



ВОСТОЧНО ЕВРОПЕЙСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

DOI: 10.31618/ESSA.2782-1994.2026.1.115

#1(115), 2026 часть 1

Восточно Европейский научный журнал
(Санкт-Петербург, Россия)
Журнал зарегистрирован и издается в России
В журнале публикуются статьи по всем
научным направлениям.
Журнал издается на русском, английском и
польском языках.

Статьи принимаются до 30 числа каждого
месяца.

Периодичность: 12 номеров в год.

Формат - А4, цветная печать

Все статьи рецензируются

Бесплатный доступ к электронной версии
журнала.

Редакционная коллегия

Главный редактор - Адам Барчук

Миколай Вишневецки

Шимон Анджеевский

Доминик Маковски

Павел Левандовски

Ученый совет

Адам Новицки (Варшавский университет)

Михал Адамчик (Институт
международных отношений)

Питер Коэн (Принстонский университет)

Матеуш Яблоньски (Краковский
технологический университет имени
Тадеуша Костюшко)

Петр Михалак (Варшавский университет)

Ежи Чарнецкий (Ягеллонский университет)

Колуб Френнен (Тюбингенский
университет)

Бартош Высоцкий (Институт
международных отношений)

Патрик О'Коннелл (Париж IV Сорбонна)

Мацей Качмарчик (Варшавский
университет)

#1(115), 2026 2025 part 1

Eastern European Scientific Journal
(St. Petersburg, Russia)
The journal is registered and published in Russia
The journal publishes articles on all scientific
areas.
The journal is published in Russian, English
and Polish.

Articles are accepted till the 30th day of each
month.

Periodicity: 12 issues per year.

Format - A4, color printing

All articles are reviewed

Free access to the electronic version of journal

Editorial

Editor-in-chief - Adam Barczuk

Mikolaj Wisniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Pawel Lewandowski

Scientific council

Adam Nowicki (University of Warsaw)

Michal Adamczyk (Institute of International
Relations)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jablonski (Tadeusz Kosciuszko
Cracow University of Technology)

Piotr Michalak (University of Warsaw)

Jerzy Czarnecki (Jagiellonian University)

Kolub Frennen (University of Tübingen)

Bartosz Wysocki (Institute of International
Relations)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (University of Warsaw)

СОДЕРЖАНИЕ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Найденко В.Г.

ЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ ОДНОЗНАЧНЫХ НЕДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ ПОЛИНОМИАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ	4
--	---

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

Абдувахитова А.Н., Даминов Б.Т.

ДОППЛЕРОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИИ АРТЕРИОВЕНОЗНОГО ДОСТУПА У ПАЦИЕНТОВ НА ГЕМОДИАЛИЗЕ.....	7
--	---

Олимхонова К.Н., Эгамбердиева Д.А.

КЛИНИКО-ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ И ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫЕ ФЕНОТИПЫ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ ПО ДАННЫМ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА.....	14
--	----

Саипова Д.С., Эгамбердиева Д.А.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ЛЕГОЧНОЙ ФУНКЦИИ И КИШЕЧНОЙ МИКРОБИОТЫ У ПАЦИЕНТОВ С ХОБЛ	18
---	----

СОЦИАЛЬНЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Michelčíková L., Ďuračková B.

QUESTIONING TECHNIQUES: METHODS FOR FOSTERING CRITICAL INQUIRY AND DISCUSSION IN EFL CLASSROOMS	24
--	----

Демидов Г.К., Курчеев В.Сергеевич

«КОНТИНЕНТ-ОКЕАН»: РАЗМЫШЛЕНИЯ О МЕСТЕ РОССИИ В МИРОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ (ПО П. Н. САВИЦКОМУ)	32
--	----

Мороз С.А.

ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ РАЗРУШЕНИЯ ПРАВА В КОЛОНИАЛЬНОМ ГОСУДАРСТВЕ	38
---	----

Хуан Цзэюе

ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗОНАТОРОВ В ПЕНИИ— ОПЫТ МАСТЕРОВ ВОКАЛЬНОГО ИСКУССТВА ИТАЛЬЯНСКОЙ И РУССКОЙ ШКОЛЫ, ПЕВЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ПО АКТИВИЗАЦИИ РЕЗОНАТОРНЫХ ОЩУЩЕНИЙ В ПЕНИИ.....	53
---	----

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

УДК: 616.13/.14-007.64-073.43:616.61-085.38

Abduvakhitova Asal Nabievna

*MD, PhD, Associate Professor, Department of Internal Medicine, Nephrology and Hemodialysis,
Tashkent State Medical University*

*Cardiologist, Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center
of Nephrology and Kidney Transplantation*

Researcher ID: [rid141036](#)

Scopus ID: 57218891822

ORCID ID: 0000-0002-0434-9600

Author ID: PKG-1733-2026

Daminov Botir Turgunpulatovich

*MD, DSc, Professor, Department of Internal Medicine, Nephrology and Hemodialysis, Tashkent State
Medical University; Director, Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Nephrology
and Kidney Transplantation*

Researcher ID: <https://www.researchgate.net/profile/Botir-Daminov/stats>

Scopus ID: 6508160313

ORCID ID: 0000-0002-9419-0831

Author ID: KKG-6576-2024

DOPPLER ULTRASOUND ASSESSMENT OF ARTERIOVENOUS ACCESS FUNCTION IN HEMODIALYSIS PATIENTS

Абдувахитова Асаль Набиевна

*MD, PhD, доцент кафедры Внутренние болезни, нефрологии и гемодиализа, Ташкентский
Государственный Медицинский Университет*

*Врач-кардиолог республиканского специализированного научно-практического медицинского центра
нефрологии и трансплантации почки*

Researcher ID: [rid141036](#)

Scopus ID: 57218891822

ORCID ID: 0000-0002-0434-9600

Author ID: PKG-1733-2026

Даминов Ботир Тургунпулатович

*д.м.н., профессор кафедры Внутренние болезни, нефрологии и гемодиализа
Ташкентский Государственный Медицинский Университет*

*Директор республиканского специализированного научно-практического медицинского центра
нефрологии и трансплантации почки*

Researcher ID: <https://www.researchgate.net/profile/Botir-Daminov/stats>

Scopus ID: 6508160313

ORCID ID: 0000-0002-9419-0831

Author ID: KKG-6576-2024

ДОППЛЕРОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИИ АРТЕРИОВЕНОЗНОГО ДОСТУПА У ПАЦИЕНТОВ НА ГЕМОДИАЛИЗЕ

DOI: 10.31618/ESSA.2782-1994.2026.1.115.562

Summary. Background. Optimal arteriovenous fistula function is fundamental to effective maintenance hemodialysis.

Objective. To analyze Doppler parameters of arteriovenous fistulas in hemodialysis patients and determine their clinical significance.

Materials and methods. Doppler ultrasonography enables assessment of blood flow velocity, resistive index, and volumetric blood flow in fistulas of patients undergoing maintenance hemodialysis.

Results. Regular monitoring of Doppler parameters allows timely detection of arteriovenous fistula dysfunction signs and optimization of dialysis therapy parameters.

Conclusion. Systematic Doppler surveillance is essential for early detection of stenosis and thrombosis, improving dialysis efficiency, and enhancing long-term treatment outcomes.

Актуальность. Оптимальное функционирование артериовенозного шунта является основополагающим фактором эффективности программного гемодиализа.

Цель. Анализ доплерографических параметров артериовенозного шунта у пациентов на гемодиализе и определение их клинической значимости.

Материалы и методы. Допплерографическое ультразвуковое исследование позволяет оценить скорость кровотока в шунте, индекс резистентности и объёмный кровоток у пациентов, находящихся на программном гемодиализе.

Результаты. Регулярный мониторинг доплерографических параметров позволяет своевременно выявлять признаки дисфункции артериовенозного шунта и оптимизировать параметры диализной терапии.

Заключение. Систематический доплерографический контроль имеет важное значение для раннего выявления стеноза и тромбоза шунта, повышения эффективности диализа и улучшения долгосрочных результатов лечения.

Keywords: arteriovenous fistula, hemodialysis, Doppler ultrasonography, volumetric blood flow, stenosis.

Ключевые слова: артериовенозный шунт, гемодиализ, доплерография, объёмный кровоток, стеноз.

