteriovenous fistula to «mature». Careful clinical examination can reveal fistula insufficiency and any associated complications, allowing for prompt reconstructive surgery to restore functionality, preserve access longevity, and ultimately improve the patient's quality of life.*

**Key words:** *end-stage kidney disease, hemodialysis, permanent vascular access, arteriovenous fistula.*

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

© S. R. Vildanov, A. O. Nykonenko, V. O. Gubka, R. I. Budaghov, 2024.

Correspondence should be addressed to Serhii Vildanov: [vildanov009@gmail.com](mailto:vildanov009@gmail.com)

**Article history:**

Received August 28, 2023

Received in revised form

November 01, 2023

Accepted November 17, 2023



© Вільданов С. Р., Никоненко А. О., Губка В. О., Будагов Р. І., 2024

УДК: 616.61-085.38-073.27:616.13/14-089.86]-082

С. Р. Вільданов, А. О. Никоненко, В. О. Губка, Р. І. Будагов

## Артеріовенозна фістула для гемодіалізу: сучасні рекомендації та стратегії догляду

Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, Запоріжжя, Україна

**Резюме.** *Наявність постійного судинного доступу є запорукою успішного лікування пацієнтів з термінальною нирковою недостатністю, що знаходяться на програмному гемодіалізі. Створення та підтримання функціонально придатного судинного доступу є пріоритетним завданням. Метою цього дослідження було визначення шляхів покращення результатів формування та підтримання постійного судинного доступу у пацієнтів на програмному гемодіалізі. Вибір наукових джерел виконувався згідно з усталеними вимогами до всебічного пошуку літератури, в ході якого використано можливості таких наукометричних баз даних: «UpToDate», «MEDLINE/PubMed», «EMBASE», «Scopus», «Cochrane Library», «Google Scholar» та «Web of Science».*

*У результаті цього огляду можна підсумувати наступні особливості ведення постійного судинного доступу у пацієнтів з термінальною нирковою недостатністю. Нативна артеріовенозна фістула розглядається як метод вибору судинного доступу для програмного гемодіалізу. Проведення ультразвукового дослідження дозволяє оцінити перспективну функціональну придатність судин майбутнього доступу, робить можливим оцінку об'ємного кровотоку і надає можливість запідозрити ранні ускладнення з боку останнього. Мінімальний внутрішній діаметр судини для a. radialis та v. cephalica має становити 2.0 мм для успішного створення та дозрівання фістули. Ступінь «дозрівання» можна визначити за «правилом 6-ти», яке містить сонографічні критерії перспективної функціональної придатності судин. Для «дозрівання» артеріовенозної фістули потрібно в середньому біля 6 тижнів. Ретельне клінічне обстеження може виявити недостатність фістули та будь-які пов'язані з цим ускладнення, що робить можливим швидке реконструктивне оперативне втручання для відновлення функціональності, збереження тривалості існування доступу та, зрештою, покращення якості життя пацієнта.*

**Ключові слова:** *хронічна хвороба нирок, ниркова недостатність, гемодіаліз, постійний судинний доступ, артеріовенозна фістула.*

**Вступ.** Гемодіаліз є найпоширенішим методом ниркової замісної терапії пацієнтів з термінальною стадією ниркової недостатності [1]. Добре функціонуючий постійний судинний доступ є запорукою проведення ефективної процедури програмного гемодіалізу, яка безпосередньо впливає на якість життя даної категорії хворих [2]. Судинний доступ є «рятувальним колом», але ускладнення пов'язані з ним залишаються вагомою причиною зростання захворюваності та смертності у хворих на гемодіалізі [3]. Мультидисциплінарний командний підхід разом із покращеними шляхами догляду є ключем до створення та підтримки судинного доступу. Незважаючи на міжнародні рекомендації та вказівки, підтвержені переконливими доказами, The United States Data Renal System повідомляє, що в Сполучених штатах Америки 80% пацієнтів починають гемодіаліз з діалізного катетера, а не з аутогенної фістули або протезного трансплантата [4]. Наголошується, що необхідність усунути високу пошире-

