



ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Влияние длительности программного гемодиализа на параметры центральной и периферической гемодинамики у пациентов с терминальной почечной недостаточностью

М.А. Труханова¹, А.В. Орлов², В.В. Толкачева¹, С.В. Виллевальде¹, Ж.Д. Кобалава¹

¹Российский университет дружбы народов, Москва

²Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Цель. Изучить влияние длительности терапии программным гемодиализом (ГД) на параметры периферической и центральной гемодинамики в течение 44-часового междиализного интервала.

Материал и методы. У 68 пациентов с терминальной почечной недостаточностью (ТПН), получающих заместительную почечную терапию программным ГД, выполнено 44-часовое параллельное амбулаторное мониторирование АД в плечевой артерии и аорте в междиализный период при помощи валидированного осциллометрического прибора BPLab Vasotens. Результаты оценивали в зависимости от длительности программного ГД: 3-48 мес, 49-84 мес и более 84 мес.

Результаты. При увеличении длительности заместительной почечной терапии выявлено увеличение 44-часового периферического систолического АД (140 [123;142]; 146 [133;160], 150 [138;161] мм рт. ст. в трех группах, соответственно; $p < 0,05$ для тренда) и центрального систолического АД (123 [114;131]; 132 [119;146]; 139 [128;149] мм рт. ст.; $p < 0,05$ по сравнению с группой пациентов с наименьшей длительностью ГД). Периферическое диастолическое АД в зависимости от длительности заместительной почечной терапии не отличалось, в то время как центральное диастолическое АД возрастало с увеличением длительности лечения ГД. Пациенты с длительностью заместительной почечной терапии 3-48 мес характеризовались наименьшими значениями периферического и центрального пульсового АД. При сравнении АД в 1-й и 2-й междиализные дни

выявлено нарастание среднесуточного АД в группе пациентов с длительностью заместительной почечной терапии > 84 мес: периферического систолического АД — со 145 [133;157] до 156 [143;169] мм рт. ст. ($p < 0,05$), периферического диастолического АД — с 82 [76;88] до 85 [79;92] мм рт. ст. ($p < 0,05$), центрального систолического АД — со 136 [124; 147] до 143 [131; 156] мм рт. ст. ($p < 0,05$).

Заключение. У пациентов с ТПН по мере увеличения длительности лечения ГД наблюдается возрастание периферического и центрального систолического АД (за 44 ч, в 1-й и 2-й междиализные дни) и центрального диастолического АД. Наибольшее увеличение среднесуточных значений систолического и диастолического АД с первых до вторых суток междиализного периода наблюдалось у пациентов с длительностью лечения ГД более 84 мес.

Ключевые слова. Терминальная почечная недостаточность, программный гемодиализ, артериальная гипертензия, СМАД, центральное АД.

Клин. фармакол. тер., 2018, 27 (1), 22-26.

Артериальная гипертензия (АГ) у пациентов с терминальной почечной недостаточностью (ТПН) встречается часто и плохо контролируется. Диагностика и лечение АГ в этой популяции по-прежнему представляют собой сложную проблему. АД у пациентов с ТПН обычно измеряют в перидиализном периоде, т.е. до или после проведения диализа. Однако точность и воспроизводимость полученных результатов часто подвергается сомнению. Основным методом диагностики АГ у пациентов с ТПН на гемодиализе являет-

Адрес: 117292, г. Москва, ул. Вавилова, д. 61

ся 44-часовое суточное мониторирование АД (СМАД) в междиализном периоде [1-12].

На фоне значительных сдвигов в электролитном статусе и внутрисосудистом объеме (резкое уменьшение объема циркулирующей крови [ОЦК] сразу после процедуры гемодиализа и последующее прогрессивное увеличение ОЦК в междиализном периоде) наблюдается сложное поведение АД в течение суток, в периоды день/ночь или междиализные дни 1 и 2. Перегрузка объемом связана с развитием резистентной АГ. На регуляцию АД у пациентов с ТПН влияют также изменения сердечного выброса, увеличение артериальной жесткости, целевая постдиализная сухая масса тела, нагрузка натрием, состав раствора для проведения диализа, применение стимуляторов эритропоэза, режим антигипертензивной терапии. Исследования у пациентов с ТПН показали, что накопление жидкости в междиализном периоде влияет на вариабельность АД. При этом отмечается переход от ежедневного цикла вариабельности АД к циклам по 2-3 дня в зависимости от сеанса гемодиализа (ГД) [6,7].

