

ГИПОТЕНЗИВНЫЕ ЭПИЗОДЫ НА ПРОГРАММНОМ ГЕМОДИАЛИЗЕ В ХОДЕ ДИАЛИЗНОЙ ПРОЦЕДУРЫ: СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ДИАГНОСТИКЕ, ПРОФИЛАКТИКЕ И КОРРЕКЦИИ

В. Ю. Шило^{1,2}, И. Ю. Драчев^{2,3}

¹Кафедра нефрологии ФДПО ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Минздрава России; Россия, 123 182 Москва, ул. Пехотная, 3/1;

²ООО «Б. Браун Авитум Руссланд Клиникс»; Россия, 125 466 Москва, ул. Родионовская, 3/1;

³кафедра внутренних болезней ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет» Минздрава России; Россия, 170 100 Тверь, ул. Советская, 4

Контакты: Иван Юрьевич Драчев ivan-dr@mail.ru

Цель исследования — оценка эффективности различных подходов к коррекции и профилактике эпизодов артериальной гипотензии у больных, находящихся на программном гемодиализе.

Материалы и методы. В исследование включено 35 пациентов, находящихся на программном гемодиализе в диализном центре. Всем пациентам проводили автоматическое неинвазивное измерение артериального давления (АД) при помощи опции, встроенной в аппарат «искусственная почка». До начала исследования всем пациентам была выполнена клиническая проба с оценкой «сухого веса» и биоимпедансный анализ. Дизайн исследования был перекрестным: вначале всем пациентам проводили стандартную коррекцию гипотензивных эпизодов (первые 4 процедуры программного гемодиализа); затем в дополнение к стандартным методам в последующие 4 процедуры применяли компьютерный алгоритм, автоматически регулирующий скорость ультрафильтрации при помощи автоматической системы контроля давления (АСКД) с постоянным мониторингом АД (АД фиксировали до и после процедур программного гемодиализа, а также как минимум 1 раз в 5 мин первые 3 процедуры; начиная с 4-й процедуры, интервалы определялись алгоритмом автоматически). Анализовали показатели усредненного АД в ходе процедур программного гемодиализа за весь срок наблюдения. Продолжительность исследования составила 3 нед для каждого больного.

Результаты. Усредненное преддиализное систолическое и диастолическое АД в группе при стандартном подходе составило $124,6 \pm 27,7$ и $74,5 \pm 21,1$ мм рт. ст., постдиализное АД — $114,4 \pm 24,4$ и $71,3 \pm 16,3$ мм рт. ст. соответственно. При использовании АСКД преддиализное и постдиализное АД было статистически значимо выше, чем при стандартном подходе и составило $133,2 \pm 21,3$ и $79,3 \pm 15,8$ мм рт. ст. ($p < 0,001$; $p = 0,009$), $125,7 \pm 23,9$ и $75,9 \pm 18,3$ мм рт. ст. ($p < 0,001$; $p < 0,001$). При детальном исследовании вариаций интрадиализного АД, измеренного при стандартном подходе, оно составило $110,2 \pm 17,3$ и $68,3 \pm 13,9$ мм рт. ст. При применении АСКД интрадиализное АД было статистически значимо выше: $124 \pm 20,5$ и $75,9 \pm 14,2$ мм рт. ст. ($p = 0,03$; $p = 0,02$). Также отмечены более высокие значения среднего АД: $82,5 \pm 13,9$ мм рт. ст. при стандартном подходе против $91,5 \pm 15,6$ мм рт. ст. ($p = 0,01$) при применении АСКД. При исследовании скорости ультрафильтрации выявлено, что без применения АСКД ее значение незначительно выше ($8,2$ мл/кг/ч против $7,9$ мл/кг/ч). Таким образом, установлено, что применение АСКД в дополнение к стандартным методам коррекции гипотензии является эффективным и безопасным. При этом не обнаружено значительных отличий в «эффективности дозы программного гемодиализа» (Kt/V) в обеих группах; однако в группе с применением АСКД отмечено достижение целевых значений неорганического фосфора (для диализного больного) в сыворотке крови, что является одним из важнейших параметров адекватности программного гемодиализа. Содержание неорганического фосфора с применением алгоритма контроля ультрафильтрации составило $1,5$ ммоль/л, при стандартном подходе к диализной программе — $1,8$ ммоль/л, что свидетельствует в пользу применения АСКД. Обращает на себя внимание тот факт, что эти данные не достигли статистической значимости ($p = 0,07$), что наиболее вероятно связано с малым количеством наблюдений.

Заключение. Интрадиализная гипотензия на фоне высоких темпов ультрафильтрации остается частым и потенциально опасным осложнением процедуры программного гемодиализа, которая ухудшает отдаленный прогноз больных главным образом вследствие роста сердечно-сосудистой заболеваемости и смертности. Новый метод профилактики и коррекции гипотензии с применением АСКД позволяет своевременно уменьшать скорость ультрафильтрации, предупреждая развитие эпизода гипотензии, снижая ее частоту и улучшая достижение целевых значений АД (как пред-, так и постдиализных), а также его интрадиализных вариаций в период диализной процедуры.