ність використання катетерів як на національних, так і на глобальних рівнях залишається пріоритетним. Рациональним кроком до обмеження ризику, пов'язаного з катетером може розглядатися швидке створення аутогенних фістул або використання протезів після попереднього встановлення катетера для гемодіалізу. Проте ризику, пов'язані з впливом попереднього використання катетера, на результати використання аутогенних фістул і протезних трансплантатів в основному невідомі [5]. The National Kidney Foundation рекомендує, щоб пацієнти з хронічною хворобою нирок 4-ї стадії (швидкість клубочкової фільтрації < 30 мл) проходили обстеження для встановлення постійного судинного доступу за 3-6 місяців до передбачуваної дати початку діалізу [6]. Ідеальним судинним доступом вважається такий, що дозволяє канюляцію за допомогою двох голок, забезпечує мінімальний кровотік щонайменше 600 мл/хв через «штучну нирку», довго функціонує (багато років), є стійким до інфекції, тромбозу та має мінімум несприятливих подій [7]. На сьогодні, обсерваційні дослідження показують, що серед усіх видів судинного доступу найкращим є створення нативної артеріовенозної фістули, котра демонструє найкращі результати прохідності у віддаленому періоді, більш низький ризик розвитку ускладнень та меншу кількість ендovasкулярних і хірургічних ревізій з приводу не-

**Вільданов Сергій Ренатович**

**vildanov009@gmail.com**

достатності доступу [8]. Незважаючи на це, далеко не завжди цей вид доступу призводить до високого рівня остаточного успіху замісної ниркової терапії. На сьогодні у хірургії залишається безліч питань, присвячених створенню адекватного постійного судинного доступу та підтриманню його функціонування. Визначення термінів направлення на операцію судинного доступу, діагностичних критеріїв перспективної придатності судин, оптимального часу «дозрівання» фістули, прогнозування результатів хірургічних втручань, динамічне спостереження та об'єктивна оцінка факторів ризику ускладнень, своєчасне виявлення причин дисфункції та оперативне вжиття заходів щодо їх усунення згідно з міжнародними рекомендаціями дозволить підтримувати сформований судинний доступ у функціональному стані на максимально можливий термін.

**Оцінка судинного доступу.** Нативна артеріовенозна фістула формується шляхом створення прямого анастомозу між артерією і близькорозташованою поверхневою веною. Включення вени в артеріальний кровотік призводить до прогресуючої дилатації та потовщення стінки виносної вени, процес, який називають артеріалізацією або «дозріванням» фістули, що визначає придатність фістули для подальшої багаторазової канюляції та

програмного гемодіалізу [9]. Для «дозрівання» артеріовенозної фістули потрібно в середньому біля 6 тижнів, при цьому приблизно 20-50% фістул ніколи не досягають «зрілості» [10]. Часті (кожні 3 місяці) візити до нефролога пов'язані з покращенням виживаності пацієнтів протягом першого року після початку гемодіалізу, що вказує на можливу користь для виживання за умови підвищеної уваги до відвідувань до нефролога, особливо для літніх пацієнтів і пацієнтів з діабетом [17]. Своєчасне направлення пацієнта для створення постійного судинного доступу має велике значення для успішного остаточного результату. Раннє направлення призводить до краще функціонуючої аутогенної фістули, тоді як пізнє направлення призводить до більшої ймовірності кінцевої «незрілості» доступу і потреби у центральному венозному катетері для гемодіалізу [11]. Похилий вік, супутня ендокринна патологія, наявність серцево-судинних захворювань, ініціація програмного гемодіалізу з використанням катетерів та рання канюляція є незалежними предикторами остаточної невдачі [12]. Ступінь «дозрівання» можна визначити за «правилом 6-ти» [13], яке містить ехографічні критерії перспективної функціональної придатності судин, детально описані в табл. 1 [14].

Таблиця 1

#### «Правило 6-ти»: сонографічні критерії дозрівання артеріовенозної фістули

Критерій	Опис
Калібр вени відтоку $\geq 6.0$ мм	Вени відтоку з часом поступово дилатуються. Як правило, калібр 6.0 мм вказує на виносну вену, яку легко канюлювати та забезпечить достатній потік для гемодіалізу.
Глибина вени відтоку $< 6.0$ мм	Якщо вени відтоку знаходяться надто глибоко в підшкірних тканинах, їх може бути важко канюлювати. Надто глибокі вени можуть вимагати подальшої операції для поверхневої обробки.
Кровотік $> 600$ мл/хв	Для підтримки адекватного гемодіалізу необхідний достатній кровотік через вену відтоку.
Канюляція $> 6$ тижнів після створення	Найкраще почекати щонайменше 6 тижнів після створення, перш ніж канюлювати фістулу, щоб забезпечити належну артеріалізацію останньої. Це може звести до мінімуму ускладнення, пов'язані з канюляцією, такі як крововилив або хибні аневризми.