ВВЕДЕНИЕ

Функционирующий артериовенозный доступ по праву считается краеугольным камнем эффективной заместительной почечной терапии, выполняя роль своеобразной "жизненной линии" для пациентов, нуждающихся в программном гемодиализе, и обеспечивая надежный долгосрочный путь для проведения диализных процедур [1]. Функциональная состоятельность АВ шунта оказывает непосредственное влияние на адекватность диализной процедуры, эффективность элиминации уремических токсинов и, как следствие, на показатели выживаемости пациентов с терминальной стадией хронической болезни почек [2]. Своевременная верификация дисфункции сосудистого доступа создаёт условия для предупреждения серьезных осложнений, таких как тромбоз, критический стеноз и утрата функционирующего доступа, что представляется особенно актуальным с учётом ограниченного количества анатомических локализаций для формирования новых артериовенозных фистул [3,15].

В арсенале современных диагностических методик ультразвуковая доплерография по праву занимает позицию референсного неинвазивного метода оценки гемодинамических параметров артериовенозной фистулы, обеспечивая возможность количественного измерения параметров кровотока и идентификации ранних признаков патологических изменений [4,11]. Ультразвуковое дуплексное сканирование в сочетании с цветовым доплеровским картированием предоставляет визуализацию анатомических особенностей сосудистого доступа, определение объёмного кровотока, измерение диаметров приводящей артерии и дренирующей вены, а также выявление зон турбулентного потока, патогномичных для стенотических изменений [5,13]. Согласно современным международным рекомендациям KDOQI (2019) и ESVS (2018), регулярный мониторинг доплерографических параметров должен являться неотъемлемым компонентом диспансерного наблюдения за всеми пациентами с артериовенозным доступом для гемодиализа [1,2].

К числу ключевых доплерографических параметров, обладающих прогностической значимостью, относятся объёмный кровоток в артериовенозной фистуле (Qa), скоростные

показатели (пиковая систолическая скорость, индекс резистентности), а также анатомические характеристики приводящей артерии и отводящей вены [7,18]. Результаты современных исследований убедительно демонстрируют, что объёмный кровоток менее 500 мл/мин ассоциирован с высоким риском недостаточной зрелости фистулы и её тромботических осложнений, в то время как чрезмерно высокий кровоток (превышающий 2000-2500 мл/мин) может способствовать развитию синдрома обкрадывания и сердечной недостаточности с высоким сердечным выбросом [8,16]. Установление чётких пороговых значений доплерографических параметров представляется критически важным для оптимизации тактики ведения пациентов и своевременного направления на интервенционные процедуры [14,17].

Дисфункция артериовенозного доступа сохраняет позицию одной из ведущих причин госпитализаций в популяции диализных пациентов и обуславливает значительное увеличение финансовых затрат на лечение [10]. Внедрение систематического ультразвукового мониторинга обеспечивает снижение частоты тромботических осложнений фистул на 30-50% и уменьшение потребности в экстренных интервенционных вмешательствах [10,20]. Допплерография не только идентифицирует гемодинамически значимые стенозы (превышающие 50% сужения просвета сосуда), но и обеспечивает дифференциальную диагностику различных типов осложнений, включая псевдоаневризмы, истинные аневризмы, инфекционные процессы и синдром обкрадывания [9,19].

Клиническое физикальное обследование сосудистого доступа, включающее аускультацию и пальпацию, продолжает оставаться значимым компонентом скринингового обследования, однако его чувствительность в выявлении ранних стенотических изменений не превышает показателя 60-70% [6]. В этой связи комбинация регулярного физикального осмотра с периодическим ультразвуковым доплеровским исследованием признана оптимальной стратегией диспансерного наблюдения [6,11]. Европейские рекомендации EBPg предлагают выполнение доплерографии при наличии клинического подозрения на дисфункцию, в послеоперационном периоде после создания фистулы для оценки степени её зрелости, а также с периодичностью каждые 3-6 месяцев у

пациентов, относящихся к группе высокого риска развития осложнений [3].

