

УДК 616.61-78-615.06-615.072

МАРЧЕНКО Т.В., МОРОЗОВ Ю.А., ДЕМЕНТЬЕВА И.И., ВАЯ Л.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского» РАМН, лаборатория гемодиализа, лаборатория экспресс-диагностики, г. Москва

ВЛИЯНИЕ НА ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОГРАММНОГО ГЕМОДИАЛИЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИАЛИЗИРУЮЩИХ РАСТВОРОВ НА ОСНОВЕ РАЗЛИЧНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ И НЕОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ

Резюме. Изучено влияние диализирующих растворов на основе различных органических и неорганических кислот на состояние гемодинамики во время процедуры программного гемодиализа. Не выявлено клинически значимых нарушений гемодинамики при проведении гемодиализа с использованием диализирующих растворов, содержащих в качестве кислотного компонента различные органические и неорганические кислоты. Установлено, что эти растворы по-разному влияют на системную гемодинамику пациентов. Минимальный отрицательный эффект имеет раствор, содержащий янтарную кислоту. Варьируя состав диализирующего раствора, можно добиться оптимальной коррекции как повышенного, так и сниженных параметров центральной гемодинамики у диализных пациентов, предотвращая тем самым развитие у них сердечно-сосудистых осложнений.

Ключевые слова: гемодиализ, диализирующие растворы, гемодинамика.

Введение

Во время проведения гемодиализа (ГД) поддержание артериального давления (АД) на физиологическом уровне у пациента происходит за счет механизмов ауторегуляции. Однако одной из проблем программного ГД является интрадиализная гипотензия, которая наблюдается у 20–50 % больных [1]. Одной из причин интрадиализной гипотензии является диастолическая дисфункция левого желудочка. Установлено, что у больных с интрадиализной гипотензией перед ГД выявляется значительное увеличение суммарной величины времени изоволюмического расслабления и сокращения [2].

Сама по себе процедура гемодиализа, уменьшая объемную перегрузку, улучшает функцию левого желудочка, а применение бикарбоната усиливает этот благоприятный эффект, особенно у больных со сниженной функцией левого желудочка.

В настоящее время появились диализирующие растворы, в которых ион ацетата заменен на другие органические и/или неорганические кислоты. Однако работы по изучению влияния таких диализирующих растворов на состояние гемодинамики во время ГД отсутствуют, что и определило цель нашей работы.

Материалы и методы

Проведено простое открытое перекрестное нерандомизированное неконтролируемое исследо-

вание, в которое вошли 15 пациентов (8 женщин и 7 мужчин, средний возраст — $28,8 \pm 10,5$ года) с терминальной стадией хронической почечной недостаточности, находящихся на лечении программным ГД с использованием в качестве диализирующего раствора бикарбонатного буфера с уксусной (раствор А), а также с полной или частичной заменой ацетата на молочную (раствор Л), янтарную (раствор С), лимонную (раствор Ц) или соляную (раствор Н) кислоту. Состав диализирующих растворов приведен в табл. 1.

Больные получали по 10 сеансов ГД на каждом растворе. Все растворы зарегистрированы на территории Российской Федерации в соответствии с действующим законодательством и применяются в диализных центрах. На исследование было получено одобрение Локального этического комитета ФГБУ РНЦХ имени академика Б.В. Петровского РАМН.

ГД проводили на аппаратах Fresenius 4008 (Fresenius, Германия) с применением синтетических полволоконных мембран на основе полисульфона. Дозированную гепаринизацию про-

© Марченко Т.В., Морозов Ю.А., Дементьева И.И.,
Вая Л.В., 2013

© «Почки», 2013

© Заславский А.Ю., 2013

водили нефракционированным гепарином с контролем антикоагуляции по времени активированного свертывания 220–250 с (Hemochron, DRG Instruments, Германия). Средняя продолжительность сеанса составила 4,5 часа. Сосудистый доступ осуществлялся посредством артериовенозной фистулы или центрального венозного катетера. Скорость кровотока составила 250–300 мл/мин, скорость потока диализата — 500 мл/мин. Объем и скорость ультрафильтрации (УФ) приведены в табл. 2.