Ключевые слова: гемодиализ, осложнения гемодиализа, интрадиализная гипотензия, темпы ультрафильтрации, адекватность диализа, хроническая болезнь почек, интрадиализные вариации артериального давления, диагностика гипотензии, клинические исходы, мониторинг артериального давления

Для цитирования: Шило В. Ю., Драчев И. Ю. Гипотензивные эпизоды на программном гемодиализе в ходе диализной процедуры: современный подход к диагностике, профилактике и коррекции. Клиницист 2018;12(3-4):30-6.

HYPOTENSIVE EPISODES ON PROGRAM HEMODIALYSIS DURING DIALYSIS PROCEDURE: MODERN APPROACH FOR DIAGNOSTICS, PROPHYLAXIS AND CORRECTION

V. Yu. Shilo^{1,2}, I. Yu. Drachev^{2,3}

¹Department of Nephrology, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Ministry of Health of Russia; 3/1 Pekhotnaya St., Moscow 123 182, Russia;

²Braun Avitum Russland Clinic; 3/1 Rodionovskaya St., Moscow 125 466, Russia;

³Department of Internal Diseases, Tver State Medical University, Ministry of Health of Russia; 4 Sovetskaya St., Tver 170 100, Russia

The study objective is to evaluate the effectiveness of different approaches to correction and prevention of arterial hypotension episodes in patients undergoing long-term hemodialysis (HD).

Materials and methods. The study included 35 patients undergoing long-term hemodialysis in the dialysis center. In all patients, automatic non-invasive measurement of arterial pressure (AP) was performed using a built-in option of the “artificial kidney” device. Prior to the study, all patients underwent clinical test with evaluation of “dry weight” and bioelectrical impedance analysis. Crossover design was used in the study: at the beginning, hypotensive episodes were corrected in all patients using the standard method (the first 4 hemodialysis procedures); then during the following 4 procedures in addition to standard methods a computer algorithm automatically controlling ultrafiltration rate using an automatic system of pressure control (ASPC) with constant AP monitoring (AP was measured prior to hemodialysis and after it and at least 1 time in the first 5 min of the procedure; from the 4th procedure onwards, intervals were determined by the algorithm automatically) was used. Values of mean AP during hemodialysis procedures for the whole monitoring period were analyzed. The duration of the study was 3 weeks for all patients.

Results. Mean pre-dialysis systolic and diastolic AP in the patients for the standard approach was 124.6 ± 27.7 and 74.5 ± 21.1 mm Hg, post-dialysis AP was 114.4 ± 24.4 and 71.3 ± 16.3 mm Hg, respectively. For ASPC, pre-dialysis and post-dialysis AP was statistically significantly higher than for the standard approach: 133.2 ± 21.3 and 79.3 ± 15.8 mm Hg ($p < 0.001$; $p = 0.009$), 125.7 ± 23.9 and 75.9 ± 18.3 mm Hg ($p < 0.001$; $p < 0.001$). Detailed analysis of intra-dialysis AP measured during the standard approach showed that it was 110.2 ± 17.3 and 68.3 ± 13.9 mm Hg. Using ASPC, intra-dialysis AP was significantly higher: 124 ± 20.5 and 75.9 ± 14.2 mm Hg ($p = 0.03$; $p = 0.02$). Mean AP was also higher: 82.5 ± 13.9 mm Hg for the standard approach versus 91.5 ± 15.6 mm Hg ($p = 0.01$) for ASPC. The ultrafiltration rates were slightly higher without ASPC (8.2 ml/kg/hour vs. 7.9 ml/kg/hour). Therefore, it was shown that the use of ASPC in addition to standard methods of hypotension correction is effective and safe. There weren't any significant differences in «hemodialysis-dose effectiveness» (Kt/V) in both groups; however, in the ASPC group target values of inorganic phosphorus in serum (for a dialysis patient) were reached which is one of the most important parameters of hemodialysis adequacy. Concentration of inorganic phosphorus for the ultrafiltration control algorithm was 1.5 mmol/l, for the standard dialysis program – 1.8 mmol/l which shows benefits of ASPC. This data didn't reach statistical significance ($p = 0.07$) which likely can be attributed to a low number of observations.

Conclusion. Intra-dialysis hypotension with high ultrafiltration rates is a frequent and potentially dangerous complication of hemodialysis which negatively affects patients' long-term prognosis mainly due to an increase in cardiovascular morbidity and mortality. A new method for prevention and correction of hypotension using ASPC allows to decrease ultrafiltration rate on time preventing a hypotensive episode, decreasing its rates and improving attainment of AP target values (both pre- and post-dialysis) as well as intra-dialysis variation during dialysis procedure.

