

Article/Review

Патогенез интрадиализной гемодинамической нестабильности

Ш.К. Муминов *¹ , Г.Б. Косимова ¹ 

¹ Нефрологии и гемодиализа, Ташкентский педиатрический медицинский институт, Ташкент, 100140, Узбекистан
Sh.muminov88@gmail.com (Ш.М.), kosimova77@gmail.com (К.Б.)

* Correspondence: Sh.muminov88@gmail.com; Tel.: +998 90 3154881 (Ш.М.)

Аннотация:

Обоснование: Исследование посвящено изучению механизмов интрадиализной гемодинамической нестабильности, которая остается серьезной проблемой при лечении пациентов с хронической болезнью почек, проходящих гемодиализ. Понимание факторов, способствующих этому состоянию, важно для улучшения результатов лечения.

Цель: Провести обзор и анализ основных патофизиологических механизмов, ведущих к интрадиализной гемодинамической нестабильности.

Материал и методы: Обзор включает анализ данных последних исследований и клинических испытаний, касающихся гемодинамических изменений при проведении гемодиализа, с учетом факторов, таких как уменьшение объема плазмы, сократимость миокарда и системная перфузия.

Результаты: Основные механизмы интрадиализной гемодинамической нестабильности связаны с уменьшением объема плазмы, снижением венозного возврата, преднагрузки и сократимости миокарда левого желудочка, снижением его ударного и минутного объема. Дополнительные факторы включают хронотропную недостаточность, патологическое ремоделирование миокарда и дефицит перфузии органов.

Ключевые слова: хроническая болезнь почек, гемодиализ, интрадиализная гипотензия, центральная гемодинамика, кардиоваскулярные риски, миокардиальная дисфункция

Pathogenesis of intradialytic hemodynamic instability

Shovkat K.Muminov *¹ , Gozal B.Kosimova ¹ 

¹ Nephrology and Hemodialysis, Tashkent Pediatric Medical Institute, Tashkent, 100140, Uzbekistan
Sh.muminov88@gmail.com (Sh.M.), kosimova77@gmail.com (K.B.)

Цитирование: Ш.К. Муминов, Г.Б.

Косимова. Патогенез интрадиализной гемодинамической нестабильности.

2024, 1,2, 7.

<https://doi.org/10.70626/cardiouz-2024-1-00017>

Полученный: 10.04.2024

Исправленный: 18.04.2024

Принято: 25.06.2024

Опубликованный: 30.06.2024

Copyright: © 2024 by the authors.
Submitted to for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract:

Background: The study explores mechanisms of intradialytic hemodynamic instability, which remains a significant challenge in the management of chronic kidney disease patients undergoing hemodialysis. Understanding the factors contributing to this condition is crucial for enhancing patient outcomes.

Objective: To review and analyze the primary pathophysiological mechanisms leading to intradialytic hemodynamic instability.

Material and Methods: The review synthesizes data from recent studies and clinical trials focused on hemodynamic changes during hemodialysis. The analysis includes factors like plasma volume reduction, myocardial contractility, and systemic perfusion.

Results: The main mechanisms of intradialytic hemodynamic instability involve decreased plasma volume, reduced venous return, lower left ventricular preload and contractility, and diminished stroke and minute volumes. Secondary contributing factors include chronotropic insufficiency, pathological myocardial remodeling, and systemic and regional perfusion deficits affecting abdominal, cerebral, and coronary circulation.

Conclusion: Comprehensive understanding of the pathogenesis of intradialytic hemodynamic instability highlights the importance of targeted therapeutic interventions to mitigate cardiovascular risks and improve patient quality of life.

Keywords: chronic kidney disease, hemodialysis, intradialytic hypotension, central hemodynamics, cardiovascular risks, myocardial dysfunction

Введение

Хроническая болезнь почек (ХБП) остается одной из наиболее значимых проблем здравоохранения, затрагивая более 740 миллионов человек по всему миру[1]. По мере прогрессирования заболевания снижается скорость клубочковой фильтрации, что ведет к нарушениям водно-минерального баланса, метаболическому ацидозу и накоплению азотистых соединений[2,3]. Это, в свою очередь, становится причиной множества кардиоваскулярных осложнений, включая артериальную гипертензию, снижение эластичности сосудов, развитие кардиомиопатии и фиброза миокарда[4].

Гемодиализ является основным методом заместительной почечной терапии на терминальных стадиях ХБП. Однако процедура гемодиализа сама по себе сопровождается многочисленными осложнениями, включая интрадиализную гипотензию и другие гемодинамические нарушения, что может ухудшать качество жизни и повышать риски для пациентов.