Междиализная прибавка в весе была 1,0–4,2 л, что соответствовало 1,5–6,6 % от массы тела, и в среднем составила 4 %. «Сухой вес» каждого пациента определялся эмпирическим путем по совокупности общепринятых критериев для ГД. При достижении «сухого веса» считали допустимым отклонение 0,3–0,5 % от массы тела в конце сеанса ГД.

Системное артериальное давление пациента измеряли при помощи модуля давления крови. До, через 2 часа и в конце процедуры гемодиализа регистрировали систолическое (САД, мм рт.ст.) и диастолическое (ДАД, мм рт.ст.) артериальное давление, частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин). Рассчитывали среднее артериальное (СрАД, мм рт.ст.) и пульсовое (ПД, мм рт.ст.) давление, ударный (УОК, мл) и минутный (МОК, мл/мин) объемы крови, общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС, дин/с · см⁻⁵), двойное произведение (ДП) [3, 4]. Также вычисляли индекс давления как

$$\text{ИД} = \frac{\text{СрАД}_{\text{начало}} - \text{СрАД}_{\text{конец}}}{\text{СрАД}_{\text{начало}}} \cdot 100 \%$$

Таблица 1. Состав бикарбонатных диализирующих растворов с различными органическими и неорганическими кислотами

Концентрация	Раствор А	Раствор Л	Раствор Ц	Раствор С	Раствор Н
Натрий, ммоль/л	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0
Калий, ммоль/л	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Кальций, ммоль/л	1,5	1,5	1,5	1,75	1,5
Магний, ммоль/л	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Хлор, ммоль/л	110,0	110,0	110,0	112,5	113,0
Бикарбонат, ммоль/л	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0
Глюкоза, ммоль/л	–	–	–	–	–
Лактат, ммоль/л	–	3,0	–	–	–
Ацетат, ммоль/л	3,0	–	0,3	2,12	–
Цитрат, ммоль/л	–	–	0,8	–	–
Сукцинат, ммоль/л	–	–	–	0,44	–
НСІ, ммоль/л	–	–	–	–	3,0

Таблица 2. Показатели УФ у обследованных пациентов

Параметр	Раствор А	Раствор Л	Раствор Ц	Раствор С	Раствор Н
Объем УФ, л	2,68 ± 0,12	2,39 ± 0,35	2,60 ± 0,57	2,74 ± 0,24	2,53 ± 0,41
Скорость УФ, мл/час	0,54 ± 0,05	0,55 ± 0,06	0,57 ± 0,06	0,65 ± 0,04	0,64 ± 0,02

Результаты исследования обработаны непараметрическими методами вариационной статистики с использованием критерия Манна — Уитни. Достоверность различий между показателями считали при $p < 0,05$.

Результаты

Изменения параметров гемодинамики при проведении ГД с использованием различных диализирующих растворов приведены в табл. 3.

Как видно из представленных данных, в додиализный период пациенты характеризовались умеренной артериальной гипотензией. Через 2 часа после начала ГД независимо от используемого диализирующего раствора отмечалось снижение как САД, так и ДАД. При этом максимальное снижение САД отмечалось для растворов А (на 12,6 % от исходных значений) и Н (на 9,8 %), а ДАД — для растворов А (на 17,9 %), Л (на 17,8 %) и Ц (на 12,5 %). В остальных случаях уменьшение САД и ДАД было идентичным и составило в среднем 7,0 % от исходных значений.

В конце сеанса ГД при использовании растворов А и Л САД повышалось до исходных величин, а на фоне применения растворов Ц и Н отмечалось дальнейшее его снижение на 9,8 и 12,7 % от додиализного уровня. Дальнейшее уменьшение ДАД в конце процедуры ГД зарегистрировано для растворов А (на 16,6 %), Ц (на 6,4 %) и Н (на 10,3 %), а повышение ДАД — для раствора Л (на 11 %). Проведение ГД на растворе С не сопровождалось постдиализными изменениями САД и ДАД.