Key words: hemodialysis, hemodialysis complications, intra-dialysis hypotension, ultrafiltration rate, dialysis adequacy, chronic kidney disease, intra-dialysis variations of arterial pressure, hypotension diagnosis, clinical outcomes, blood pressure monitoring

For citation: Shilo V. Yu., Drachev I. Yu. Hypotensive episodes on program hemodialysis during dialysis procedure: modern approach for diagnostics, prophylaxis and correction. *Klinitsist = The Clinician* 2018;12(3–4):30–6.

Введение

У пациентов с хронической болезнью почек, получающих лечение программным гемодиализом (ГД), самым частым осложнением диализной процедуры является интрадиализная гипотензия (ИДГ). ИДГ считается актуальной клинической проблемой не только потому, что сопровождается до 20–30 % всех процедур ГД [1], но и еще потому, что примерно 17,8 % симптоматической ИДГ требует медицинского вмешательства [2]. Актуальность проблемы ИДГ обусловлена возникающими на ее фоне в ходе процедуры ГД эпизодами

ишемии жизненно важных органов, включая сердце и головной мозг, которые нередко протекают бессимптомно. Тяжелая синдиализная гипотензия (синоним: ИДГ) вызывает локальные нарушения сократимости миокарда и его «оглушение» или «станнинг», что при частом повторении таких эпизодов приводит к фиброзу, систолической дисфункции и повышению кардиоваскулярной смертности [3, 4]. Так, в работе J. O. Burton и соавт. говорится о прямой связи тяжелой ИДГ с нарушением локальной сократимости миокарда [5]. ИДГ является причиной возникновения

аритмий. Ухудшается переносимость процедур ГД, что нередко приводит к сокращению диализного времени. Не менее важным является повышение риска тромбозов и потери сосудистого доступа при возникновении ИДГ [6]. Наиболее тяжело эпизоды ИДГ протекают у людей с низким преддиализным систолическим артериальным давлением (АД) и повышенной жесткостью сосудов, что влечет за собой еще большую ишемию жизненно важных органов [7].

Симптомами ИДГ являются головокружение, тошнота, рвота, потливость. К наиболее опасным симптомам относят стенокардию, аритмии, потерю сознания, судороги и остановку сердца. Существуют различные определения ИДГ, включая основывающиеся на эпизодах снижения систолического АД (САД) ≤ 90 мм рт. ст. или снижения интрадиализного САД на 20–30 мм рт. ст., сопровождающиеся клиническими симптомами (слабость, потливость, тошнота, рвота, мелькание «мушек» перед глазами, в тяжелых случаях – потеря сознания), что наиболее полезно в клинической практике, поскольку в этом случае выявлена наиболее сильная связь с увеличением смертности.

Причины и факторы риска развития гипотензии во время процедуры ГД разнообразны (низкий преддиализный уровень АД, перегрев пациента при неадекватной температуре диализирующего раствора, ацетатный диализ, неправильная оценка «сухого веса», обильное принятие пищи во время диализной процедуры, прием антигипертензивных препаратов непосредственно перед процедурой ГД, диастолическая дисфункция миокарда, тяжелая анемия, возраст ≥ 65 лет, сахарный диабет, белково-энергетическая недостаточность, гипоальбуминемия). Однако наиболее частой причиной ИДГ является высокая скорость ультрафильтрации (УФ), которая возникает при слишком быстром удалении свободной жидкости из сосудистого русла, больших междуализных прибавках жидкости и коротком диализе. Согласно ряду исследований, существует связь между слишком быстрым удалением жидкости во время диализа и ухудшением самочувствия пациента, а также повышением смертности [8]. Интенсивная УФ приводит к гиповолемии, так как скорость УФ превышает скорость перехода жидкости из интерстициального пространства в сосудистое русло, вызывая эпизод ИДГ. Данные A.W. Yu и соавт. свидетельствуют о том, что ИДГ не развивается без УФ [9].

Существуют разные подходы к профилактике ИДГ: следует избегать приема обильной пищи во время ГД, необходимы индивидуализация температуры диализного раствора (на 0,5 °C ниже температуры тела), контроль нераспознанной дегидратации, использование бикарбонатного диализа вместо ацетатного, отмена антигипертензивной терапии. При этом самыми эффективными методами профилактики являются снижение темпов удаления жидкости в ходе диализной процедуры или скорости УФ: увеличение диализного