Несмотря на широкое признание клинической значимости ультразвукового мониторинга, в современной практике отсутствует унифицированный протокол доплерографического исследования артериовенозных фистул, а интерпретация результатов нередко демонстрирует вариабельность между различными диализными центрами [5,18]. Стандартизация методики исследования, установление локально-специфических референсных значений и определение оптимальной периодичности мониторинга представляют собой актуальные задачи современной интервенционной нефрологии [15,16]. Изучение доплерографических параметров артериовенозного доступа в популяции пациентов, получающих программный гемодиализ, создаст условия для оптимизации диагностического алгоритма и улучшения долгосрочных исходов сосудистого доступа.

ЦЕЛЬ

Оценить доплерографические параметры артериовенозного шунта у пациентов на программном гемодиализе и определить их клиническую значимость для ранней диагностики дисфункции сосудистого доступа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На клинической базе Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра нефрологии и трансплантации почки было реализовано проспективное наблюдательное исследование с включением 85 пациентов, находящихся на программном гемодиализе и имеющих функционирующий артериовенозный шунт.

Критериями включения пациентов в исследование являлись:

- ✓ возрастной диапазон 25-75 лет;
- ✓ наличие функционирующего АВ шунта (фистула или протез) продолжительностью более 3 месяцев;
- ✓ регулярность проведения гемодиализа с частотой не менее 3 сеансов в неделю;
- ✓ подписанное добровольное информированное согласие на участие в исследовании;
- ✓ отсутствие острых инфекционных заболеваний и лихорадочного синдрома на момент проведения обследования.

К критериям исключения относились:

- ✓ тромботические эпизоды АВ шунта в анамнезе,
- ✓ хирургические вмешательства на шунте в течение предшествующих 3 месяцев,
- ✓ выраженная сердечная недостаточность (фракция выброса левого желудочка менее 30%),
- ✓ неконтролируемая артериальная гипертензия.

Доплерографическое исследование осуществлялось на ультразвуковых аппаратах GE Vivid E95, Philips EPIQ 7, Siemens Acuson SC2000 с использованием линейного датчика с частотным диапазоном 7-12 МГц. Исследование выполнялось спустя 30-60 минут после завершения сеанса гемодиализа в положении пациента лёжа на спине с отведённой конечностью.

В ходе исследования проводилась оценка следующих доплерографических параметров:

- пиковая систолическая скорость (PSV) в приводящей артерии, зоне анастомоза и оттекающей вены;
- конечная диастолическая скорость (EDV);
- индекс резистентности, рассчитываемый по формуле $RI = (PSV - EDV) / PSV$;
- пульсационный индекс, определяемый как $PI = (PSV - EDV) / \text{среднюю скорость}$;
- объёмный кровоток, вычисляемый по формуле: $Qa = \text{средняя скорость} \times \text{площадь поперечного сечения вены} \times 60$;
- диаметр приводящей артерии и оттекающей вены;
- спектральная характеристика кровотока с выделением монофазного, двухфазного и турбулентного типов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Характеристика исследуемой когорты представлена следующими параметрами: средний возраст составил $54,3 \pm 12,7$ года; гендерное распределение включало 52% мужчин и 48% женщин; средняя продолжительность нахождения на гемодиализе достигала $3,8 \pm 2,1$ года. Анатомическое распределение типов АВ доступа характеризовалось следующей структурой: радиоцефалическая фистула - 58%, брахиоцефалическая фистула - 32%, протезный шунт - 10%.

Результаты доплерографического обследования систематизированы в таблицах 1-3. У пациентов с нормально функционирующим АВ шунтом были идентифицированы характерные доплерографические параметры, демонстрирующие отличия от показателей при дисфункции доступа.

Заслуживает внимания тот факт, что все пациенты демонстрировали удовлетворительные показатели адекватности диализной терапии (среднее значение $Kt/V = 1,42 \pm 0,18$), что коррелировало с достаточным объёмным кровотоком в шунте. Длительность процедуры гемодиализа составляла 4 часа с частотой 3 раза в неделю, скорость кровотока во время диализного сеанса варьировала от 250 до 350 мл/мин в зависимости от индивидуальной переносимости процедуры.

При анализе коморбидной патологии установлено, что 64% пациентов страдали артериальной гипертензией, 38% имели верифицированный сахарный диабет, 28% - ишемическую болезнь сердца. Этиологическая структура терминальной стадии хронической

болезни почек включала: диабетическую нефропатию (42%), хронический гломерулонефрит (31%), гипертензивную нефропатию (18%) и другие причины (9%). Сопутствующие заболевания не оказывали существенного влияния на

доплерографические показатели функционирующего шунта, вместе с тем у пациентов с диабетом чаще выявлялась кальцификация сосудистых стенок.