В ряде исследований было продемонстрировано повышение артериальной жесткости пропорционально длительности терапии программным ГД, однако влияющие длительности лечения программным ГД на параметры АД в междиализном периоде не изучались. Не изучены также параметры центрального АД при амбулаторном мониторировании.

Целью исследования было изучение параметров периферической и центральной гемодинамики в междиализном периоде у пациентов с ТПН (в течение 44 ч) в зависимости от длительности лечения программным ГД.

Материал и методы

Исследование проводилось в отделении программного ГД городской клинической больницы г. Москвы, а протокол его был одобрен локальным этическим комитетом. Каждый пациент подписал информированное согласие на участие в исследовании. В исследование включали взрослых пациентов с ТПН, получающих терапию программным ГД. Критериями исключения были длительность терапии программным ГД менее 3 мес и постоянная форма фибрилляции предсердий. Индекс eKt/V составлял не менее 1,2 [8].

Клиническое измерение АД проводилось непосредственно перед началом сеанса программного ГД и в течение 10-20 мин после его окончания с использованием валидированного осциллометрического прибора (UA 787, AND, Япония), манжетку которого выбирали индивидуально для каждого пациента с учетом окружности плеча и надевали на свободную от артериовенозной фистулы руку. АД измеряли в положении сидя после не менее 10-минутного отдыха, а частоту сердечных сокращений (ЧСС) – при аускультации сердца в течение 1 мин после измерения АД.

Для суточного мониторирования АД (СМАД) на плечевой артерии и аорте использовали систему BPLab Vasotens (ООО “Петр Телегин”, Нижний Новгород), которая соответствует международным стандартам точности и валидирована для СМАД на плечевой артерии. Манжетку подбирали для каждого пациента индивидуально с учетом окружности плеча и накладывали на голое плечо таким образом, чтобы нижний край был выше локтевой ямки на 2 см. Манжетку

устанавливали на свободную от артериовенозной фистулы руку непосредственно после окончания сеанса ГД. Мониторирование продолжали непрерывно в течение всего междиализного периода (44 ч) с удовлетворительной переносимостью в дневные и ночные часы в амбулаторных условиях при обычном режиме труда и отдыха. Анализ результатов проводился при наличии не менее 85% успешных измерений. АД измеряли с интервалами 15 мин в период предполагаемого бодрствования (07:00 – 23:00) и 30 мин в период предполагаемого сна (23:01 – 06:59). При расшифровке параметров время сна и бодрствования корректировали индивидуально в соответствии с дневником пациента. Оценивали следующие показатели: среднее систолическое АД в течение суток (САД), в дневные (САДд) и ночные (САДн) часы; среднее диастолическое АД в течение суток (ДАД), в дневные (ДАДд) и ночные (ДАДн) часы; среднее пульсовое АД (ПАД) в течение суток, в дневное (ПАДд) и ночное (ПАДн) время в плечевой артерии и аорте (центральное АД – цАД). Данные параметры оценивали за весь период наблюдения в течение 44 ч и отдельно для 1-го и 2-го междиализных дней.

Результаты анализировали с использованием пакета программ Statistica 10,0. Результаты считали статистически значимыми при значениях $p < 0,05$. Средние величины представлены в виде Med (IQR) или $M \pm SD$.