времени, контроль междуализной прибавки жидкости (ограничение потребления соли), назначение дополнительных процедур. В настоящее время все чаще используют новые подходы к профилактике ИДГ, такие как программно-аппаратные комплексы управления скоростью УФ. Данный подход основан на постоянном мониторинге АД пациента. Результаты измерения АД больного хранятся в личной карте пациента, что позволяет применять индивидуальный подход к каждому пациенту. Компьютерный самообучающийся алгоритм анализирует динамику АД нескольких первых процедур и в дальнейшем реагирует на его изменения, поддерживая АД в целевых значениях, управляя скоростью УФ. Если фиксируется тенденция к возникновению ИДГ, алгоритм либо уменьшает скорость УФ, либо полностью останавливает УФ на небольшой период времени, достаточный для восполнения внутрисосудистого объема из интерстициального пространства и стабилизации АД. При достижении целевых значений АД скорость УФ восстанавливается автоматически, по возможности достигая целевой УФ. Преимуществом такого подхода является постоянный онлайн мониторинг АД и немедленная реакция уже на тенденцию к возникновению ИДГ, т. е. акцент делается на профилактику эпизодов симптоматической синдиализной гипотензии. При этом компьютерный алгоритм не превышает заданной предельной скорости УФ, не допуская высоких темпов УФ (свыше 12,4 мл/кг/ч), что приводит к повышению смертности как по данным литературы, так и собственным данным [10]. Однако литературные данные по применению компьютерного алгоритма контроля УФ очень скудные. С целью проверки представленной гипотезы в реальной практике проведено настоящее исследование.

Цель исследования – оценка эффективности различных подходов к коррекции гемодинамики и профилактике эпизодов ИДГ; сравнение частоты возникновения эпизодов гипотензии при применении компьютерного метода управления УФ и без него.

Материалы и методы

Материалом для исследования послужили данные комплексного обследования пациентов Москвы и Московской области. Всего в анализ было включено 35 больных, находившихся на ГД в диализном центре в течение всего периода наблюдения. Средний возраст больных составил 52 года, среди них было 16 женщин и 19 мужчин. Обеспеченная доза диализа составляла $1,89 \pm 0,3$ (spKt/V), САД перед сеансом ГД – $124,6,6 \pm 27,7$ и $71,3 \pm 16,3$ мм рт. ст., эффективное время – $255,6 \pm 18,2$ мин, средняя скорость УФ – $8,03 \pm 3,6$ мл/кг/ч, средний объем УФ – $2351,2 \pm 1125,6$ мл, поток крови – $325,4 \pm 46$ мл/мин. У больных применяли различные подходы к профилактике ИДГ: стандартный подход (в первые 4 сеанса ГД регистрировали преддиализное АД, измеренное перед началом подключения пациента к аппарату;

далее АД измеряли регулярно в ходе сеанса ГД минимум 1 раз в час или чаще) и подход с применением компьютерного блока управления УФ (автоматическая система контроля давления – АСКД, опция BioLogic RR Comfort), встроенного в аппарат «искусственная почка» (B. Braun Dialog+ Evolution), который анализировал кривые изменения АД, применяя в последующих диализных сессиях систему интеллектуального подхода, автоматически задавая границы АД индивидуально у каждого конкретного пациента, что позволяло составить представление о данных АД, формируя интервалы измерений. При достижении нижней границы САД система частично либо полностью ограничивала скорость УФ, оповещая персонал, что позволяло оперативно реагировать на эпизоды ИДГ (рис. 1). При использовании блока управления УФ на протяжении 3 процедур АД измерялось 1 раз в 5 мин, что обусловлено необходимостью сбора статистических данных для составления кривых АД и прогнозирования эпизодов ИДГ. Начиная с 4-й процедуры, интервалы измерения АД выставлялись алгоритмом автоматически. Последнее измерение проводилось после отключения пациента от аппарата (постдиализное АД). Средний постдиализный вес составил $67,9 \pm 11,4$ кг, «сухой вес» по данным биоимпедансного анализа – $67,4 \pm 11,2$ кг. Средний постдиализный вес превышал

измеренный «сухой вес» на 0,52 кг, что является общепринятым («сухой вес» + 0,5 кг = постдиализный вес).

В исследовании были использованы усредненные данные АД, измеренные до, во время и после сеансов ГД за весь период наблюдения. В качестве переменных использовали усредненные значения измерений за весь период наблюдения. Эпизодом гипотензии считали снижение САД ≤ 90 мм рт. ст, снижение САД на протяжении процедуры на 20 мм рт. ст. и более и проявление клинических симптомов. Низким преддиализным уровнем САД, являющимся фактором риска развития ИДГ на ГД, считали значения < 100 мм рт. ст. Измерение проводили с помощью встроенного блока неизвазивного измерения АД в аппарате «искусственная почка» B. Braun Dialog+.

Статистический анализ был проведен с помощью статистической программы Statistica 6.0. (StatSoft Inc., США). Использовали стандартные методы описательной и вариационной статистики: вычисление средних значений, интерквартильного размаха и стандартного отклонения при нормальном распределении величин, или определение медианы. Для сравнения переменных с нормальным распределением использовали t-тест Стьюдента. При сравнении данных с распределением, отличным от нормального, использовали тест Вилкоксона. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$. На проведение исследования получено одобрение этического комитета в 2018 г.