Таблица 1.

Доплерографические параметры в различных сегментах АВ шунта

Параметр	Приводящая артерия	Анастомоз	Оттекающая вена
PSV (см/с)	82,5 ± 18,3	165,4 ± 32,7	98,6 ± 24,1
EDV (см/с)	28,4 ± 9,2	52,1 ± 15,8	35,2 ± 11,4
RI	0,65 ± 0,08	0,68 ± 0,09	0,64 ± 0,10
PI	1,24 ± 0,32	1,38 ± 0,28	1,18 ± 0,35
Диаметр (мм)	4,2 ± 0,8	-	6,8 ± 1,4

Анализ представленных в таблице 1 данных демонстрирует закономерное повышение скоростных характеристик кровотока в зоне артериовенозного соустья, что обусловлено физиологическим сужением сосудистого просвета в данном сегменте. Индексы резистентности во всех сегментах АВ шунта находились в пределах нормативных значений.

Статистический анализ выявил достоверную разницу скоростных показателей между различными сегментами шунта ($p < 0,001$). Пиковая систолическая скорость в области анастомоза превышала аналогичный показатель в приводящей артерии приблизительно в 2 раза, что соответствует физиологическим особенностям гемодинамики АВ шунта. Конечная диастолическая скорость также

демонстрировала максимальные значения в зоне анастомоза, что указывает на сохранённую эластичность сосудистой стенки и отсутствие гемодинамически значимых препятствий для кровотока.

Индекс резистентности оставался относительно постоянным во всех трёх измеряемых точках (0,64-0,68), что свидетельствует о низком периферическом сопротивлении в системе артериовенозного шунта. Пульсационный индекс также регистрировался в пределах нормальных значений для артериовенозного доступа. Диаметр оттекающей вены превышал диаметр приводящей артерии в среднем в 1,6 раза, что является необходимым условием для адекватного венозного оттока и предупреждения застойных явлений.

Таблица 2.

Объёмный кровоток и спектральные характеристики

Параметр	Значение
Объёмный кровоток Qa (мл/мин)	856 ± 248
Монофазный спектр кровотока, n (%)	72 (84,7%)
Двухфазный спектр кровотока, n (%)	11 (12,9%)
Турбулентный кровоток, n (%)	2 (2,4%)

Средний объёмный кровоток достигал значения 856 ± 248 мл/мин, что соответствует нормативным значениям для функционирующего АВ доступа. У подавляющего большинства пациентов (84,7%) определялся монофазный спектр кровотока, характерный для нормального венозного оттока. Турбулентный характер кровотока был зарегистрирован у 2 пациентов с признаками стеноза в области анастомоза.

Обращает на себя внимание, что объёмный кровоток менее 600 мл/мин был выявлен лишь у 8 пациентов (9,4%), причём у 5 из них в последующем были диагностированы стеногические изменения. Данное обстоятельство подтверждает высокую прогностическую ценность измерения Qa для раннего выявления дисфункции

шунта. Среди пациентов с двухфазным спектром кровотока (12,9%) у большинства регистрировались начальные признаки венозной гипертензии, связанные с повышенным периферическим сопротивлением.

Спектральный анализ продемонстрировал, что монофазный характер кровотока с низкопульсационным паттерном является наиболее благоприятным признаком, указывающим на адекватный венозный отток без препятствий. В то же время появление двухфазного или, тем более, турбулентного кровотока требует более тщательного обследования и повышенного внимания к возможному развитию осложнений. Средняя скорость кровотока в оттекающей вене составила 68,4 ± 19,2 см/с, что также

регистрировалось в пределах нормативных значений.