В целом растворы А и Л в большей степени влияли на повышение АД за время ГД: ИД составил

Таблиця 3. Изменения параметров гемодинамики при использовании различных диализирующих растворов ($M \pm t$)

Параметр	Раствор А	Раствор Л	Раствор Ц	Раствор С	Раствор Н
САД, мм рт.ст.					
Начало ГД	116,5 ± 10,2	113,5 ± 12,4	115,5 ± 10,3	111,5 ± 9,7	110,5 ± 13,4
2 часа ГД	101,8 ± 9,4*	105,5 ± 10,8*	98,9 ± 10,0	102,9 ± 11,5	99,6 ± 8,4
Конец ГД	117,7 ± 15,2	113,2 ± 9,8	95,2 ± 9,7**/**	104,3 ± 12,8	96,4 ± 10,6**
ДАД, мм рт.ст.					
Начало ГД	61,5 ± 8,9	62,3 ± 7,6	59,0 ± 10,0	58,8 ± 9,0	64,5 ± 10,8
2 часа ГД	50,5 ± 7,5*	52,9 ± 7,8*	51,6 ± 6,0	54,7 ± 8,9	59,8 ± 9,9**
Конец ГД	51,3 ± 9,8*	69,2 ± 10,1	55,2 ± 7,5	57,7 ± 9,1	57,8 ± 10,0
СрАД, мм рт.ст.					
Начало ГД	84,5 ± 10,9	83,8 ± 9,9	78,6 ± 8,9	80,9 ± 9,1	83,8 ± 9,0
2 часа ГД	72,1 ± 9,7*	70,8 ± 9,4*	68,1 ± 9,7	74,9 ± 9,4	76,5 ± 7,6
Конец ГД	86,0 ± 10,0	86,5 ± 10,0	71,9 ± 9,7	77,3 ± 10,0	74,0 ± 8,8
ИД	-1,8	-3,2	+8,5	+4,4	+11,7
ЧСС, уд/мин					
Начало ГД	73,8 ± 11,5	78,1 ± 10,7	82,0 ± 9,4	81,6 ± 7,6	86,9 ± 7,9
2 часа ГД	75,2 ± 10,7	79,8 ± 10,1	86,6 ± 5,7	84,6 ± 7,9	85,7 ± 10,9
Конец ГД	83,5 ± 16,5	84,1 ± 10,0	85,2 ± 9,0	81,2 ± 8,6	89,9 ± 9,4
УОК, мл					
Начало ГД	78,4 ± 8,5	76,2 ± 9,4	75,9 ± 8,8	79,1 ± 8,4	72,3 ± 8,9
2 часа ГД	86,1 ± 8,5	71,6 ± 9,7	76,7 ± 10,5	79,3 ± 8,7	72,0 ± 7,9
Конец ГД	80,0 ± 7,1	71,4 ± 9,0	74,9 ± 7,7	77,3 ± 8,7	74,1 ± 10,1
МОК, мл/мин					
Начало ГД	6047,5 ± 159,1	5858,5 ± 197,1	6206,9 ± 177,4	6486,3 ± 189,0	6295,5 ± 174,5
2 часа ГД	6404,5 ± 199,0	5131,7 ± 201,8**/**	6630,1 ± 189,4*	6715,4 ± 194,1	6129,7 ± 189,4
Конец ГД	6622,8 ± 187,1*	5832,3 ± 199,1	6359,4 ± 144,0	6211,2 ± 179,9	6459,2 ± 187,9
ОПСС, дин/с • см ⁻⁵					
Начало ГД	1165,7 ± 201,9	1182,4 ± 187,4	1036,1 ± 194,9	1024,5 ± 205,4	1099,4 ± 211,0
2 часа ГД	935,7 ± 197,8*	1185,3 ± 245,1	830,6 ± 142,0**/**	914,3 ± 157,6	1036,4 ± 149,6
Конец ГД	1068,9 ± 236,4	1288,8 ± 201,4	917,2 ± 155,5	1022,9 ± 146,9	938,8 ± 199,4
ДП					
Начало ГД	88,9 ± 10,6	88,8 ± 11,5	86,8 ± 12,4	92,3 ± 10,3	98,5 ± 10,4
2 часа ГД	76,6 ± 9,9*	84,5 ± 6,4	78,8 ± 10,4*	88,0 ± 9,1	87,0 ± 6,4
Конец ГД	98,5 ± 11,5	92,6 ± 10,7	81,6 ± 9,0	85,4 ± 11,4	88,6 ± 11,0

Примечания: * — достоверность различий $p < 0,05$ по сравнению с другими этапами на данном растворе, ** — достоверность различий $p < 0,05$ по сравнению с другими растворами на данном этапе.