Рис. 1. Пример работы АСКД. Верхняя кривая отражает уровень САД. Нижняя кривая отражает скорость УФ. В середине процедуры была тенденция к развитию эпизода ИДГ. АСКД автоматически уменьшил скорость УФ, тем самым предотвратив эпизод ИДГ. При восстановлении уровня САД алгоритм установил меньшую скорость УФ, продолжив процедуру, достигнув целевых значений УФ. АСКД – автоматическая система контроля давления; САД – систолическое артериальное давление; УФ – ультрафильтрация; ИДГ – интрадиализная гипотензия

Fig. 1. An example of ASPC use. The upper curve shows SAP. Lower curve shows UF rate. In the middle of the procedure, there was a trend towards an IDH episode. ASPC automatically decreased UF rate preventing the IDH episode. When SAP was restored, the algorithm set a lower UF rate for the procedure, and target UF levels were reached. ASPC – automatic system of pressure control; SAP – systolic arterial pressure; UF – ultrafiltration; IDH – intra-dialysis hypotension

Результаты

В ходе исследования сравнили преддиализные, постдиализные уровни САД, диастолического АД (ДАД) и среднего АД, а также интрадиализные вариации АД у больных, у которых применяли различные подходы к коррекции гипотензии. В результате сравнения усредненное преддиализное САД и ДАД при стандартном подходе оказалось статистически значимо ниже, чем при применении АСКД: $124,6 \pm 27,74$ и $74,45 \pm 21,13$ мм рт. ст. и $133,2 \pm 25,8$ и $79,3 \pm 20,5$ мм рт. ст. ($p < 0,001$; $p = 0,009$ соответственно). Данные постдиализного САД и ДАД различались: АД при применении АСКД было выше, чем при стандартной терапии – $125,7 \pm 24$ и $75,9 \pm 18,3$ мм рт. ст. и $114,3 \pm 24,4$ и $71,2 \pm 16,3$ мм рт. ст. ($p < 0,001$; $p < 0,001$ соответственно). Данные интрадиализных вариаций показали статистическую значимость: при применении АСКД значения АД были выше ($p = 0,03$; $p = 0,02$) – $124 \pm 20,5$ и $75,9 \pm 14,2$ и $110,2 \pm 17,3$ и $68,3 \pm 17,9$ мм рт. ст. (рис. 2). Данные среднего АД при исследовании интрадиализных вариаций имели схожий результат: $82,5 \pm 13,9$ и $91,5 \pm 15,6$ мм рт. ст. ($p = 0,01$). Таким образом, применение системы контроля УФ привело к увеличению интрадиализного САД на 14 мм рт. ст., ДАД – на 8 мм рт. ст., а среднего АД – на 10 мм рт. ст. Частота ИДГ во время проведения процедур составила 26,2 % с консервативным подходом против 8,3 %

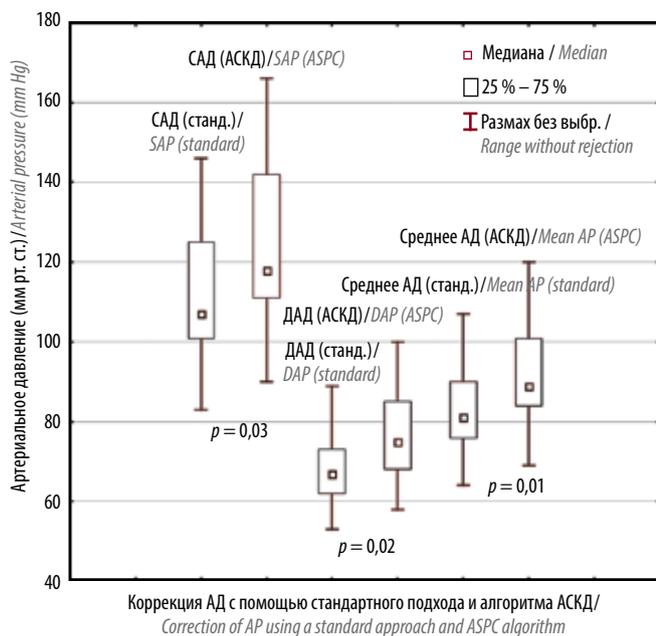


Рис. 2. Сравнение интрадиализных вариаций САД, ДАД, среднего АД при стандартном подходе коррекции ИДГ и при применении алгоритма АСКД скорости УФ. САД — систолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление; АД — артериальное давление; ИДГ — интрадиализная гипотензия; АСКД — автоматическая система контроля давления; УФ — ультрафильтрация

Fig. 2. Comparison of intra-dialysis variations of SAP, DAP, mean AP in the standard approach to IHP correction and ASPC control of UF rate. SAP — systolic arterial pressure; DAP — diastolic arterial pressure; AP — arterial pressure; IDH — intra-dialysis hypotension; ASPC — automatic system of pressure control; UF — ultrafiltration