Цель настоящей работы – провести обзор патогенетических механизмов интрадиализной гемодинамической нестабильности, чтобы улучшить понимание этой проблемы и определить возможные пути профилактики и лечения.

Материалы и методы

Настоящий обзор основан на анализе современных публикаций, посвященных интрадиализной гемодинамической нестабильности. Были использованы данные из международных баз данных, включая Scopus, PubMed и Web of Science, охватывающие период с 2015 по 2024 годы. Отбор литературы производился с учетом релевантности ключевых терминов: «хроническая болезнь почек», «гемодиализ», «интрадиализная гипотензия», «кардиоваскулярные осложнения», «миокардиальная дисфункция»[5,6].

В обзор включены статьи, описывающие как экспериментальные исследования, так и систематические обзоры. Основное внимание уделялось публикациям, в которых рассматривались патогенетические механизмы гемодинамических изменений во время процедуры гемодиализа, включая уменьшение объема плазмы, снижение венозного возврата, преднагрузки и сократимости миокарда, а также изучались эффекты на системную и региональную перфузию[7].

Критериями включения были наличие оригинальных данных, анализ кардиоваскулярных рисков и механизмов, описанных с применением современных методов диагностики и мониторинга, таких как эхокардиография и магнитно-резонансная томография.

Результаты

Анализ современных исследований показал, что основными патогенетическими механизмами интрадиализной гемодинамической нестабильности являются уменьшение объема плазмы и снижение венозного возврата, что приводит к уменьшению преднагрузки и сократимости миокарда левого желудочка[8]. Эти изменения сопровождаются снижением ударного и минутного объема сердца. Вторичные факторы включают хронотропную недостаточность, вызванную снижением чувствительности к катехоламинам, и патологическое ремоделирование миокарда, что способствует дальнейшему ухудшению функции сердца[9,10].

Системная гипоперфузия и локальные ишемические явления, особенно в миокарде, абдоминальных и церебральных структурах, часто приводят к осложнениям, таким как когнитивные нарушения и повышенный риск инфекций из-за нарушения барьерной функции кишечника. Частота интрадиализной гипотензии составляет от 20% до 30% среди пациентов, проходящих гемодиализ, что подтверждается данными крупных исследований и клинических наблюдений.

Также было выявлено, что повторяющиеся эпизоды гипотензии во время процедуры гемодиализа ассоциированы с хроническим ремоделированием миокарда и снижением его

контрактивности, что подтверждается исследованиями с использованием методов магнитно-резонансной томографии. Эти данные свидетельствуют о прогрессивной дисфункции миокарда и повышении риска внезапной сердечной смерти у пациентов с хронической болезнью почек.

Обсуждение:

Результаты анализа показывают, что интрадиализная гемодинамическая нестабильность обусловлена сложным взаимодействием множества факторов, включая уменьшение объема плазмы, снижение венозного возврата и сократимости миокарда[11,12]. Эти изменения ведут к снижению ударного и минутного объема сердца, что делает пациентов с хронической болезнью почек уязвимыми к гипотензивным эпизодам и связанным с ними осложнениям[13]. Обнаруженные данные подтверждают, что хронотропная недостаточность и патологическое ремоделирование миокарда играют значительную роль в ухудшении сердечной функции[14,15].

Обсуждая влияние гемодинамической нестабильности на организм, необходимо отметить важность системной и региональной гипоперфузии. Нарушение кровоснабжения мозга и абдоминальных органов приводит к когнитивным расстройствам и увеличению риска инфекционных осложнений из-за повышенной проницаемости кишечного барьера[16,17]. Эти факторы могут значительно ухудшить качество жизни пациентов и увеличить риск смертности[18].

Повторяющиеся эпизоды интрадиализной гипотензии были связаны с хронической миокардиальной дисфункцией и патологическим ремоделированием, что подтверждено различными исследованиями с использованием магнитно-резонансной томографии и других методов визуализации[19,20]. В данной связи разработка профилактических и терапевтических стратегий, направленных на поддержание стабильной гемодинамики во время процедуры, является приоритетной задачей для специалистов.

Дополнительное внимание следует уделить новым подходам к управлению объемом жидкости, включающим применение методов непрерывного мониторинга и индивидуальную настройку скорости ультрафильтрации, что может помочь снизить частоту и выраженность гипотензивных эпизодов. Также перспективным направлением является исследование фармакологических и нефракционных методов, которые могут стабилизировать гемодинамику и улучшить переносимость процедуры гемодиализа.