-1,8 и -3,2 соответственно для растворов А и Л, в то время как растворы Ц и Н значительно снижали АД (ИД +8,5 и +11,7 соответственно), а раствор С лишь незначительно снижал АД (ИД +4,4).

Не выявлено значимых колебаний ЧСС за весь период наблюдения при проведении ГД с использованием изучаемых диализирующих растворов.

Максимальное снижение СрАД через 2 часа после начала ГД отмечено для растворов А (на 14,7 %), Л (на 13,6 %) и Ц (на 21,4 %). В конце ГД, проводимого на растворах А и Л, СрАД возвращалось к исходным величинам, на растворах Ц и Н — отмечалось его уменьшение по сравнению с додиализными значениями на 8,5 и 12,0 % соответственно, а на растворе С — стабилизация на уровне середины процедуры.

До ГД все пациенты характеризовались умеренным снижением величины ОПСС. Показатель ОПСС через 2 часа после начала ГД значительно уменьшался при проведении ГД на растворах А (на 19,7 %), Ц (на 19,8 %) и С (на 10,7 %). В конце ГД

для растворов Ц и Н регистрировались сниженные показатели ОПСС на 11,5 и 14,6 % по сравнению с исходными значениями. Для раствора С выявлено возвращение ОПСС к додиализным величинам, а для раствора Л — увеличение ОПСС на 9,0 % по сравнению с исходным уровнем. Таким образом, постнагрузка большей степени изменялась при использовании растворов А, Ц и Н.

УОК и МОК через 2 часа после начала ГД с использованием растворов А, Ц и С незначительно возрастали, а в конце сеанса возвращались к исходным величинам или несколько уменьшались. Динамика УОК и МОК для растворов Л и Н характеризовалась обратной зависимостью: снижение через 2 часа после начала ГД и некоторое повышение в конце процедуры.

ДП, характеризующее потребность миокарда в кислороде, значительно уменьшалось через 2 часа после начала ГД с использованием растворов А (на 13,8 %), Н (на 11,7 %) и Ц (на 9,2 %). Для растворов

Л и С выявлено лишь незначительное его уменьшение — на 4,5 и 4,5 % соответственно. В конце ГД для растворов А и Л регистрировалось увеличение ДП на 10,8 и 4,3 % соответственно. Растворы Ц, С и Н не вызывали увеличения потребности миокарда в кислороде: ДП снижалось на 6,0, 7,4 и 10,1 % соответственно.

Обсуждение

Во время ГД затрагиваются несколько факторов, влияющих на регуляцию артериального давления. Сосудорасширяющий эффект, наблюдаемый во время процедуры ацетатного ГД, вызывается как действием самого иона ацетата, так и повышением концентрации аденозина, образовавшегося из ацетата. Тканевая гипоксия также способствует вазодилатации и снижению АД. В результате уменьшается периферическое сосудистое сопротивление, поскольку высвобождения вазоактивных гормонов не происходит [5]. Если снижение ударного объема не компенсируется увеличением частоты сердечных сокращений, то происходит снижение сердечного выброса, что в сочетании с уменьшением периферического сосудистого сопротивления приводит к артериальной гипотензии. Уже в середине ГД с использованием раствора А в нашем исследовании также отмечалось в большей степени уменьшение величины ОПСС и СрАД. Отсутствие развития рефлекторной тахикардии приводило к уменьшению УОК и большему снижению как САД, так и ДАД. Бикарбонат оказывает противоположное непрямо фармакологическое воздействие на сердечно-сосудистую систему. Снижение сердечного выброса во время бикарбонатного ГД компенсируется увеличением периферического сопротивления [6]. При этом не происходит высвобождение норадреналина.