с применением блока автоматического контроля скорости УФ (рис. 3). Усредненная скорость УФ не показала значительных отличий в значениях и составила 8,2 мл/кг/ч при стандартном подходе против 7,9 мл/кг/ч при применении алгоритма BioLogic RR Comfort. Среднее время процедуры при применении алгоритма контроля скорости УФ увеличилось незначительно — на 3 мин, что не повлекло за собой увеличения коэффициента Kt/V. У пациентов с применением алгоритма контроля скорости УФ уровень фосфора снизился и вошел в референсные значения — 1,8 ммоль/л против 1,5 ммоль/л; однако данные не достигали статистической значимости ($p = 0,07$). Закономерно снизилось количество интервенций гипертонического раствора глюкозы — 86 против 27.

Обсуждение

Клиническая значимость ИДГ во время процедуры ГД на сегодняшний день является актуальной проблемой, которой посвящено большое количество публикаций в литературе. В свете имеющихся данных можно заключить, что значительные вариации АД во время сеанса ГД оказывают негативное влияние на клинические исходы [11]. При этом возникновение эпизодов гипотензии во время процедуры диализа, особенно

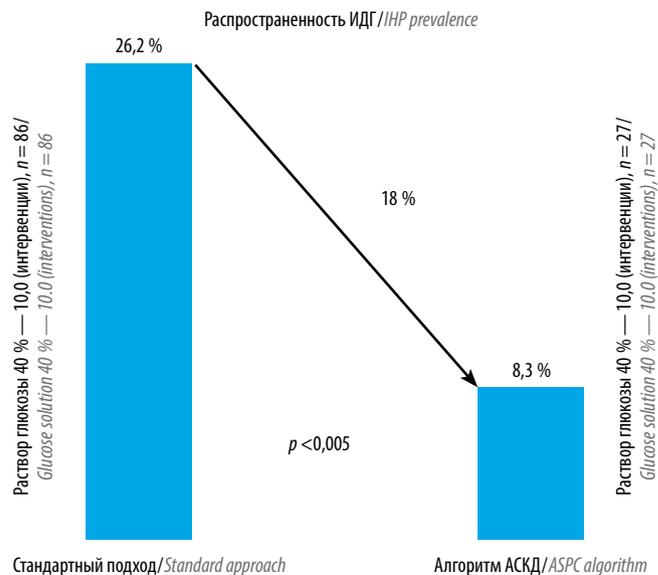


Рис. 3. Снижение частоты ИДГ. Сравнение отношения количества интрадиализных эпизодов гипотензии и клинических проявлений ИДГ к общему количеству измерений АД на протяжении всего периода наблюдения. При применении АСКД снижение распространенности ИДГ составляет 18 %. Количество интервенций 40 % раствора глюкозы по 10,0 мл уменьшается с 86 до 27. ИДГ — интрадиализная гипотензия; АД — артериальное давление; АСКД — автоматическая система контроля давления

Fig. 3. Decrease in IHP rate. Comparison of the ratio between intra-dialysis hypotension episodes and clinical signs of IHP and the number of AP measurement during the whole monitoring period. Use of ASPC leads to IHP rate decrease by 18 %. Number of interventions with 40 % glucose solution decreases from 86 to 27. IDH — intra-dialysis hypotension; AP — arterial pressure; ASPC — automatic system of pressure control

неоднократных, протекающих тяжело (снижение САД ≤ 30 мм рт. ст.), является не менее грозным осложнением и не только ухудшает переносимость ГД и требует вмешательства медицинского персонала (отключения УФ, проведения интервенций гипертонического раствора глюкозы, инфузии физиологического раствора, прерывания процедуры ГД), что часто отражается на качестве лечения в целом [12], но и влияет на увеличение частоты кардиоваскулярных событий, включая смерть пациента [13]. ИДГ связана с повторными эпизодами ишемии и нарушениями локальной сократимости миокарда, что ведет к фиброзу миокарда и развитию сердечной недостаточности [14]. Это приводит к усилению вариаций АД и расширению границ АД у пациентов с высокой скоростью УФ, приводя к осложнениям [15]. Данный факт вызывал затруднения, так как при попытках достижения «сухого веса» для нормализации АД практикующие врачи агрессивно снижали АД до целевых значений, что могло приводить к повышению смертности.