Результаты

В исследование были включены 68 взрослых пациентов с ТПН, получающих терапию программным ГД (табл. 1). Курил 1 пациент. АГ была диагностирована у всех включенных в исследование пациентов. ТПН в исходе первичной патологии почки развилась у 68% пациентов, АГ и сахарного диабета – у 32%. Основными первичными почечными заболеваниями были гломерулонефрит ($n=16$; 23,5%), поликистоз почек ($n=7$; 10%), хронический пиелонефрит ($n=6$; 8,8%), подагра ($n=4$; 5,8%), мочекаменная болезнь ($n=4$; 5,8%); системные

ТАБЛИЦА 1. Характеристика пациентов (n=68)

Показатель	Значение
Мужчины, n (%)	31 (45)
Возраст, годы	58,3 [54,6; 61,6]
Индекс массы тела, кг/м ²	26,8 [25,3; 28,3]
Сухая масса тела, кг	75,3 [70,9; 79,7]
Сопутств./перенесенные заболевания, n (%)	
Сахарный диабет	14 (21)
Инфаркт миокарда	7 (10)
Инсульт	5 (7)
Стенокардия	18 (27)
Терапия, n (%)	
Ингибиторы АПФ	25 (37)
Блокаторы рецепторов ангиотензина II	4 (6)
Антагонисты кальция	36 (53)
Бета-адреноблокаторы	41 (60)
Антагонисты I ₁ -имидазолиновых рецепторов	11 (16)
Дезагреганты	31 (46)
Нитраты	9 (13)
Статины	17 (25)
Пероральные сахароснижающие препараты	6 (9)
Инсулин	6 (9)
Эритропоэтин	67 (99)
Препараты железа	56 (82)
Антипаратиреоидные препараты	61 (90)

Примечание: данные представлены как медианы (интерквартильный интервал), если не указано иное

ТАБЛИЦА 2. Клиническое АД до и после сеанса программного гемодиализа

Параметр	До сеанса ГД	После сеанса ГД
САД, мм рт. ст.	149 [141; 156]	148 [141; 156]
ДАД, мм рт. ст.	87 [82; 91]	89 [84; 93]
ПАД, мм рт. ст.	53 [45; 60]	51 [44; 58]
ЧСС в минуту	73 [69; 76]	77 [74; 81]*

Примечание: * $p < 0,05$ по сравнению с параметрами до сеанса программного ГД

ТАБЛИЦА 3. Характеристика групп пациентов, выделенных в зависимости от длительности терапии программным гемодиализом

	1-я группа (n=37)	2-я группа (n=16)	3-я группа (n=15)
Мужчины, n (%)	22 (59)	7 (44)	2 (13)
Возраст, годы	54,3 [48,7; 59,9]	64,6 [57,7; 71,5]*	61,2 [56,7; 65,7]**
Сухая масса тела, кг	74,2 [67,8; 80,7]	79,2 [70,4; 88,1]*	73,7 [64,2; 83,1]*
Индекс массы тела, кг/м ²	25,9 [24,4; 27,1]	27,9 [26,7; 29,4]	28,2 [25,3; 30,1]*

Примечания: * $p < 0,05$ по сравнению с 1-й группой; ** $p < 0,05$ по сравнению со 2-й группой

вакулиты (n=3; 4,4%); врожденная аномалия мочевыводящей системы (n=2; 2,9%). Регулярную антигипертензивную терапию получали 57 (83,8%) больных. У 14 (24,6%) пациентов проводилась монотерапия, а у 26 (45,6%), 12 (21,1%) и 5 (8,8%) – комбинированная терапия двумя, тремя и четырьмя антигипертензивными препаратами, соответственно (табл. 1). Значения систолического, диастолического и пульсового АД, измеренного до и после сеанса программного ГД, в общей группе пациентов достоверно не отличались (табл. 2).