Уровень постнагрузки на левый желудочек сердца определяется эластическими свойствами центральных артерий и периферическим сосудистым сопротивлением. В условиях анемии и пониженной вязкости крови периферическое сопротивление при хронической почечной недостаточности остается невысоким [7]. Это подтвердило и наше исследование. Однако токсическое воздействие уремии и повышенная гемодинамическая нагрузка ведут к изменению структуры и функции артерий, вызывая их ремоделирование уже на додиализной стадии почечной недостаточности. На выраженное повышение ригидности артерий в диализной популяции больных оказывают влияние и такие факторы, как нарушение фосфорно-кальциевого обмена, дислипидемия и хронический оксидативный стресс [8]. В условиях ремоделирования и повышенной ригидности сосудов постнагрузка на сердце увеличивается, что сопровождается повышением систолического давления, прогрессирующим гипертрофией левого желудочка и нарушением коронарной перфузии [9]. Именно поэтому

значительное повышение постнагрузки является дополнительным фактором риска развития ИБС и цереброваскулярной болезни. Низкий сердечный индекс и высокое ОПСС в первые 30 минут процедуры гемодиализа являются предикторами таких осложнений, как гипотензия и мышечные судороги [10].

Уровень ПД и СрАД является фактором, характеризующим сосудистую жесткость, и его увеличение связано с повышенной летальностью у пациентов, находящихся на ГД [11]. При сравнении прогностического значения ПД во время процедуры гемодиализа и оценке АД по результатам суточного мониторинга у 57 пациентов было показано, что высокое САД и низкое ДАД в ночные часы являются более сильными прогностически неблагоприятными показателями сердечно-сосудистой смертности, чем уровень ПД [12].

М. Tozawa и др. (2002) изучили значимость преддиализного уровня ПД для прогнозирования общей смертности и сердечно-сосудистых событий у 1243 диализных пациентов как самостоятельного показателя, так и совместно с уровнем САД и ДАД [13]. Связь с риском общей смертности была положительной для ПД и САД, но не имела существенного значения для ДАД при рассмотрении в одномерной модели. Хотя ПД положительно связано с риском инсульта и инфаркта миокарда, однако прогностическая ценность ПД не превосходила ценность САД и ДАД, а САД является более сильным фактором для прогнозирования сердечно-сосудистых осложнений. Значимость ПД превосходит таковую САД и ДАД в прогнозировании общей смертности [14].

Заключение

Таким образом, проведенное нами исследование показало, что, несмотря на отсутствие клинически значимых нарушений гемодинамики при проведении ГД с использованием диализирующих растворов, содержащих в качестве кислотного компонента различные органические и неорганические кислоты, эти растворы по-разному влияют на системную гемодинамику пациентов. Минимальный отрицательный эффект имеет раствор, содержащий янтарную кислоту. Варьируя состав диализирующего раствора, можно добиться оптимальной коррекции как повышенных, так и сниженных параметров центральной гемодинамики у диализных пациентов, предотвращая тем самым развитие у них сердечно-сосудистых осложнений.

Конфликт интересов не заявлен.

Список литературы

1. Шутов А.М., Мاستыко В.Э., Едигарова О.М. Диастолическая дисфункция и интрадиализная гипотензия // *Нефрология и диализ.* — 2003. — Т. 5, № 2. — С. 156-160.

2. Begin V., Deziel C., Madone F. Biofeedback regulation of ultrafiltration and dialysate conductivity for the prevention of hypotension during hemodialysis // *ASAIO J.* — 2002. — Vol. 48. — P. 312-315.

3. Заболотских И.Б., Станченко И.А., Скопец А.А. Способ определения ударного объема сердца // Патент РФ № 2186520 от 04.12.2000.

4. Справочник по функциональной диагностике / Под общ. ред. И.А. Кассирского. — М.: Медицина, 1970. — 848 с.

5. Kooiman J.P., Gladziwa U., Böcker G. et al. Role of the venous system in hemodynamics during ultrafiltration and bicarbonate dialysis // *Kidney Int.* — 1992. — Vol. 42(3). — P. 718-726.

6. Rivera R., Arrigo G., Mandolfo S. et al. Alterations of cardiac output during bicarbonate hemodialysis and its relationship with other hemodynamic parameters // *G. Ital. Nefrol.* — 2004. — Vol. 21 (suppl. 30). — P. S139-S142.

7. Коношкова Р.Л. Ишемические изменения миокарда у больных с ХПН, получающих терапию гемодиализом // *Нефрология.* — 2000. — № 4(3). — С. 18-26.