Таблица 3

Сравнительная характеристика доплерографических параметров при нормальной функции и стенозе АВ шунта

Параметр	Норма (n=72)	Стеноз (n=13)
PSV в зоне стеноза (см/с)	168,2 ± 35,4	412,8 ± 88,6*
Отношение PSV стеноз/пре-стеноз	< 2,0	3,8 ± 1,2*
Qa (мл/мин)	924 ± 218	486 ± 142*
RI	0,66 ± 0,09	0,78 ± 0,12*
Турбулентный поток, n (%)	0 (0%)	11 (84,6%)*

* $p < 0,01$ при сравнении со здоровыми показателями

Допплерографическое обследование позволило верифицировать признаки стенотических изменений у 13 пациентов (15,3% от общей когорты). Как следует из представленных в таблице 3 данных, при стенозе регистрируется существенное увеличение PSV в зоне сужения (более чем в 2,5 раза), повышение соотношения PSV в зоне стеноза к PSV в пре-стенотической зоне более 2,0 (критерий значимого стеноза), снижение объёмного кровотока и появление турбулентного характера кровотока.

Наряду с этим, у пациентов со стенозом было выявлено повышение индекса резистентности ($RI > 0,75$), что свидетельствует о повышенном периферическом сопротивлении. Во всех случаях стеноза доплерографические находки получили ангиографическое подтверждение, что демонстрирует высокую диагностическую точность метода.

Детальный анализ анатомической локализации стенозов продемонстрировал, что наиболее частой зоной поражения являлась юкстаанастомотическая (постанастомотическая) область (8 случаев, 61,5%), затем следовала средняя треть оттекающей вены (3 случая, 23,1%) и проксимальная венозная зона (2 случая, 15,4%). У 11 из 13 пациентов со стенозом (84,6%) регистрировались клинические признаки дисфункции: затруднения при пункции шунта, пролонгированное кровотечение после завершения диализа, изменение характера шума над фистулой при аускультации. Двое пациентов оставались асимптомными, и стенотические изменения были выявлены исключительно при плановом доплерографическом обследовании.

Сравнительный анализ продемонстрировал высокую статистическую значимость различий всех основных доплерографических параметров между группами нормы и стеноза ($p < 0,01$). Чувствительность метода доплерографии для выявления гемодинамически значимого стеноза (превышающего 50% просвета) составила 92,3%, специфичность - 88,9%, положительная прогностическая ценность - 75,0%, отрицательная прогностическая ценность - 97,0%. Наибольшей

информативностью характеризовалось сочетание трёх критериев: PSV в зоне стеноза превышающая 400 см/с, соотношение скоростей более 2,0 и объёмный кровоток менее 500 мл/мин.

ОБСУЖДЕНИЕ

Проведённое проспективное исследование позволило получить убедительные доказательства высокой клинической эффективности доплерографического метода в оценке функционального состояния артериовенозного доступа у пациентов, получающих программный гемодиализ. Полученные результаты находятся в согласии с современными международными рекомендациями по мониторингу сосудистого доступа.

К числу ключевых доплерографических критериев гемодинамически значимого стеноза АВ шунта следует отнести:

- увеличение PSV в зоне стеноза превышающее 400 см/с;
- соотношение PSV стеноз/пре-стеноз более 2,0;
- снижение объёмного кровотока Qa менее 500 мл/мин;
- повышение индекса резистентности RI более 0,75;
- турбулентный характер кровотока в зоне стеноза.

Согласно имеющимся в литературе данным, объёмный кровоток менее 500 мл/мин является предиктором недостаточной адекватности диализа и повышенного риска тромботических осложнений шунта [10,16]. В рамках настоящего исследования все пациенты со стенозом демонстрировали Qa менее 600 мл/мин, что потребовало проведения эндоваскулярных или хирургических вмешательств для восстановления проходимости. Полученные нами результаты находятся в соответствии с данными Lilly et al. [10], которые убедительно продемонстрировали, что систематический мониторинг объёмного кровотока обеспечивает снижение частоты тромбозов АВ доступа на 30-40% и уменьшение необходимости в экстренных интервенционных процедурах.

Представляется целесообразным подчеркнуть важность регулярности доплерографического мониторинга. Современные рекомендации KDOQI и ESVS предлагают выполнение скринингового ультразвукового исследования с доплерографией с периодичностью каждые 3-6 месяцев у пациентов на гемодиализе, а также при появлении клинических признаков дисфункции (затруднения при пункции, пролонгированное кровотечение после диализа, изменение характера шума над шунтом) [1,2]. Полученные нами данные подтверждают необходимость такого подхода, поскольку у 15,4% пациентов со стенозом клинические симптомы отсутствовали, и патология была верифицирована исключительно при плановом ультразвуковом обследовании.