Первоначально для изучения влияния длительности программного ГД пациенты были разделены на группы

ТАБЛИЦА 4. Показатели гемодинамики (мм рт. ст.) при 44-часовом мониторинге в зависимости от длительности терапии программным гемодиализом

	1-я группа (n=37)	2-я группа (n=16)	3-я группа (n=15)
САД	140 [123; 142]	146 [133; 160]*	150 [138; 161]**
САДд	138 [132; 149]	146 [131; 162]*	148 [137; 160]*
САДн	134 [128; 147]	142 [125; 158]*	140 [127; 153]
ДАД	80 [70; 79]	79 [70; 88]	82 [76; 89]
ДАДд	81 [76; 86]	82 [70; 94]	84 [78; 89]
ДАДн	77 [72; 82]	78 [67; 89]	78 [71; 84]
ПАД	59 [53; 66]	68 [59; 76]*	67 [56; 78]*
ПАДд	56 [50; 64]	68 [59; 77]*	67 [57; 78]*
ПАДн	55 [49; 65]	65 [58; 71]*	67 [55; 78]*
сСАД	123 [114; 131]	132 [119; 146]*	139 [128; 149]*
сСАДд	123 [114; 132]	133 [119; 147]*	139 [129; 150]**
сСАДн	122 [112; 132]	130 [116; 144]*	133 [120; 145]*
сДАД	77 [72; 81]	82 [71; 93]*	87 [81; 92]**
сДАДд	77 [73; 82]	83 [72; 95]*	87 [81; 93]**
сДАДн	74 [69; 79]	79 [69; 89]*	81 [75; 88]*
сПАД	46 [39; 54]	50 [41; 59]*	52 [42; 62]*
сПАДд	46 [38; 53]	50 [41; 59]*	52 [42; 63]*
сПАДн	48 [40; 56]	51 [41; 62]*	52 [42; 61]*

Примечания: * $p < 0,05$ по сравнению с 1-й группой; ** $p < 0,05$ по сравнению со 2-й группой

по квартилям. Учитывая отсутствие различий характеристик пациентов с длительностью заместительной почечной терапии 3-21 мес и 22-48 мес, эти две группы были объединены в одну. В последующем анализ проводили в трех группах: 1-я – длительность заместительной почечной терапии 3-48 мес (n=37, 54%), 2-я – 49-84 мес (n=16, 24%) и 3-я – более 84 мес (n=15, 21%) (табл. 3). Третья группа была представлена, в основном, женщинами; пациенты этой группы были старше и имели более высокий индекс массы тела.

Увеличение длительности заместительной почечной терапии ассоциировалось с повышением периферического 44-часового САД, а также САДд и САДн (при отсутствии достоверных различий между 2-й и 3-й группами) (табл. 4). Подобные закономерности наблюдались и для центрального САД, которое возрастало с увеличением длительности терапии ГД.

В 1-й междуализный день значения периферического и центрального САД, САДд, САДн были выше у пациентов с длительностью заместительной почечной терапии более 48 мес. При этом они достоверно не отличались у больных, получавших лечение ГД в течение 49-84 мес и более 84 мес (табл. 5). Во 2-й междуализный день различия между группами по уровням САД, САДд и САДн в зависимости от длительности ГД сохранялись, а различия между 2-й и 3-й группами достигли статистической значимости (табл. 6).

Значения периферического ДАД, ДАДд и ДАДн при мониторинге за 44 ч и в каждый из междуализных дней в зависимости от длительности ГД не отличались, за исключением более высокого ДАД у пациентов с длительностью ГД более 84 мес во 2-й междуализный день. Напротив, при анализе центрального ДАД (за 44 ч, в 1-й и 2-й междуализный дни) выявлено его нарастание по мере увеличения длительности терапии ГД.

ТАБЛИЦА 5. Показатели гемодинамики (мм рт. ст.) в 1-й междуализный день в зависимости от длительности терапии программным гемодиализом