**Менеджмент судинного доступу.** За даними літератури показник первинного виживання артеріовенозної фістули становить  $>50\%$  протягом п'яти років із формування [15, 16]. Радіоцефалічна артеріовенозна фістула на рівні зап'ястя є першим вибором для створення постійного судинного доступу. Після успішного розвитку фістула може функціонувати роками з мінімумом ускладнень, ревізій і госпіталізацій. Показання до виконання радіоцефалічної фістули залежать від результатів фізикального обстеження (огляд і пальпація дистальних вен і артерій), фістулу переважно

створюють на неробочій руці, але можна обрати робочу кінцівку, якщо судини в неробочій руці є непридатними. Мінімальний внутрішній діаметр судини для променевої артерії та головної вени 2,0 мм при використанні проксимального турнікету вважається достатнім для успішного створення та «дозрівання» фістули [17]. При формуванні артеріовенозної фістули потрібно робити достатню довжину пунктованого сегмента поверхневої вени судинного доступу (не менше 30-35 см) [18], забезпечувати візуальний контроль за судинним доступом, використовувати інструментальні

методи контролю, такі як ультразвукове дуплексне сканування судин доступу [19]. Варіації в результатах обстеження зазвичай представляють собою ускладнення і можуть вказувати на

функціональні порушення, що погрожують недостатністю артеріовенозної фістули. Конкретні ускладнення та пов'язані з ними результати обстеження наведені в табл. 2 [14].

Таблиця 2

### Потенційні ускладнення з боку вен відтоку та відповідні результати обстеження

Ускладнення вен відтоку	Опис результату обстеження
Стеноз притоку артерії або незріла виносна вена	Буде представлено у вигляді малокаліберної виносної вени зі слабким тремтінням або його відсутністю.
Стеноз венозного відтоку (за участю вени відтоку або центральної вени)	Виявлятиметься як гіперпульсуюча виносна вена вгору за течією від обструкції з втратою або зміною характеру тремтіння. Крім того, вена відтоку не спадається при піднятті руки.
Тромбоз виносної вени	Виявлятиметься як ущільнена, нестиснута, ніжна виносна вена без тремтіння.
Аневризми або псевдоаневризми вени відтоку	Виявлятиметься у вигляді вогнищевого розширення виносної вени. Це розширення може бути пов'язане з місцями канюляції, але, як варіант, можуть бути наслідком стенозу вени відтоку.

**Недостатність або тромбоз доступу.** Клінічні спостереження свідчать, що одним із досить важливих механізмів у патогенезі ускладнень при ХХН V-стадії є порушення у системі гемостазу, які призводять до розвитку тромбофілій [20]. Найчастішим ускладненням у всіх типах постійного судинного доступу є ранній тромбоз, який визначається як тромбоз, що виникає протягом 30 днів після створення доступу [21]. Існує 3 основні причини недостатності або тромбозу артеріовенозної фістули: перша - неадекватний венозний відтік, що виникає в основному через придбані стенози або вен відтоку, або дренажних центральних вен. Стенози часто виникають через гіперплазію неоінтими у відповідь на гемодинамічні зміни через те, що артеріальна кров спрямовується через венозну систему [22]. Як тільки значення стенозу набувають гемодинамічно значимого характеру (> 70% просвіту судини), виникає стан, пов'язаний із сповільненням кровотоку, підвищенням венозним тиском або аномальним фізикальним обстеженням (зменшення тремтіння або пульсації кровотоку), ризик розвитку тромбозу зростає більш ніж на 50% [23]. Другий – неадекватний артеріальний приплив, який виникає через оклюзійне захворювання в артеріях верхньої кінцівки, які живлять артеріовенозну фістулу [24]. По-третє, це медичні фактори, включаючи зниження серцевої діяльності, гіпотензію або стани гіперкоагуляції [25]. Обсерваційні дослідження дозволяють припустити, що тромбектомія з ад'ювантним лікуванням, спрямованим на корекцію основної проблеми, призводять до кращих результатів, ніж ендovasкулярне втручання [26]. Згідно з сучасними міжнародними рекомендаціями – тромбектомія показана при ранньому післяопераційному тромбозі (до 30 днів