8. Лондон Ж.М. Ремоделирование артерий и артериальное давление у больных с уремией // *Нефрология и диализ.* — 2000. — № 2(3). — С. 124-130.

9. Huang C.X., Plantinga L.C., Fink N.E. et al. Phosphate levels and blood pressure in incident hemodialysis patients: a longitudinal study // *Adv. Chronic Kidney Dis.* — 2008. — Vol. 15(3). — С. 321-331.

10. Kolb J., Kitzler T.M., Tauber T. et al. Proto-dialytic cardiac function relates to intra-dialytic morbid events // *Nephrol. Dial. Transplant.* — 2011. — Vol. 26(5). — P. 1645-1651.

11. Zoccali C. Arterial pressure components and cardiovascular risk in end-stage renal disease // *Nephrol. Dial. Transplant.* — 2003. — Vol. 18. — P. 249-252.

12. Amar J., Vernier I., Rossignol E. et al. Nocturnal blood pressure and 24-hour pulse pressure are potent indicators of mortality in hemodialysis patients // *Kidney Int.* — 2000. — Vol. 57. — P. 2485-2491.

13. Tozawa M., Iseki K., Iseki C., Takishita S. Pulse pressure and risk of total mortality and cardiovascular events in patients on chronic hemodialysis // *Kidney Int.* — 2002. — Vol. 61. — P. 717-726.

14. Ishimitsu T., Nakano N., Sudo Y. et al. Predictive significance of blood pressure values for the incidence of cardiovascular events in chronic hemodialysis patients // *Hypertens. Res.* — 2008. — Vol. 31(9). — P. 1703-1709.

Получено 20.02.13 □

Марченко Т.В., Морозов Ю.О., Дементьева И.И., Вая Л.В. Федеральная державна бюджетна установа «Російський науковий центр хірургії імені академіка Б.В. Петровського» РАМН, лабораторія гемодіалізу, лабораторія експрес-діагностики, м. Москва

Marchenko T.V., Morozov Yu.A., Dementieva I.I., Vaya L.V. Federal State Budgetary Institution «Russian Scientific Center of Surgery named after B.V. Petrovsky» under Russian Academy of Medical Sciences, Moscow, Russia

ВПЛИВ НА ГЕМОДИНАМІЧНІ ПАРАМЕТРИ ПРОГРАМНОГО ГЕМОДІАЛІЗУ З ВИКОРИСТАННЯМ ДІАЛІЗУЮЧИХ РОЗЧИНІВ НА ОСНОВІ РІЗНИХ ОРГАНІЧНИХ І НЕОРГАНІЧНИХ КИСЛОТ

Резюме. Вивчено вплив діалізуючих розчинів на основі різних органічних і неорганічних кислот на стан гемодинаміки під час процедури програмного гемодіалізу. Не виявлено клінічно значущих порушень гемодинаміки при проведенні гемодіалізу з використанням діалізуючих розчинів, що містять як кислотний компонент різні органічні та неорганічні кислоти. Встановлено, що ці розчини по-різному впливають на системну гемодинаміку пацієнтів. Мінімальний негативний ефект має розчин, що містить янтарну кислоту. Варіюючи склад діалізного розчину, можна домогтися оптимальної корекції як підвищення, так і зниження параметрів центральної гемодинаміки в діалізних пацієнтів, запобігаючи тим самим розвитку в них серцево-судинних ускладнень.

Ключові слова: гемодіаліз, діалізуючі розчини, гемодинаміка.

INFLUENCE ON HEMODYNAMIC PARAMETERS OF LONG-TERM HEMODIALYSIS USING DIALYSIS FLUIDS BASED ON VARIOUS ORGANIC AND INORGANIC ACIDS

Summary. The effect of dialysis fluids based on various organic and inorganic acids on hemodynamics during long-term hemodialysis had been studied. There were no clinically significant hemodynamic disturbances during hemodialysis using dialysis fluids containing various organic and inorganic acids as the acid component. It is found that these fluids have different effects on systemic hemodynamics of patients. Solution containing succinic acid has minimal negative effect. By varying the composition of dialysis fluid, we can achieve optimal correction of both high and reduced central hemodynamic parameters in patients on dialysis, thus preventing them from developing cardiovascular complications.

Key words: hemodialysis, dialysis fluids, hemodynamics.