	1-я группа (n=37)	2-я группа (n=16)	3-я группа (n=15)
САД	138 [129; 147]	148 [133; 160]*	145 [133; 157]*
САДд	137 [127; 146]	148 [131; 162]*	148 [136; 160]*
САДн	134 [122; 146]	142 [125; 158]*	141 [126; 157]*
ДАД	80 [75; 85]	80 [70; 88]	82 [76; 88]
ДАДд	82 [76; 87]	81 [70; 94]	83 [76; 90]
ДАДн	77 [71; 83]	77 [67; 89]	77 [70; 84]
ПАД	58 [51; 65]	68 [59; 76]*	64 [53; 74]**
ПАДд	55 [48; 62]	68 [59; 77]*	64 [53; 75]*
ПАДн	56 [46; 66]	65 [58; 71]*	64 [52; 76]*
сСАД	123 [113; 133]	134 [117; 151]*	136 [124; 147]*
сСАДд	123 [113; 132]	135 [119; 151]*	136 [125; 148]*
сСАДн	123 [112; 134]	132 [112; 153]*	132 [119; 146]*
сДАД	77 [72; 83]	84 [70; 97]*	85 [79; 91]*
сДАДд	79 [74; 84]	86 [73; 100]*	86 [79; 92]*
сДАДн	75 [68; 81]	81 [66; 97]*	82 [74; 90]*
сПАД	45 [38; 53]	50 [40; 61]*	51 [40; 61]*
сПАДд	44 [37; 52]	49 [39; 60]*	51 [40; 61]*
сПАДн	49 [40; 57]	51 [38; 64]	51 [41; 60]

Примечания: * $p < 0,05$ по сравнению с 1-й группой; ** $p < 0,05$ по сравнению со 2-й группой

ТАБЛИЦА 6. Показатели гемодинамики (мм рт. ст.) во 2-й междиализный день в зависимости от длительности терапии программным гемодиализом

	1-я группа (n=37)	2-я группа (n=16)	3-я группа (n=15)
САД	142 [133; 151]	149 [134; 164]*	156 [143; 169]**
САДд	139 [130; 147]	149 [135; 164]*	157 [145; 170]**
САДн	134 [123; 144]	142 [119; 165]*	149 [116; 182]**
ДАД	81 [76; 86]	80 [71; 90]	85 [79; 92]**
ДАДд	81 [76; 86]	81 [71; 90]	86 [79; 93]
ДАДн	78 [74; 83]	78 [63; 94]	82 [64; 100]
ПАД	61 [54; 69]	69 [59; 79]*	71 [59; 84]**
ПАДд	66 [49; 63]	69 [59; 79]	71 [59; 823]
ПАДн	55 [47; 64]	64 [50; 78]	67 [45; 90]
цСАД	129 [119; 140]	135 [121; 149]*	143 [131; 156]**
цСАДд	129 [119; 139]	135 [119; 151]*	143 [130; 156]**
цСАДн	129 [117; 142]	132 [117; 147]	152 [128; 176]**
цДАД	80 [74; 86]	83 [72; 95]	88 [83; 94]**
цДАДд	80 [74; 87]	85 [72; 98]*	88 [83; 94]*
цДАДн	79 [72; 86]	83 [69; 97]	94 [73; 115]**
цПАД	49 [41; 57]	52 [42; 61]	55 [43; 67]**
цПАДд	49 [41; 57]	51 [40; 61]	55 [42; 67]**
цПАДн	50 [41; 59]	49 [40; 59]	59 [33; 85]**

Примечание: * $p < 0,05$ по сравнению с 1-й группой; ** $p < 0,05$ по сравнению со 2-й группой

Пациенты с длительностью заместительной почечной терапии 3-48 мес характеризовались наименьшими значениями периферического и центрального ПАД, ПАДд и ПАДн за 44 ч и в каждый из междиализных дней.

Мы сопоставили параметры гемодинамики в 1-й и 2-й междиализный день у пациентов каждой группы. У пациентов с длительностью заместительной почечной терапии 3-48 мес значения САД во 2-й междиализный день были выше, чем в 1-й (142 [133; 151] и 138 [129; 147] мм рт. ст., $p < 0,05$). По остальным параметрам различий не выявлено. У пациентов с длительностью заместительной почечной терапии 49-84 мес гемодинамические параметры в междиализные дни не отличались. У пациентов с длительностью заместительной почечной терапии более 84 мес значения периферического и центрального САД и ПАД во 2-й междиализный день были выше, чем в 1-й (табл. 7). Достоверное увеличение центрального САД в междиализный период наблюдалось также у пациентов с наименьшей длительностью заместительной почечной терапии: от 123 [113; 133] до 129 [119; 140] мм рт. ст. ($p < 0,05$).