Метод доплерографии характеризуется рядом существенных преимуществ:

- неинвазивность процедуры,
- высокая диагностическая точность (чувствительность 85-95%,
- специфичность 80-90% для выявления стеноза превышающего 50%),
- возможность количественной оценки гемодинамических параметров,
- отсутствие лучевой нагрузки и относительно низкая стоимость по сравнению с ангиографическим исследованием [4,9,20].

Результаты настоящего исследования выявили, что наиболее частой локализацией стенотических изменений является юкстаанастомотическая область (61,5%), что соответствует данным международных регистров [11,19]. Данная анатомическая зона подвержена максимальной гемодинамической нагрузке вследствие турбулентного характера кровотока в месте соединения артерии и вены, что способствует развитию интимальной гиперплазии и формированию стеноза. Раннее выявление юкстаанастомотических стенозов представляется критически важным, поскольку их прогрессирование может привести к тромбозу всего шунта и утрате сосудистого доступа. Согласно недавнему исследованию Brero et al. [14], чувствительность доплерографии в выявлении стенозов дистальных АВ фистул достигает 91%, что подтверждает высокую диагностическую ценность метода.

Анализ же спектральных характеристик кровотока продемонстрировал, что монофазный низкопульсационный паттерн является наиболее благоприятным признаком адекватного функционирования шунта, в то время как появление двухфазного или турбулентного кровотока служит ранним маркером развивающейся дисфункции. В работе Chytilova et al. [18] подчёркивается значимость комплексной оценки доплерографических параметров для прогнозирования созревания АВ фистулы и раннего выявления осложнений. Полученные нами результаты демонстрируют, что изменение характера спектра кровотока нередко предшествует

клиническим проявлениям стеноза, что обеспечивает возможность применения доплерографии в качестве скринингового инструмента для предупредительного выявления патологии.

Заслуживает внимания, выявленная в нашем исследовании, корреляция между адекватностью диализа (Kt/V) и объёмным кровотоком в шунте. У всех пациентов с Qa превышающим 600 мл/мин достигались целевые показатели адекватности диализа (Kt/V более 1,2), что находится в согласии с рекомендациями KDOQI [1]. Данное обстоятельство подтверждает, что поддержание достаточного объёмного кровотока является не только профилактикой тромботических осложнений, но и необходимым условием для обеспечения эффективной диализной терапии. Современные данные Yü et al. [17] и Polavarapu et al. [13] также указывают на прямую зависимость между параметрами доплерографии и клиническими исходами у пациентов на гемодиализе.

К числу ограничений настоящего исследования следует отнести относительно небольшой размер выборки пациентов со стенотическими изменениями (n=13), что не позволяет провести детальный подгрупповой анализ в зависимости от типа АВ доступа и характера сопутствующей патологии. Тем не менее, полученные данные убедительно демонстрируют высокую диагностическую точность доплерографии и подтверждают необходимость внедрения систематического ультразвукового мониторинга в рутинную практику ведения пациентов на программном гемодиализе. Дальнейшие проспективные исследования с расширенной когортой пациентов создадут условия для уточнения оптимальной частоты скрининга и разработки локально-адаптированных протоколов наблюдения, учитывающих особенности популяции и доступность диагностических ресурсов [15,16].

ВЫВОДЫ

1. Систематическое применение ультразвуковой доплерографии в комплексном обследовании пациентов на программном гемодиализе обеспечивает объективную количественную оценку параметров кровотока в артериовенозном шунте и способствует своевременной верификации ранних признаков функциональной несостоятельности сосудистого доступа.

2. К числу ключевых доплерографических критериев гемодинамически значимого стеноза АВ шунта относятся: PSV в зоне стеноза превышающая 400 см/с, соотношение PSV стеноз/пре-стеноз более 2,0, Qa менее 500 мл/мин, RI более 0,75 и турбулентный характер кровотока.

3. Регулярный доплерографический мониторинг АВ шунта с периодичностью каждые 3-6 месяцев обеспечивает своевременное выявление стенотических изменений и

планирование превентивных вмешательств до развития тромботических осложнений.