після формування фістули) [9]. Однієї лише тромбектомії недостатньо для відновлення прохідності постійного судинного доступу у довгостроковій перспективі, оскільки стеноз, що обмежує потік, є більш ніж у 85% випадків [27]. Виявлення та лікування цих основних уражень (стенозів) має вирішальне значення для оптимізації довгострокового результату [28]. З питань профілактики можливо розглянути використання наступних трьох аспектів для розробки стратегій запобігання тромбозу АВФ: раннє виявлення факторів ризику (передопераційні судинні захворювання, вік, стать, етнічна приналежність та клінічні дані тощо), профілактичні препарати для зниження ризику тромбозу та раннє виявлення шляхом моніторингу та спостереження за судинним доступом, особливо в місцях частого стенозу. Зокрема, деякі профілактичні антикоагулянтні/антитромбоцитарні препарати можуть бути ефективними для запобігання тромбозу доступу на основі клінічної картини пацієнта або типу останнього. Проте не існує профілактичних препаратів, які потенційно можна було б використовувати для зниження частоти недостатності АВФ. Таким чином, необхідні подальші великі рандомізовані плацебо-контрольовані дослідження для підтримки розробки ефективних стратегій запобігання тромбозу АВФ [29].

**Венозна гіпертензія.** Центральний венозний стеноз може виникнути через неоінтимальну гіперплазію центральних вен внаслідок зміни гемодинаміки після створення артеріовенозної фістули та поточного або попереднього доступу до центрального венозного катетера [30]. Діагноз ставиться на основі комп'ютерної томографічної венограми або катетерної фістулограми [31]. Пацієнти на програмному гемодіалізі зі швидкістю

кровотоку судинного доступу > 1500 мл/хв повинні проходити регулярний моніторинг стану кровотоку, ехокардіографії та клінічних ознак застійної серцевої недостатності. Пацієнти з прогресуванням симптомів, прогресуючим збільшенням кровотоку або об'єктивними ознаками серцевої недостатності повинні бути розглянуті для хірургічного лікування [9]. Основним методом лікування є ендovasкулярне втручання у вигляді чезрезшкірної транслюмінальної ангіопластики, яка дозволяє відновити центральний венозний відтік [32]. В якості альтернативи асоційовану венозну гіпертензію можна зменшити шляхом обмеження потоку через артеріовенозний доступ за допомогою певного варіанту процедури бандажування (перев'язування вен для створення стенозу розширеної вени за допомогою лігатури або смужки трансплантата) [32, 33] або процедури обмеження потоку (включення трансплантата, техніка, при якій трансплантат діаметром 4 мм пришивається до розширеного місця анастомозу, а відрізок довжиною близько 4 см «встановлюється» в кровоносну судину) [34].

**Інфекція доступу.** Найбільш частими мікроорганізмами, залученими до інфікування судинних доступів для гемодіалізу, є грампозитивні коки приблизно у 70%, особливо *Staphylococcus aureus*. Грамнегативні бактерії викликають від 10% до 20% випадків інфекції доступу до гемодіалізу [35]. Уремія, діабет, множинні супутні захворювання, центральний венозний катетер та повторна катетеризація судинного доступу є важливими факторами ризику [36]. Інфекції найчастіше виникають у зв'язку з центральним венозним катетером, потім артеріовенозним протезом і рідко – артеріовенозною фістулою [37]. При фістулі рідкісні інфекції судинного доступу вимагають негайного хірургічного втручання з резекцією інфікованої тканини. Частіше інфекції при фістулі виникають у місцях канюляції, особливо при петльовій канюляції з невідповідною технікою асептики. Лікування полягає в уникненні канюляції в цьому місці. У всіх випадках інфекції артеріовенозної фістули антибіотикотерапія починається емпірично з антибіотиків широкого спектру, а потім звужується на основі результатів культурального дослідження. Інфекцію первинної артеріовенозної фістули слід лікувати протягом 6 тижнів [17]. Профілактичні заходи, спрямовані на перехресне зараження та колонізацію, повинні бути невід'ємною частиною інфекційного контролю в діалітичних відділеннях. Інфекція залишених артеріовенозних трансплантатів повинна бути включена під час оцінки сепсису у пацієнтів на гемодіалізі [38]. Необхідність утримання від широкого використання транспетльових методів канюляції в діалітичних відділеннях, що може призвести до рівня інфікування *S. aureus*, подібного до показників тунельного катетеру, може розглядатися, як метод глобального запобігання

інфекційних ускладнень [39]. Оскільки у пацієнтів на програмному гемодіалізі, які ведуть нічне перебування вдома та використовують транспетльову канюляцію мають показники з майже в 3 рази вищим рівнем інфекційних ускладнень, пов'язаним з доступом, ніж при традиційному внутрішньому лікуванні, існує необхідність із закликанням до суворого стаціонарного лікування програмним гемодіалізом [40].

