

**Е.А. Праскурничий\*<sup>1</sup>, И.Е. Минюхина<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> — ФБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения, Москва, Россия

<sup>2</sup> — ФБУ ЗО «Приволжский окружной медицинский центр» Федерального медико-биологического агентства России, Нижний Новгород, Россия

# ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСУДИСТОЙ ЖЕСТКОСТИ И ПРОЦЕССА РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА ПРИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ У БОЛЬНЫХ, ПОЛУЧАЮЩИХ ЗАМЕСТИТЕЛЬНУЮ ПОЧЕЧНУЮ ТЕРАПИЮ

**E.A. Praskurnichiy\*<sup>1</sup>, I.E. Minyukhina<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> — Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education «Russian Medical Academy of Continuous Professional Education» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia

<sup>2</sup> — Volga District Medical Center, Nizhniy Novgorod, Russia

# PERFORMANCE OF THE VASCULAR STIFFNESS INDICATORS AND THE PROCESS OF LEFT VENTRICLE REMODELING IN HYPERTENSIVE PATIENTS UNDER RENAL REPLACEMENT THERAPY

**Резюме**

**Цель исследования** — сравнительная характеристика показателей сосудистой жесткости и процесса ремоделирования левого желудочка у пациентов с артериальной гипертензией, получающих заместительную почечную терапию, и лиц с эссенциальной гипертензией. **Материал и методы.** В исследование включено 158 человек, которые были разделены на группу 32 больных, получающих процедуры программного гемодиализа, группу 37 реципиентов почечного трансплантата, группу сравнения — 69 пациентов с эссенциальной артериальной гипертензией и группу контроля, которую составили 20 здоровых добровольцев. Всем пациентам проводилось суточное мониторирование АД с оценкой параметров жесткости сосудов и аортального давления. Определялись средние суточные, дневные и ночные значения систолического и диастолического артериального давления, пульсового артериального давления, центрального артериального давления, скорости пульсовой волны в аорте, времени распространения отраженной волны (Reflected Wave Transit Time) и индекса времени нормальной скорости пульсовой волны в аорте (Pulse Time Index of Norm) в течение всех суток, днем и ночью, а также степень снижения систолического и диастолического артериального давления. Кроме того, всем включенным в исследование проводилась эхокардиография в М- и В-модальном режимах. **Результаты.** Группы пациентов на программном гемодиализе и после трансплантации почки по параметрам центрального и периферического артериального давления достоверно не различались. При сравнении групп пациентов на заместительной почечной терапии с группой эссенциальной артериальной гипертензии офисные значения систолического и диастолического артериального давления значимо не отличались, однако в ночные часы были выявлены достоверно более высокие значения диастолического и центрального артериального давления, а у пациентов после трансплантации почки также ночного систолического и ночного пульсового артериального давления. Повышение значений скорости пульсовой волны в аорте более 10 м/с было выявлено только в группах пациентов с хронической почечной недостаточностью. Во всех группах с артериальной гипертензией все показатели суточной сосудистой жесткости достоверно отличались от группы здоровых. PTIN (Pulse Time

\*Контакты: Евгений Аркадьевич Праскурничий, e-mail: praskumichy@mail.ru

\*Contacts: Eugeny A. Praskurnichiy, e-mail: praskumichy@mail.ru

Index of Norm) в исследуемых группах отличался более наглядно: у здоровых добровольцев он был в диапазоне 80-90%, у пациентов с эссенциальной артериальной гипертензией — 50-60%, а у пациентов на программном гемодиализе и после трансплантации почки — 20-40%. Во всех группах пациентов с артериальной гипертензией средняя толщина межжелудочковой перегородки и задней стенки левого желудочка были близки к верхней границе нормы. В группах пациентов с артериальной гипертензией было также выявлено увеличение относительной толщины стенок левого желудочка. В обеих группах пациентов, получающих заместительную почечную терапию, было выявлено увеличение индекса массы миокарда левого желудочка по сравнению с нормативными параметрами ( $\leq 116$  г/м<sup>2</sup> у мужчин и  $\leq 96$  г/м<sup>2</sup> у женщин). Систолическая функция левого желудочка и размеры полостей левого желудочка были в пределах нормальных значений во всех обследованных группах. Кроме того, у пациентов на программном гемодиализе по сравнению с эссенциальной артериальной гипертензией регистрировался достоверно больший конечный диастолический размер левого желудочка, а у пациентов после трансплантации почки — большая толщина задней стенки левого желудочка. Между группами пациентов на программном гемодиализе и после трансплантации почки достоверные отличия были выявлены в значениях индекса массы миокарда левого желудочка, толщине межжелудочковой перегородки и конечном систолическом размере левого желудочка. Кроме того, во всех группах пациентов с артериальной гипертензией регистрировалась тенденция к сферификации левого желудочка по сравнению с группой нормы, причем в группе эссенциальной артериальной гипертензией она была более выраженной по сравнению с группой артериальной гипертензией, ассоциированной с хронической почечной недостаточностью. **Заключение.** У лиц с артериальной гипертензией, получающих заместительную почечную терапию, регистрируются более высокие значения среднесуточной скорости пульсовой волны в аорте, центрального давления и более длительный период повышения скорости пульсовой волны в аорте в течение суток, более высокие показатели жесткости сосудистой стенки, и менее выраженная сферификация левого желудочка, чем у пациентов с эссенциальной артериальной гипертензией при сопоставимых значениях офисного артериального давления.