Обсуждение

С учетом высокого сердечно-сосудистого риска и сердечно-сосудистой смертности у пациентов, получающих лечение программным ГД, в настоящее время активно обсуждается роль не только доказанных для данной популяции “уремических” факторов риска, но и таких факторов, как возраст, пол, генез ТПН, регулярность проводимых сеансов ГД и соблюдение диеты. В литературе имеются данные о повышении уровня АД пропорционально времени от окончания сеанса ГД (в среднем на 4 мм рт. ст. каждые 10 ч) [13], однако факторы, определяющие подобную динамику АД, не определены. Обсуждается роль перегрузки объемом и

ТАБЛИЦА 7. Показатели гемодинамики (мм рт. ст.) у пациентов с длительностью терапии программным гемодиализом более 84 мес

	День 1	День 2
САД	145 [133; 157]	156 [143; 169]*
САДд	148 [136; 160]	157 [145; 170]*
САДн	141 [126; 157]	149 [116; 182]*
ДАД	82 [76; 88]	85 [79; 92]
ДАДд	83 [76; 90]	86 [79; 93]
ДАДн	77 [70; 84]	82 [64; 100]
ПАД	64 [53; 74]	71 [59; 84]*
ПАДд	64 [53; 75]	71 [59; 82]*
ПАДн	64 [52; 76]	67 [45; 90]
цСАД	136 [124; 147]	143 [131; 156]*
цСАДд	136 [125; 148]	143 [130; 156]*
цСАДн	132 [119; 146]	152 [128; 176]*
цДАД	85 [79; 91]	88 [83; 94]
цДАДд	86 [79; 92]	88 [83; 94]
цДАДн	82 [74; 90]	94 [73; 115]*
цПАД	51 [40; 61]	55 [43; 67]*
цПАДд	51 [40; 61]	55 [42; 67]*
цПАДн	51 [41; 60]	59 [33; 85]*

Примечание: * $p < 0,05$ между показателями в день 1 и день 2

электролитных нарушений как одного из важных факторов патогенеза АГ у пациентов ТПН. Тем не менее, отношения между увеличением массы тела между двумя процедурами гемодиализа и АГ противоречивы. В некоторых исследованиях установлено, что увеличение внутрисосудистого объема влияет на АД в междиализные промежутки времени, в то время как другие исследования не выявили этой связи.

Проведение 44-часового СМАД позволяет получить более точную и подробную информацию о контроле АГ и влиянии АД на сердечно-сосудистую смертность по сравнению с клиническим АД [9,10]. Целью настоящего исследования было изучение влияния длительности терапии программным ГД на динамику АД за весь 44-часовой междиализный период и отдельно в 1-й и 2-й междиализные дни. Используя СМАД, R. Aragwal [14] отметил, что АД снижалось после процедуры гемодиализа в течение первой ночи, в то время как утром следующего дня оно достигало додиализного уровня и не снижалось в течение второй ночи. M. Altau и соавт. также выявили достоверное снижение АД после сеанса гемодиализа, которое было максимально выраженным через 16 ч после процедуры, с последующим повышением на 2-й день и возвратом к исходным значениям через 44 ч после процедуры [15].

Мы наблюдали достоверно более высокие значения САД во 2-й междиализный день у пациентов с длительностью заместительной почечной терапии 3-18 мес. Наибольшее увеличение среднесуточных значений САД и ДАД с первых до вторых суток междиализного периода наблюдалось у пациентов с длительностью лечения ГД более 84 мес.

Известно, что повышенная жесткость стенки аорты у пациентов с ТПН является независимым фактором развития сердечно-сосудистых осложнений [16,17], а центральное АД рассматривается как сильный предиктор

сердечно-сосудистой смертности [18]. Отмечено, что смерть и сердечно-сосудистые осложнения чаще всего возникают в последние часы перед проведением следующей процедуры гемодиализа [19-21], а 3-дневный междиализный интервал повышает данный риск [22,23], причем увеличение значения центрального АД на 3-й день междиализного периода может достигать 30% [24].