Заключение

Интрадиализная гемодинамическая нестабильность остается серьезной проблемой для пациентов с хронической болезнью почек, проходящих процедуру гемодиализа. Основные механизмы этого явления включают уменьшение объема плазмы, снижение венозного возврата и преднагрузки, а также сократимости миокарда. Хронотропная недостаточность и патологическое ремоделирование миокарда усугубляют сердечные нарушения, увеличивая риск осложнений и внезапной сердечной смерти.

Понимание этих патогенетических механизмов подчеркивает важность применения комплексных стратегий для профилактики и управления гемодинамическими изменениями во время процедуры. Применение индивидуализированных подходов к мониторингу и управлению объемом жидкости, а также использование современных методов диагностики и фармакологических вмешательств могут способствовать улучшению клинических исходов и повышению качества жизни пациентов.

Эффективная профилактика интрадиализной гемодинамической нестабильности требует дальнейших исследований и разработки новых терапевтических подходов, которые помогут снизить заболеваемость и улучшить долгосрочный прогноз у пациентов с ХБП.

Вклад авторов

Концептуализация, Ш.М. и Г.К.; методология, Ш.М.; программное обеспечение, не применимо; валидация, Ш.М., Г.К.; формальный анализ, Ш.М.; исследование, Ш.М.; ресурсы, Г.К.; кураторство данных, Г.К.; написание оригинального текста, Ш.М.; написание и редактирование, Ш.М., Г.К.; визуализация, Ш.М.; руководство, Ш.М.; администрирование проекта, Ш.М.; привлечение финансирования, не применимо.

Authors' contribution

Conceptualization, Sh.M. and G.K.; Methodology, Sh.M.; Software, Not applicable; Validation, Sh.M., G.K.; Formal Analysis, Sh.M.; Investigation, Sh.M.; Resources, G.K.; Data Curation, G.K.;

Writing – Original Draft, Sh.M.; Writing – Review Editing, Sh.M., G.K.; Visualization, Sh.M.; Supervision, Sh.M.; Project Administration, Sh.M.; Funding Acquisition, Not applicable.

Источник финансирования

Это исследование не спонсировалось

Funding source

This study was not sponsored.

Соответствие принципам этики

Этический обзор и одобрение были отменены для этого исследования, так как оно является обзорным и не включает исследования с участием людей.

Ethics approval

Ethical review and approval were waived for this study as it is a review and does not involve research with human participants.

Информированное согласие на публикацию

Не применимо, так как исследование не включает людей и не содержит персональных данных, позволяющих идентифицировать участников.

Consent for publication

Not applicable, as the study does not involve humans and does not contain personally identifiable data.

Заявление о доступности данных

Все данные, использованные в данном исследовании, получены из открытых источников и указаны в разделе «Литература». Дополнительные данные не создавались.

Data Availability Statement

All data used in this study were obtained from open sources and are listed in the "References" section. No additional data were generated.

Благодарности

Авторы выражают благодарность Ташкентскому педиатрическому медицинскому институту за поддержку в проведении исследования и доступ к научным ресурсам.

Acknowledgments

The authors express their gratitude to the Tashkent Pediatric Medical Institute for supporting the research and providing access to scientific resources.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Сокращения

ХБП Хроническая болезнь почек

Литература

- [1] Fraccaro P., Van der Veer S., Brown B., Vertkin A.L., Burakova N.A., Sedyakina., An external validation of models to predict the onset of chronic kidney disease using population-based electronic health records from Salford, UK, BMC Medicine, 2016, 14, 01, 10.1186/s12916-016-0650-2.
- [2] HusainSyed F., McCullough P.A., Birk H.W., Cardio-pulmonary-renal interactions: A multidisciplinary approach, Journal of the American College of Cardiology, 2015, 65, 022, 2433–2448, 10.1016/j.jacc.2015.04.024.
- [3] Bansal N., McCulloch C.E., Lin F., Blood Pressure and Risk of Cardiovascular Events in Patients on Chronic Hemodialysis: The CRIC Study, Hypertension, 2017, 70, 02, 435–443, 10.1161/HYPERTENSIONAHA.117.09091.