**Аневризми артеріовенозної фістули.** Генералізоване розширення виносної вени є нормальним явищем; однак вогнищеве розширення являє собою аневризму виносної вени. Існує 2 типи аневризми: справжня аневризма, яка є розширенням, що охоплює всі 3 шари вени і, як правило, пов'язана з дегенеративними змінами в судині, які можуть бути спричинені стенозом венозного відтоку; і хибна аневризма, яка спричинена невеликим розривом виносної вени (зазвичай ятрогенним у результаті канюляції), що призводить до стійкого дефекту, який забезпечує кровотік у підшкірних тканинах за межами стінки виносної вени [41]. Ультразвукове сканування судин можна використовувати для ідентифікації як справжніх, так і хибних аневризм, одночасно досліджуючи основну причину (наприклад, стеноз венозного відтоку) [42]. Наявність або вихідний розмір аневризми не є показанням до оперативного втручання. Хірургічне лікування показано у випадку ускладнень аневризми, таких як швидке збільшення, некроз шкіри в ураженій зоні, або спонтанна кровотеча, тоді як неускладнені аневризми часто можна просто контролювати [43]. Потребує хірургічного лікування лише у випадку залучення місця анастомозу; слід уникати пункції ділянки аневризми [44]. Оперативне лікування буде залежати від морфології; справжні аневризми зазвичай вимагають висічення аневризматичного сегмента з подальшою реконструкцією виносної вени (іноді вимагає інтерпозиційного трансплантата), тоді як хибні аневризми зазвичай відновлюються шляхом первинного закриття дефекту в стінці судини [45, 46].

**Висновки.** Отже, можна зробити такі висновки: нативна артеріовенозна фістула є методом вибору судинного доступу для гемодіалізу. У разі неможливості формування нативної фістули методом вибору стає використання артеріовенозного протезу. Аутогенні фістули пов'язані з довшим часом дозрівання, але кращою прохідністю, меншим ризиком інфікування та нижчою смертністю порівняно з протезними трансплантатами. Застосування перманентного катетера може розглядатися як доступ, що надає час для дозрівання нативної фістули або формування фістули з використанням протеза. Тимчасове використання катетерів пов'язане з вищою смертністю, вищим ризиком інфікування та нижчою прохідністю, що підриває широко поширений підхід вибіркового використання катетерів як постійного доступу.

Проведення передопераційного ультразвукового дуплексного сканування судин до формування артеріовенозної фістули на передпліччі дозволяє провести оцінку перспективної функціональної придатності судин майбутнього анастомозу, а ультрасонографія зони анастомозу в динаміці після операції робить можливим оцінити об'ємний кровотік і запідозрити ранні ускладнення з боку судинного доступу для гемодіалізу. Своєчасне виконання реконструктивних втручань на ускладненому постійному судинному доступі дозволяє значно продовжити термін його функціонування.

**Конфлікт інтересів.** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

**Джерела фінансування.** Стаття підготовлена згідно з планом науково-дослідної роботи кафедри госпітальної хірургії ВНЗ «Запорізький державний медико-фармацевтичний університет» (м. Запоріжжя) «Реконструктивно-відновлювальні операції з використанням міні-інвазивних технологій в торако-абдомінальній, серцево-судинній та ендокринній хірургії» (держреєстрація № 0117U006963).