**Ключевые слова:** трансплантация почки, гемодиализ, скорость пульсовой волны, суточное мониторирование артериального давления, PTIN

### Конфликт интересов

Авторы заявляют, что данная работа, её тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов

### Источники финансирования

Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования

Статья получена 03.06.2019 г.

Принята к публикации 15.08.2019 г.

**Для цитирования:** Праскурничий Е.А., Минюхина И.Е. ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСУДИСТОЙ ЖЕСТКОСТИ И ПРОЦЕССА РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА ПРИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ У БОЛЬНЫХ, ПОЛУЧАЮЩИХ ЗАМЕСТИТЕЛЬНУЮ ПОЧЕЧНУЮ ТЕРАПИЮ. Архивъ внутренней медицины. 2019; 9(5): 391-398. DOI: 10.20514/2226-6704-2019-9-5-391-398

### Abstract

**Objective.** The objective of our study was to compare the performance of vascular stiffness (VS) and the left ventricular (LV) remodeling process indicators in patients with arterial hypertension (AH) under renal replacement therapy (RRT), and patients with essential hypertension.

**Design and methods.** 158 people were included in the study, divided into 4 comparable age groups: 32 patients receiving programmed hemodialysis (PH), 37 recipients of renal transplant (RT), 69 patients with essential AH and 20 healthy volunteers. All the patients underwent 24-hour blood pressure (BP) monitoring with an assessment of VS and central BP (SBPao) and echocardiography (EchoCG). **Results.** The patients under PH and after RT did not have any significant differences in the values of central and peripheral BP. Comparing the groups of patients under RRT with the group of essential AH, the office systolic (SBP) and diastolic (DBP) BP values did not differ significantly. Although, at night, considerably higher DBP(n) and SBPao(n) values were detected in patients under RRT, and in the patients after RT SBP(n) and PP(n) values were also increased. An increase in the SBPao values of more than 10 m/sec was detected only in the groups of patients under RRT. In all the groups with hypertension all indicators of daily VS differed significantly from the group of healthy volunteers. PTIN (Pulse Time Index of Norm) in the studied groups had more evident differences: in the healthy volunteers it was in the range of 80-90%, in the patients with essential hypertension — 50-60%, and in the patients under PH and after RT — 20-40%. In all groups of patients with AH, the average the posterior wall thickness (PWT) of the LV and the interventricular septum thickness (IVST) were close to the upper limit of the norm. In the groups of patients with AH an increase in the relative wall thickness (RWT) of the LV was also detected. Furthermore, considerably higher the values of ILVmass, IVST were found in the group of patients on PH in comparison with the patients after RT. In addition, in all the groups of patients with AH, there was a tendency to LV spherification in comparison with the healthy volunteers, and in the group of essential AH the difference was more pronounced compared with the group under RRT.

**Conclusion.** In the patients with arterial hypertension who undergo renal replacement therapy, higher average values of central BP, higher vascular stiffness (daily pulse wave velocity in the aorta and a longer period of pulse wave velocity increase in the aorta during the day (PTIN)) and less pronounced left ventricular spherification are recorded in comparison with the patients with essential hypertension while office BP values remained consistent.

**Key words:** renal transplantation, program hemodialysis, vascular stiffness, pulse wave velocity, 24-hour blood pressure monitoring, PTIN

### Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests

### Source of financing

The authors states that no finding for the study has been received

Article received on 03.06.2019 г.

Accepted for publication on 15.08.2019 г.