В нашем исследовании выявлены взаимосвязи уровня центрального АД с длительностью терапии программным ГД. По мере увеличения длительности заместительной почечной терапии наблюдается возрастание центрального САД (за 44 час, в 1-й и 2-й междиализные дни) и центрального ДАД. Наибольшее увеличение среднесуточных значений САД и ДАД с первых до вторых суток междиализного периода наблюдалось у пациентов с длительностью лечения ГД более 84 мес.

Таким образом, СМАД может служить инструментом оценки суточной вариабельности АД у пациентов с ТПН на ГД, а измерение центрального АД может помочь в определении показателей жесткости стенки аорты [25] и, соответственно, общего сердечно-сосудистого риска, который повышается по мере увеличения длительности заместительной почечной терапии у данной категории пациентов.

1. Minutolo R, Gabbai FB, Agarwal R, et al. Assessment of achieved clinic and ambulatory blood pressure recordings and outcomes during treatment in hypertensive patients with CKD: a multicenter prospective cohort study. *Am J Kidney Dis* 2014;64:744-52.
2. Agarwal R, Flynn J, Pogue V, et al. Assessment and management of hypertension in patients on dialysis. *J Am Soc Nephrol* 2014;25:1630-46.
3. Agarwal R. Epidemiology of interdialytic ambulatory hypertension and the role of volume excess. *Am J Nephrol* 2011;34:381-90.
4. Agarwal R. Home and ambulatory blood pressure monitoring in chronic kidney disease. *Curr Opin Nephrol Hypertens* 2009;18:507-12.
5. Liu W, Niu J, Dai C, Yang J. Poor agreement between dialysis unit blood pressure and interdialytic ambulatory blood pressure. *J Clin Hypertens (Greenwich)* 2014;16(10):701-6.
6. Solak Y, Karo K, Covic A, et al. Clinical value of ambulatory blood pressure: Is it time to recommend for all patients with hypertension? *Clin Exp Nephrol* 2016;20(1):14-22.
7. Agarwal R. Blood pressure and mortality among hemodialysis patients. *Hypertension* 2010;55:762-8.
8. Zoccali C, Tripepi R, Torino C, et al. Moderator's view: Ambulatory blood pressure monitoring and home blood pressure for the prognosis, diagnosis and treatment of hypertension in dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2015;30:1443-8.
9. Liu W, Ye H, Tang B, et al. Comparison of 44-hour and fixed 24-hour ambulatory blood pressure monitoring in dialysis patients. *J Clin Hypertens (Greenwich)* 2014;16(1):63-9.
10. Ekart R, Kanič V, Pečovnik Balon B, et al. Prognostic value of 48-hour ambulatory blood pressure measurement and cardiovascular mortality in hemodialysis patients. *Kidney Blood Press Res* 2012;35(5):326-31.
11. Кутырина И.М., Швецов М.Ю., Фомин В.В. и др. Диагностика и лечение артериальной гипертензии при хронической болезни почек. 2014, <http://non.ru/wp-content/uploads/2013/11/Клинические-рекомендации-по-лечению-АГ-при-ХБП-ГЕОТАР-последние.pdf>.
12. Jrdine AG. Con: Ambulatory blood pressure measurement in patients receiving haemodialysis: a sore arm and a waste of time? *Nephrol Dial Transplant* 2015;30(9):1438-41.
13. Agarwal R, Light RP. Chronobiology of arterial hypertension in hemodialysis patients: Implications for home blood pressure monitoring. *Am J Kidney Dis* 2009;54:693-701.
14. Aragwal R. Role of home blood pressure monitoring in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 1999;33:682-7.
15. Altay M, Duranay M, Tekeli N, et al. The relation between volume load and blood pressure in hemodialysis patients. *Eur J Gen Med*, 2008;5(2):74-9.
16. Blacher J, Guerin AP, Pannier B et al. Impact of aortic stiffness on survival in end-stage renal disease. *Circulation* 1999;99:2434-9.
17. London GM, Blacher J, Pannier B, et al. Arterial wave reflections and survival in end-stage renal failure. *Hypertension* 2001;38:434-8.