#### **Інформація про внесок кожного учасника.**

**С. Р. Вільданов:** збір літературних даних, редагування статті;

**А. О. Никоненко та В. О. Губка:** концепція огляду;

**Р. І. Будагов:** оформлення тексту роботи.

### **Література (References)**

1. *Nykonenko A, Vildanov S.* Vplyv intradializnoi hipotenzii na funktsionuvannia arteriove-noznoi fistuly. *Khark khir shkola.* 2021; 3:12-15. doi: 10.37699/2308-7005.3.2021.03. [In Ukrainian].
2. *Sun CY, Zhong M, Song L, Chen YG, Quan ZL, Zhao LY, et al.* Direct arterial puncture for hemo-dialysis, a neglected but simple and valuable vascular access. *BMC Nephrol.* 2022 Jun 23;23(1):221. doi: 10.1186/s12882-022-02836-1.
3. *Tushar JV, Jonathan JT, Evamaria A.* New Devices and Technologies for Hemodialysis Vascular Access: A Review. *Am J Kidney Dis.* 2021 Jul;78(1):116-24. doi: 10.1053/j.ajkd.2020.11.027.
4. *Saran R, Robinson B, Abbott KC, Bragg-Gresham J, Chen X, Gipson D, et al.* US Renal Data System 2019 Annual Data Report: Epidemiology of Kidney Disease in the United States. *Am J Kidney Dis.* 2020 Jan;75(1 Suppl 1):6-7. doi: 10.1053/j.ajkd.2019.09.003.
5. *Arhuidese IJ, Orandi BJ, Nejm B, Malas M.* Utilization, patency, and complications associated with vascular access for hemodialysis in the United States. *J Vasc Surg.* 2018 Oct;68(4):1166-1174. doi: 10.1016/j.jvs.2018.01.049,
6. *Jemcov TK, Van Biesen W.* Optimal timing for vascular access creation. *J Vas Access.* 2017;18(1\_suppl): 29-33. doi: 10.5301/jva.5000685.
7. *Almasri J, Alsawas M, Mainou M, Mustafa RA, Wang Z, Woo K, et al.* Outcomes of vascular access for hemodialysis: A systematic review and meta-analysis. *J Vasc Surg.* 2016 Jul;64(1):236-43. doi: 10.1016/j.jvs.2016.01.053.
8. *Al-Jaishi AA, Liu AR, Lok CE, Zhang JC, Moist LM.* Complications of the Arteriovenous Fistula: A Systematic Review. *J Am Soc Nephrol.* 2017 Jun;28(6):1839-1850. doi: 10.1681/ASN.2016040412.
9. *Lok CE, Huber TS, Lee T, Shenoy S, Yevzlin AS, Abreo K, et al.* KDOQI clinical practice guideline for vascular access: 2019 update. *Am J Kidney Dis.* 2020;75(4 Suppl 2):1-164. doi: 10.1053/j.ajkd.2019.12.001.
10. *Pirozzi N, Mancianti N, Scrivano Jazzari L, Pirozzi R, Tozzi M.I.* Monitoring the Patient Following Radio-Cephalic Arteriovenous Fistula Creation: Current Perspectives. *Vasc Health Risk Manag.* 2021 Mar 29;17:111-121. doi: 10.2147/VHRM.S205130.
11. *Lim LM, Lin MY, Hwang SJ, Chen H.C., Chiu Y.W.* Association of glomerular filtration rate slope with timely creation of vascular access in incident hemodialysis. *Sci Rep.* 2021 Jun 23;11(1):13137. doi: 10.1038/s41598-021-92359-w.
12. *Fumagalli G, De Pietro S, Migliori M, Ferrandello FP, Trovato F, Donadio C, et al.* Outcomes of Vascular Access Care and Surgery Managed by Interventional Nephrologists: A Twelve-Year Experience. *Blood Purif.* 2016;42(2):111-20. doi: 10.1159/000446274.
13. *Hakim AJ, Brooke BS, Beckstrom J, Larfati MR, Kraiss LW.* Rules of 6 criteria predict dialysis fistula maturation but not all rules are equal. *J Vasc Surg.* 2022 Jul;76(1):232-238.e2. doi: 10.1016/j.jvs.2022.02.018.
14. *Arasu R, Jegatheesan D, Sivakumaran Y.* Overview of hemodialysis access and assessment. *Can Fam Physician.* 2022 Aug;68(8):577-582. doi: 10.46747/cfp.6808577.
15. *Thomas SD, Sideris A, Narroway H, McLachlan R, Robertson C, Crowe P, et al.* Arteriovenous fistula formation with adjuvant endovascular maturation. *J Vasc Surg.* 2022 Feb;75(2):641-650.e2. doi: 10.1016/j.jvs.2021.08.072.
16. *Wongmahisorn Y.* Survival and Prognostic Predictors of Primary Arteriovenous Fistula for Hemodialysis. *Ann Vasc Dis.* 2019 Dec 25;12(4):493-499. doi: 10.3400/avd.oa.19-00058.