**For citation:** Praskurnichiy E.A., Minyukhina I.E. PERFORMANCE OF THE VASCULAR STIFFNESS INDICATORS AND THE PROCESS OF LEFT VENTRICLE REMODELING IN HYPERTENSIVE PATIENTS UNDER RENAL REPLACEMENT THERAPY. The Russian Archives of Internal Medicine. 2019; 9(5): 391-398. [In Russian]. DOI: 10.20514/2226-6704-2019-9-5-391-398

Aix — индекс аугментации, PTIN — Pulse Time Index of Norm (индекс времени нормальной скорости пульсовой волны в аорте) RWTT — Reflected Wave Transit Time (время распространения отраженной волны), АГ — артериальная гипертензия, АД — артериальное давление, ГЛЖ — гипертрофия левого желудочка, (д) — среднедневные значения, ДАД — диастолическое артериальное давление, ЗПТ — заместительная почечная терапия, иАПФ — ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента, ИММЛЖ — индекс массы миокарда левого желудочка, КДР — конечный диастолический размер левого желудочка, КСР — конечный систолический размер левого желудочка, ЛЖ — левый желудочек, ММЛЖ — масса миокарда левого желудочка, (н) — средненочные значения, ОТС — относительная толщина стенок левого желудочка, ПАД — пульсовое артериальное давление, ПГ — программный гемодиализ, (с) — среднесуточные значения, САД — систолическое артериальное давление, САД<sub>до</sub> — центральное артериальное давление, СЖ — сосудистая жесткость, СКФ — скорость клубочковой фильтрации, СМАД — суточное мониторирование артериального давления, СПВ<sub>ао</sub> — скорость пульсовой волны в аорте, ССО — сердечно-сосудистые осложнения, ТЗСАЖ — толщина задней стенки левого желудочка, ТМЖП — толщина межжелудочковой перегородки, ТП — трансплантация почки, ФВ — фракция выброса, ХПН — хроническая почечная недостаточность, ЭхоКГ — эхокардиография

## Введение

Проблема ранней и неинвазивной диагностики поражения органов-мишеней при артериальной гипертензии (АГ) остается крайне актуальной. Определение скорости пульсовой волны в аорте (СПВ<sub>ао</sub>) рассматривается в качестве одного из методов, который может использоваться с данной целью [1-3]. При этом помимо традиционной одномоментной регистрации каротидно-фemorальной СПВ<sub>ао</sub> открылась возможность проводить 24-часовую оценку сосудистой жесткости (СЖ) осциллометрическим методом [4-6]. Важно, что изучение колебаний и среднесуточных значений СПВ<sub>ао</sub> позволяет получить более полную характеристику состояния сосудистой стенки, чем однократные измерения. В настоящее время известны результаты исследования суточных показателей СЖ методом одноманжеточной осциллометрии у здоровых добровольцев и пациентов с эссенциальной АГ [7-9]. У пациентов, получающих процедуры программного гемодиализа (ПГ) и у больных после трансплантации почки (ТП) особенности изменения суточной СЖ остаются малоизученными. Вместе с тем, среди данного контингента больных именно сердечно-сосудистые осложнения (ССО) в настоящее время занимают лидирующие позиции среди причин смертности [10, 11], в связи с чем своевременная идентификация признаков поражения сосудистой стенки является весьма важным в контексте инициации мер по предотвращению прогрессирования ССО и увеличению продолжительности жизни.

## Цель исследования

Провести сравнительную характеристику показателей сосудистой жесткости и процесса ремоделирования левого желудочка у пациентов с артериальной гипертензией, получающих заместительную почечную терапию, и лиц с эссенциальной гипертензией.

## Материал и методы

В исследование было включено 158 человек. Основные две группы составили пациенты с вторичной почечно-паренхиматозной АГ и терминальной хронической почечной недостаточностью (ХПН)