18. Safar ME, Blacher J, Pannier B, et al. Central pulse pressure and mortality in end-stage renal disease. *Hypertension* 2002;39:735-8.
19. Foley RN, Gilbertson DT, Murray T, et al. Long interdialytic interval and mortality among patients receiving hemodialysis. *N Engl J Med* 2011;365:1099-107.
20. Krishnasamy R, Badve SV, Hawley CM, et al. Daily variation in death in patients treated by long-term dialysis: comparison of in-center hemodialysis to peritoneal and home hemodialysis. *Am J Kidney Dis* 2013;61:96-103.
21. Zhang H, Schaubel DE, Kalbfleisch JD, et al. Dialysis outcomes and analysis of practice patterns suggests the dialysis schedule affects day-of-week mortality. *Kidney Int* 2012;81:1108-15.
22. Flythe JE, Lacson E. Outcomes after the long interdialytic break: implications for the dialytic prescription. *Semin Dial* 2012;25:1-8.
23. Georgianos PI, Sarafidis PA. Pro: should we move to more frequent hemodialysis schedules? *Nephrol Dial Transplant* 2015;30:18-22.
24. Georgianos PI, Sarafidis PA, Haidich AB, et al. Diverse effects of interdialytic intervals on central wave augmentation in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2013;28:2160-9.
25. Baumann M, Wassertheurer S, Suttman Y, et al. Aortic pulse wave velocity predicts mortality in chronic kidney disease stages 2-4. *J Hypertens* 2014;32:899-903.

The effects of duration of hemodialysis on the parameters of central and peripheral hemodynamics in patients with end-stage renal disease

M.A. Trukhanova, A.V. Orlov, V.V. Tolkacheva, S.V. Villevalde, Zh.D. Kobalava

Aim. To assess the effect of duration of treatment with hemodialysis (HD) on parameters of peripheral and central hemodynamics during the 44-h intradialytic period.

Material and methods. We performed 44-h ambulatory blood pressure monitoring (ABPM) during the interdialytic period in 68 adults with end-stage renal disease (ESRD) on maintenance HD. Blood pressure (BP) was measured in the brachial artery and aorta using a validated oscillometric device and was analyzed according to the HD duration: 3 to 48 months, 49 to 84 months or more than 84 months.

Results. A longer treatment with HD was associated with an increase in peripheral 44-h systolic BP (SBP) (140 [123;142]; 146 [133;160], 150 [138;161] mm Hg, respectively; $p < 0.05$ for a trend) and central 44-h SBP (123 [114;131]; 132 [119;146]; 139 [128;149] mm Hg; $p < 0.05$). Peripheral 44-h diastolic BP (DBP) did not depend on the duration of HD, while the central DBP increased with a longer HD duration. Patients with the short duration of HD (3 to 48 months) had the lowest peripheral and central pulse BP. BP increased from Day 1 to Day 2 of intradialytic period in patients with HD duration of > 84 months: peripheral SBP increased from 145 [133;157] to 156 [143;169] mm Hg ($p < 0.05$), peripheral DBP increased from 82 [76;88] to 85 [79;92] mm Hg ($p < 0.05$), and central SBP increased from 136 [124; 147] to 143 [131; 156] mm Hg ($p < 0.05$).

Conclusion. In patients with ESRD, a longer duration of treatment with HD was associated with an increase in the peripheral and central SBP (44-h, for Day 1 to Day 2 of intradialytic days 1 and 2) and central DBP. The greatest increase of BP from the first to the second intradialytic day was observed in patients with duration of treatment of more than 84 months.

Key words. End-stage renal disease (ESRD), hemodialysis, arterial hypertension, ABPM, central blood pressure.

Clin. Pharmacol. Ther., 2018, 27 (1), 22-26.