17. Schmidli J, Widmer MK, Basile C, de Donato G, Gallieni M, Gibbons CP, et al. Editor's Choice - Vascular Access: 2018 Clinical Practice Guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2018 Jun;55(6):757-818. doi: 10.1016/j.ejvs.2018.02.001.
18. Akoh JA. Vascular access infections: epidemiology, diagnosis, and management. *Curr Infect Dis Rep.* 2011;13(4):324-32. doi: 10.1007/s11908-011-0192-x.
19. Chytilova E, Jemcov T, Malik J, Pajek J, Fila B, Kavan J. Role of Doppler ultrasonography in the evaluation of hemodialysis arteriovenous access maturation and influencing factors. *J Vasc Access.* 2021;22(1\_suppl):42-55. doi: 10.1177/1129729820965064.
20. Postovitenko K, Storozhuk L, Seleznyova I, Storozhuk B, Dovgalyuk T. The state of hemostasis in patients with CKD VD stage with some comorbid conditions. *Rep Vin Nation Med Un.* 2020 24(2), 253-260. doi: 10.31393/reports-vnmedical-2020-24(2)-10.
21. Korn A, Alipour H, Zane J, Shahverdiani A, Ryan TJ, Kaji A, et al. Factors associated with early thrombosis after arteriovenous fistula creation. *Ann Vasc Surg.* 2018;49:281-284. doi: 10.1016/j.avsg.2018.02.003.
22. Sarioglu O, Capar AE, Belet U. Relationship of arteriovenous fistula stenosis and thrombosis with the platelet-lymphocyte ratio in hemodialysis patients. *J Vasc Access.* 2020;21(5):630-635. doi: 10.1177/1129729819894113.
23. Cheung AK, Imrey PB, Alpers CE, Robbin ML, Radeva M, Larive B, et al. Intimal Hyperplasia, Stenosis, and Arteriovenous Fistula Maturation Failure in the Hemodialysis Fistula Maturation Study. *JASN.* 2017 Oct;28(10):3005-3013. doi: 10.1681/ASN.2016121355.
24. See YP, Cho Y, Pascoe EM, Cass A, Irish A, Voss D, et al. Predictors of Arteriovenous Fistula Failure: A Post Hoc Analysis of the FAVOURED Study. *Kidney360.* 2020 Sep 14;1(11):1259-69. doi: 10.34067/KID.0002732020.
25. Zhu R, Hu Y, Tang L. Reduced cardiac function and risk of venous thromboembolism in Asian countries. *Thromb J.* 2017 Apr 24;15:12. doi: 10.1186/s12959-017-0135-3.
26. Lambert G, Freedman J, Jaffe S, Wilmlink T. Comparison of surgical and radiological interventions for thrombosed arteriovenous access. *J Vasc Access.* 2018;19(6):555-560. doi: 10.1177/1129729818762007.
27. Vildanov SR, Nykonenko AO, Gubka VO, Rusanov IV, Budagov RI. Thrombectomy in patients with thrombosis of arterio-venous fistula: case series. *Modern Medical Technology.* 2023;1:18-21. doi: 10.34287/MMT.1(56).2023.3.
28. Chan N, Wee I, Soong TK, Syn N, Choong AMTL. A systematic review and meta-analysis of surgical versus endovascular thrombectomy of thrombosed arteriovenous grafts in hemodialysis patients. *J Vasc Surg.* 2019 Jun;69(6):1976-1988.e7. doi: 10.1016/j.jvs.2018.10.102.
29. Tsukada H, Nakamura M, Mizuno T, Satoh N, Nangaku M. Pharmaceutical prevention strategy for arteriovenous fistula and arteriovenous graft failure. *Ren Replace Ther.* 2019;5:22. doi: 10.1186/s41100-019-0210-2.
30. DeVita MV, Khine SK, Shivarov H. Novel Approaches to Arteriovenous Access Creation, Maturation, Suitability, and Durability for Dialysis. *Kidney Int Rep.* 2020 Mar 3;5(6):769-778. doi: 10.1016/j.ekir.2020.02.1024.
31. Bakhshoude B, Ravari H, Kazemzadeh GH, Rad MP. Diagnostic value of computerized tomography venography in detecting stenosis and occlusion of subclavian vein and superior vena in chronic renal failure patients. *Electron Physician.* 2016 Aug 25;8(8):2781-2786. doi: 10.19082/2781.
32. Khan T, Bhat M, Shah OA, Choh NA, Maqsood S, Shera TA. Percutaneous Transluminal Angioplasty of Dysfunctional Hemodialysis Vascular Access: Can Careful Selection of Patients Improve the Outcomes? *Indian J Nephrol.* 2022 May-Jun;32(3):233-239. doi: 10.4103/ijn.IJN\_113\_21.
33. Kanno T, Kamijo Y, Hashimoto K, Kanno Y. Outcomes of blood flow suppression methods of treating high flow access in hemodialysis patients with arteriovenous fistula. *J Vasc Access.* 2015 Nov;16 Suppl 10:28-33. doi: 10.5301/jva.5000415.
34. Gkotsis G, Jennings WC, Malik J, Mallios A, Taubman K. Treatment of High Flow Arteriovenous Fistulas after Successful Renal Transplant Using a Simple Precision Banding Technique. *Ann Vasc Surg.* 2016 Feb;31:85-90. doi: 10.1016/j.avsg.2015.08.012.
35. Nojima T, Motomiya Y. Graft Inclusion Technique: A New Flow Reduction Procedure for High Flow Arteriovenous Fistulae. *Ann Vasc Dis.* 2018 Jun 25;11(2):202-9. doi: 10.3400/avd.0a.17-00132.
36. Carmen DTMD, Sanchez MH, Castellsagué MM, Garcia EE. Infection of arteriovenous fistula for hemodialysis: An uncommon etiology. *Enferm Infecc Microbiol Clin (Engl Ed).* 2021 Jan;39(1):43-45. doi: 10.1016/j.eimc.2020.08.010.
37. Rteil A, Kazma JM, El Sawda J, Gharamti A, Koubar SH, Kanafani ZA. Clinical characteristics, risk factors and microbiology of infections in patients receiving chronic hemodialysis. *J Infect Public Health.* 2020 Aug;13(8):1166-1171. doi: 10.1016/j.jiph.2020.01.314.
38. Allon M. Vascular Access for Hemodialysis Patients: New Data Should Guide Decision Making. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2019 Jun 7;14(6):954-961. doi: 10.2215/CJN.00490119.