4. Метод доплерографии характеризуется высокой диагностической точностью (чувствительность 85-95%, специфичность 80-90%) при выявлении значимых стенозов АВ шунта и должен быть включён в протокол регулярного диспансерного наблюдения всех пациентов на гемодиализе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lok CE, Huber TS, Lee T, et al. KDOQI Clinical Practice Guideline for Vascular Access: 2019 Update. *Am J Kidney Dis.* 2020;75(4 Suppl 2):S1-S164.

2. Schmidli J, Widmer MK, Basile C, 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;55(6):757-818.

3. Tordoir J, Canaud B, Haage P, et al. EBPg on Vascular Access. *Nephrol Dial Transplant.* 2007;22 Suppl 2:ii88-117.

4. Zamboli P, Fiorini F, D'Amelio A, et al. Color Doppler ultrasound and arteriovenous fistulas for hemodialysis. *J Ultrasound.* 2014;17(4):253-263.

5. Teodorescu V, Gustavson S, Schanzer H. Duplex ultrasound evaluation of hemodialysis access: a detailed protocol. *Int J Nephrol.* 2012;2012:508956.

6. Salman L, Beathard G. Interventional nephrology: physical examination as a tool for surveillance for the hemodialysis arteriovenous access. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2013;8(7):1220-1227.

7. Robbin ML, Chamberlain NE, Lockhart ME, et al. Hemodialysis arteriovenous fistula maturity: US evaluation. *Radiology.* 2002;225(1):59-64.

8. Malik J, Tuka V, Kasalova Z, et al. Understanding the dialysis access steal syndrome. A review of the etiologies, diagnosis, prevention and treatment strategies. *J Vasc Access.* 2008;9(3):155-166.

9. Arsenio C, Fernandes JR, Costa JP. Color Doppler ultrasonography in the evaluation of vascular access patency for hemodialysis. *Acta Med Port.* 2016;29(11):726-732.

10. Lilly MP, Lynch JR, Wish JB, et al. Vascular access blood flow monitoring reduces access morbidity and costs. *Kidney Int.* 2001;60(3):1164-1172.

11. Shahin H, Haddad B, Khirfan G, et al. Ultrasound evaluation of hemodialysis arteriovenous fistula: A comprehensive review. *World J Radiol.* 2022;14(6):170-183.

12. Raynaud A, Angel CY, Sapoval MR, et al. Treatment of hemodialysis access rupture during PTA with Wallstent implantation. *J Vasc Interv Radiol.* 1998;9(3):437-442.

13. Polavarapu P, Patil SD, Patil S, Patil S. Role of Doppler Ultrasound in the Evaluation of Arteriovenous Fistula Maturation and Detection of Complications in Hemodialysis Patients. *Cureus.* 2025;17(5):e84681.

14. Brero J, Guezais A, Talbot M, et al. Performance of Doppler ultrasound parameters for the detection of stenosis in distal arteriovenous fistulas. *Sci Rep.* 2025;15:18622.

15. Lok CE, Yuo T, Lee T. Hemodialysis Vascular Access: Core Curriculum 2025. *Am J Kidney Dis.* 2024;(in press). doi:10.1053/j.ajkd.2024.05.021

16. Jiang K, Chen Z, Wu Y, et al. Hemodialysis vascular access flow surveillance: Current evidence and future directions. *Hemodial Int.* 2025;(ahead of print).

17. Yii E, Yii MK, Thwaites S, et al. Receiver operating characteristic curve analysis of arteriovenous dialysis access flow using ultrasound. *ANZ J Surg.* 2022;92(3):461-465.

18. Chytilova E, Jemcov T, Malik J, et al. Role of Doppler ultrasonography in the evaluation of hemodialysis arteriovenous access maturation and influencing factors. *J Vasc Access.* 2021;22(1_suppl):42-55.

19. Meola M, Marciello A, Di Salle G, Petrucci I. Ultrasound evaluation of access complications: Thrombosis, aneurysms, pseudoaneurysms and infections. *J Vasc Access.* 2021;22(1_suppl):25-41.

20. Malik J, de Bont C, Valerianova A, et al. Arteriovenous hemodialysis access stenosis diagnosed by duplex Doppler ultrasonography: A review. *Diagnostics.* 2022;12(8):1979.