Данное исследование посвящено изучению распространения, предупреждения и коррекции ИДГ. Мы провели анализ 2 групп пациентов, имея индивидуальные данные АД больных, включенных в исследование, за весь период наблюдения, которые фиксировали

во время процедур ГД и записывали в медицинскую информационную систему Nexadia. Проведено сравнение стандартного подхода в профилактике и коррекции ИДГ, системы автоматического управления скоростью УФ и метода коррекции «сухого веса» для достижения целевых цифр АД. Нам удалось продемонстрировать не только преимущество в профилактике ИДГ АСКД, непосредственно регулирующего скорость УФ: одним из побочных эффектов снижения распространенности ИДГ стало снижение числа интервенций гиперосмолярного раствора глюкозы для коррекции эпизода ИДГ, что снизило нагрузку на медицинский персонал. Вопреки ожиданиям, уровень Kt/V в исследованных группах значительно не различался. При этом среднее содержание фосфатов у пациентов, получавших лечение с применением алгоритма, находилось в референсных пределах в отличие от больных, получавших процедуру без алгоритма. Это может быть связано с увеличением эффективного диализного времени. Результаты нашей работы в этой части во многом совпадают с литературными данными, к примеру, с обзором С. Chazot и G. Jean, где длительность диализа напрямую была связана со снижением уровня фосфатов [16].

Обращает на себя внимание то, что в исследованной группе скорость УФ не отличалась значительно от больных с применением алгоритма и без него. При этом распространенность ИДГ была ниже именно у больных с применением АСКД. Уровни САД, ДАД и среднего АД тоже были в среднем выше при применении системы автоматической скорости УФ. Это может объясняться особенностями работы программы BioLogic RR Comfort, так как алгоритм постоянно мониторирует АД и имеет возможность немедленно реагировать на малейшие тенденции к гипотензии, корректируя скорость УФ на короткий промежуток, что не оказывало значительного влияния на общие усредненные данные, но позволяло предупредить эпизоды ИДГ. В исследовании SPRINT было рассмотрено влияние интенсивного контроля АД более чем у 9000 американских пациентов на протяжении 3,26 лет и показано, что у пациентов с повышенным риском сердечно-сосудистых заболеваний при снижении САД ≤ 120 мм рт. ст. можно достичь более низкой частоты сердечно-сосудистых событий и общей смертности:

в группе с АД ≤ 120 мм рт. ст. с интенсивным контролем АД наблюдали снижение общей смертности на 27 % и на 43 % более низкий риск смерти от сердечно-сосудистых заболеваний [17]. Тем не менее в этой группе отмечали более высокую частоту нежелательных явлений, таких как гипотензия, обмороки, острое повреждение почек или почечная недостаточность. Полученные нами данные (постдиализное САД при применении алгоритма BioLogic RR Comfort составляло 125,8 мм рт. ст.) были близки к целевым результатам этого исследования. Это свидетельствует о снижении кардиоваскулярного риска для этих больных, что актуально именно для диализной популяции. В нашем исследовании у больных со стандартным подходом к коррекции и профилактике ИДГ постдиализное САД составило 115,7 мм рт. ст., что провоцирует повышение кардиоваскулярной смертности и повышает риск гипотензии, что также совпадает с данными исследования SPRINT. Принимая во внимание снижение распространенности ИДГ на 18 % при использовании алгоритма BioLogic RR Comfort, можно говорить о хорошем клиническом результате. Наши данные совпадают с большим исследованием, включающим 15 диализных центров в Италии, в котором снижение распространенности ИДГ составило 25 % [18]. Сильной стороной работы считаем изучение проблемы в условиях реальной клинической практики и отсутствие селекции пациентов при включении в исследование (кроме склонности к гипотензии).

Заключение

ИДГ на фоне высоких темпов УФ остается частым и потенциально опасным осложнением процедуры ГД, которая ухудшает отдаленный прогноз пациентов на ГД главным образом вследствие роста сердечно-сосудистой заболеваемости и смертности. Новый метод профилактики и коррекции гипотензии в ходе диализной процедуры с применением АСКД позволяет своевременно уменьшать скорость УФ, предупреждая развитие эпизода гипотензии, улучшая достижение целевых как пред-, так и постдиализных значений АД, а также его интрадиализных вариаций. Получены данные о снижении частоты ИДГ с 26 до 8 %. Отмечена связь между применением АСКД и снижением количества интервенций гипертонического раствора глюкозы.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Руководство по диализу. Под ред. Даугирдас Дж. Т., Блейк П. Дж., Инг Т. С. 3-е изд. М.: Центр диализа; Тверь: Триада, 2003. 744 с. [Hand book of dialysis. Eds. Daugirdas J. T., Blake P.J., Ing T.S. 3rd edition. Moscow: Dialysis Center; Tver: Triad, 2003. 744 p. (In Russ.).]
2. Chang T. I., Friedman G. D., Cheung A. K. et al. Systolic blood pressure and mortality in prevalent hemodialysis patients in the HEMO study. *J Hum Hypertens* 2011;25(2): 98–105. DOI: 10.1038/jhh.2010.42.
3. Flythe J. E., Xue H., Lynch K. E. et al. Association of mortality risk with various definitions of intra-dialytic hypotension. *J Am Soc Nephrol* 2015;26(3):724–34. DOI: 10.1681/ASN.2014020222.
4. McIntyre C. W., Odudu A. Hemodialysis-associated cardiomyopathy: a newly