39. *Kumbar L, Yee J.* Current Concepts in Hemodialysis Vascular Access Infections. *Adv Chronic Kidney Dis.* 2019 Jan;26(1):16-22. doi: 10.1053/j.ackd.2018.10.005.
40. *Christensen LD, Skadborg MB, Mortensen AH, Mortensen C, Møller JK, Lemming L, et al.* Bacteriology of the buttonhole cannulation tract in hemodialysis patients: a prospective cohort study. *Am J kidney Dis.* 2018;72(2):234-242. doi: 10.1053/j.ajkd.2018.01.055.
41. *Collier S, Kandil H, Yewnetu E, Cross J, Caplin B, Davenport A.* Infection rates following buttonhole cannulation in hemodialysis patients. *Ther Apher Dial.* 2016;20(5):476-482. doi: 10.1111/1744-9987.12409.
42. *Slavomir R, Stephen O'Neill, Peter B.* Contemporary management of arteriovenous hemodialysis fistula aneurysms. *Cor et Vasa.* 2018 Feb, 60(1):49-55. doi: 10.1016/j.crvasa.2017.10.005.
43. *Dufour JP, Russell-Lodrigue KE, Blair RV.* Pseudoaneurysm and Arteriovenous Fistula in a Rhesus Macaque (*Macaca mulatta*). *Comp Med.* [Internet]. 2018 Feb 1;68(1):74-79. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5824142/>.
44. *Inston N, Mistry H, Gilbert J, Kingsmore D, Raza Z, Tozzi M, et al.* Aneurysms in Vascular Access: State of the Art and Future Developments. *J Vasc Access.* 2017;18(6):464-472. doi: 10.5301/jva.5000828.
45. Unifikovanyi klinichniy protkol vtorynnoi (spetsializovanoi) ta tretynnoi (vysokospetsializovanoi) medychnoi dopomohy: likuvannia patsientiv z khronichnoiu khvoroboiu nyrok u V stadii: sudynnyts dostup u khvorykh, yaki likuiutsia metodom hemodializu. [Internet]. Kyiv, 2015, – Available: [http://uankts.com.ua/wp-content/uploads/2018/03/2016\\_89\\_YKPMD-22.pdf](http://uankts.com.ua/wp-content/uploads/2018/03/2016_89_YKPMD-22.pdf). [In Ukrainian].
46. *Wang S, Wang MS.* Successful use of partial aneurysmectomy and repair approach for managing complications of arteriovenous fistulas and grafts. *J Vasc Surg.* 2017 Aug;66(2):545-553. doi: 10.1016/j.jvs.2017.03.429.