- [4] Burton J.O., Jefferies H.J., Selby N.M., McIntyre C.W., Hemodialysis-induced repetitive myocardial injury results in global and segmental reduction in systolic cardiac function, *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 2009, 4, 012, 1925–1931, 10.2215/CJN.04470709.
- [5] Chao C.T., Huang J.W., Yen C.J., Intradialytic hypotension and cardiac remodeling: a vicious cycle, *BioMed Research International*, 2015, 2015, 10.1155/2015/724147.
- [6] Panicali L., Brigante F., Mancini E., Hemodialysis and cardiovascular outcome, *Giornale Italiano di Nefrologia*, 2017, 34, 069, 59–85.
- [7] Covic A., Siritopol D., Voroneanu L., Dialysis-induced segmental wall motion abnormalities, post-dialysis fatigue and cardiovascular mortality: The new Bermuda triangle?, *Nephrology Dialysis Transplantation*, 2013, 28, 010, 2404–2406.
- [8] Nie Y., Zhang Z., Zou J., Hemodialysis-induced regional left ventricular systolic dysfunction, *Hemodialysis International*, 2016, 20, 04, 564–572, 10.1111/hdi.12434.
- [9] Sherman R.A., We Lower Blood Flow for Intradialytic Hypotension, *Seminars in Dialysis*, 2016, 29, 04, 295–296, 10.1111/sdi.12486.
- [10] Graham Brown M.P.M., Patel A.S., Stensel D.J., Imaging of Myocardial Fibrosis in Patients with End-Stage Renal Disease: Current Limitations and Future Possibilities, *BioMed Research International*, 2017, 2017, 10.1155/2017/5453606.
- [11] Toth Manikowski S.M., Sozio S.M., Cooling dialysate during in-center hemodialysis: Beneficial and deleterious effects, *World Journal of Nephrology*, 2016, 5, 02, 166, 10.5527/wjn.v5.i2.166.
- [12] March D.S., Graham Brown M.P.M., Stover C.M., Bishop N.C., Burton J.O., Intestinal Barrier Disturbances in Haemodialysis Patients: Mechanisms, Consequences, and Therapeutic Options, *BioMed Research International*, 2017, 10.1155/2017/5765417.
- [13] Bronas U.G., Puzantian H., Hannan M., Cognitive impairment in chronic kidney disease: Vascular milieu and the potential therapeutic role of exercise, *BioMed Research International*, 2017, 2017, 10.1155/2017/2726369.
- [14] Álvares V.R.C., Ramos C.D., Pereira B.J., Pneumatic Compression, but Not Exercise, Can Avoid Intradialytic Hypotension: A Randomized Trial, *American Journal of Nephrology*, 2017, 45, 05, 409–416, 10.1159/000471513.
- [15] Buchanan C., Mohammed A., Cox E., Intradialytic Cardiac Magnetic Resonance Imaging to Assess Cardiovascular Responses in a Short-Term Trial of Hemodiafiltration and Hemodialysis, *Journal of the American Society of Nephrology*, 2017, 28, 04, 1269–1277, 10.1681/ASN.2016060686.
- [16] Brown M., Burrows L., Pruett T., Burrows T., Hemodialysis-Induced Myocardial Stunning: A Review, *Nephrology Nursing Journal*, 2015, 42, 01, 59–66.
- [17] Stefánsson B.V., Brunelli S.M., Cabrera C., Intradialytic hypotension and risk of cardiovascular disease, *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 2014, 9, 012, 2124–2132, 10.2215/CJN.02680.
- [18] Van Buren P.N., Inrig J.K., Special situations: Intradialytic hypertension/chronic hypertension and intradialytic hypotension, *Seminars in Dialysis*, 2017, 30, 10.1111/sdi.12631.
- [19] Schneider C., Coll B., Jick S.S., Meier C.R., Doubling of serum creatinine and the risk of cardiovascular outcomes in patients with chronic kidney disease and type 2 diabetes mellitus: A cohort study, *Journal of Clinical Epidemiology*, 2016, 8, 177–184, 10.2147/CLEP.S107060.
- [20] Gul A., Miskulin D., Harford A., Zager P., Intradialytic hypotension, *Current Opinion in Nephrology and Hypertension*, 2016, 25, 06, 545–550, 10.1097/MNH.0000000000000271.

Отказ от ответственности/Примечание издателя: Заявления, мнения и данные, содержащиеся во всех публикациях, принадлежат исключительно отдельным лицам. Авторы и участники, а Журнал и редакторы. Журнал и редакторы не несут ответственности за любой ущерб, нанесенный людям или имуществу, возникшее в результате любых идей, методов, инструкций или продуктов, упомянутых в контенте.

Disclaimer of liability/Publisher's Note: The statements, opinions and data contained in all publications belong exclusively to individuals. The authors and participants, and the Journal and the editors. The journal and the editors are not responsible for any damage caused to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products mentioned in the content.