- defined disease entity. *Semin Dial* 2014;27(2):87–97. PMID: 24738144.
5. 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. *Clin J Am Soc Nephrol* 2009;4(5):914–20. DOI: 10.2215/CJN.03900808.
 6. Chang T. I., Paik J., Greene T. et al. Intradialytic hypotension and vascular access thrombosis. *J Am Soc Nephrol* 2011;22(8):1526–33. DOI: 10.1681/ASN.2010101119.
 7. Драчев И. Ю., Джулай Г. С., Шило В. Ю. Выживаемость пациентов в зависимости от значений преддиализного пульсового давления и его вариаций в ходе процедуры гемодиализа в 5-летнем когортном исследовании. *Врач-аспирант* 2018;86(1):26–36. [Drachev I. Y., Julay G. S., Shilo V. Yu. Patient's survival associated with values of predialysis pulse pressure and its variations in hemodialysis procedure in 5-year cohort study. *Vrach-aspirant = Doctor-graduate Student* 2018;86(1):26–36. (In Russ.)].
 8. Machek P., Jirka T., Moissl U. et al. Guided optimization of fluid status in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2010;25(2):538–44. DOI: 10.1093/ndt/gfp487.
 9. Yu A. W., Nawab Z. M., Barnes W. E. et al. Splanchnic erythrocyte content decreases during hemodialysis: a new compensatory mechanism for hypovolemia. *Kidney Int* 1997;51(6):1986–90. PMID: 9186892.
 10. Movilli E., Gaggia P., Zubani R. et al. Association between high ultrafiltration rates and mortality in uraemic patients on regular haemodialysis: a 5-year prospective observational multicenter study. *Nephrol Dial Transplant* 2007;22(12):3547–52. DOI: 10.1093/ndt/gfm466. PMID: 17890254.
 11. Гендлин Г. Е., Тронина О. А., Сторожаков Г. И. и др. Сравнение показателей гемодинамики и эластических свойств сосудов у пациентов на программном гемодиализе (ПГД) и после аллотрансплантации почки (АТП). *Нефрология и диализ* 2005;7(3):343–4. [Gendlin G. E., Tronina O. A., Storozhakov G. I. et al. Comparison of hemodynamics and elastic properties of blood vessels in patients on programmed hemodialysis (PHD) and after kidney allotransplantation (KAT). *Nefrologiya i dializ = Nephrology and Dialysis* 2005;7(3):343–4. (In Russ.)].
 12. Assimon M. M., Wenger J. B., Wang L., Flythe J. E. Ultrafiltration rate and mortality in maintenance hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 2016;68(6):911–22. DOI: 10.1053/j.ajkd.2016.06.020.
 13. Шило В. Ю., Драчев И. Ю. Влияние показателей пред- и постдиализного артериального давления и его вариаций в ходе процедуры гемодиализа на выживаемость пациентов в 5-летнем когортном исследовании в условиях реальной клинической практики. *Клиническая нефрология* 2017;(3):14–22. [Shilo V. Yu., Drachev I. Yu. The effect of pre- and post-dialysis blood pressure and its variations during the hemodialysis procedure on patient survival in a 5-year cohort study in real clinical practice. *Klinicheskaya nephrologia = Clinical Nephrology* 2017;(3):14–22. (In Russ.)].
 14. 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. *Clin J Am Soc Nephrol* 2009;4(12):1925–31. DOI: 10.2215/CJN.04470709.
 15. Flythe J. E., Inrig J. K., Shafi T. et al. Association of intradialytic blood pressure variability with increased all-cause and cardiovascular mortality in patients treated with long-term hemodialysis. *Am J Kidney Dis* 2013;61(6):966–74. DOI: 10.1053/j.ajkd.2012.12.023.
 16. Chazot C., Jean G. The advantages and challenges of increasing the duration and frequency of maintenance dialysis sessions. *Nat Clin Prac Nephrol* 2009;5(1):34–44. DOI: 10.1038/ncpneph0979.
 17. SPRINT Research Group; Wright J. T., Williamson J. D., Whelton P. K. et al. A randomized trial of intensive versus standard blood-pressure control. *N Engl J Med* 2015;373:2103–16. DOI: 10.1056/NEJMoa1511939.
 18. Mancini E., Mambelli E., Irpinia M. et al. Prevention of dialysis hypotension episodes using fuzzy logic control system. *Nephrol Dial Transplant* 2007;22(5):1420–7. DOI: 10.1093/ndt/gfl799.

ORCID авторов/ORCID of authors:

В. Ю. Шило/V. Yu. Shilo: <https://orcid.org/0000-0001-9025-8061>

И. Ю. Драчев/I. Yu. Drachev: <https://orcid.org/0000-0001-9911-3889>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

Статья поступила: 19.07.2018. **Принята в печать:** 17.12.2018.

Article received: 19.07.2018. **Accepted for publication:** 17.12.2018.