(СКФ <15 мл/мин): 32 пациента (18 мужчин и 14 женщин) на ПГ в возрасте 34,4 [25,5;48] лет (средний стаж ПГ 24 [9;52] месяца) и 37 реципиентов почечного трансплантата (18 мужчин и 19 женщин) в возрасте 39 [32;46] лет (среднее время после операции 19 [10;36] месяцев, средняя продолжительность предшествующего диализного периода 24 [8;48] месяца). Группы сравнения составили: 69 пациентов с эссенциальной АГ, подобранные методом пар к пациентам с нефрогенной АГ (учитывался пол, возраст, степень и длительность АГ, офисные значения АД и наличие антигипертензивной терапии), и 20 человек здоровых добровольцев (16 мужчин и 4 женщины) — контрольная группа. Группы обследованных были сопоставимы по возрасту, принимая во внимание доказанный еще в 1964 г. Н.Н. Савицким факт, что только возраст убедительно влияет на показатели СЖ и у здоровых и у больных лиц [12]. Критериями исключения для всех групп пациентов стали: индекс массы тела > 30 кг/м<sup>2</sup> (в связи со снижением качества записи осциллометрической кривой при увеличении толщины мягких тканей над плечевой артерией), нестабильное клиническое состояние, сахарный диабет, нарушения ритма сердца (фибриляция и трепетание предсердий, частая суправентрикулярная и желудочковая экстрасистолия), подтвержденная ишемическая болезнь сердца, хроническая сердечная недостаточность II-IV ФК, выраженная дислипидемия, острые воспалительные заболевания, обострение хронических заболеваний, онкологические заболевания, заболевания щитовидной железы, системные заболевания соединительной ткани, профессиональное занятие спортом в анамнезе и беременность. Дополнительными критериями исключения для пациентов с ХПН выступали перенесенная ТП в анамнезе, хроническое отторжение трансплантата, некорректированные нарушения фосфорно-кальциевого метаболизма. Антигипертензивную терапию, включающую ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента (иАПФ), β-адреноблокаторы, антагонисты кальция и препараты центрального действия (моксонидин), получали 21 человек на ПГ, 34 реципиента почечного трансплантата и 55 человек с эссенциальной АГ. После ТП все обследуемые получали также иммуносупрессивную терапию. Всем пациентам проводилось суточное мониторирование АД (СМАД) с помощью портативного автоматического монитора

«BPLab» с оценкой параметров жесткости сосудов и аортального давления (САД<sub>ао</sub>) по технологии Vasotens (ООО «Петр Телегин», Н. Новгород). Пациентам на ПГ измерения проводились в междиализный период. АД регистрировалось в автоматическом режиме осциллометрическим методом на плечевой артерии в течение 22-24 часов, на фоне обычной двигательной активности пациентов с интервалом между измерениями 20 минут днем и 40 минут ночью. В течение всего периода мониторинга обследуемые заполняли дневник, в котором отражали продолжительность и качество ночного сна, уровни физической и эмоциональной активности, употребление пищи, принятие лекарств, курение и изменения самочувствия. Исследование считалось информативным, если число успешных измерений АД составило не менее 70% из всех запланированных измерений в течение суток, или не менее 21 измерения днем и не менее 7 измерений во время сна [13]. Показатели САД<sub>ао</sub> и СЖ были получены с помощью постобработки осциллометрической кривой с плечевой артерии с помощью математических алгоритмов, заложенных в программу Vasotens (BPLab, Н.Новгород). Определялись средние суточные (с), дневные (д) и ночные (н) значения систолического и диастолического АД (САД(с), САД(д), САД(н), ДАД(с), ДАД(д), ДАД(н)), пульсового АД (ПАД(с), ПАД(д), ПАД(н)), центрального артериального давления (САД<sub>ао</sub>(с), САД<sub>ао</sub>(д), САД<sub>ао</sub>(н)), скорости пульсовой волны в аорте (СПВ<sub>ао</sub>(с), СПВ<sub>ао</sub>(д), СПВ<sub>ао</sub>(н)), времени распространения отраженной волны (Reflected Wave Transit Time) (RWTT(с), RWTT(д), RWTT(н)), индекса аугментации (Aix) и индекса времени нормальной скорости пульсовой волны в аорте (Pulse Time Index of Norm) в течение всех суток, днем и ночью (PTIN(с), PTIN(д), PTIN(н)), а также степень снижения систолического и диастолического АД. Контроль качества каждого измерения АД в течение суток проводился на основе визуальной оценки осциллометрических кривых на экране клинического отчета. Для расчета амбулаторной СПВ<sub>ао</sub> и связанных с ней индексов всем пациентам измерялось расстояние между яремной ямкой и верхним краем лобкового симфиза — анатомическая дистанция «Jugulum — Symphysis» (проекция длины аорты). Оценка САД<sub>ао</sub> производилась путем построения кривой усредненной формы пульсации в восходящей аорте на основании кривой изменения давления в плечевой артерии с помощью прямого и обратного преобразования Фурье и передаточной функции, разработанной O'Rourke и соавторами на основании сопоставления прямого инвазивного измерения АД в аорте и плечевой артерии, а также с помощью заложенных в программе Vasotens математических алгоритмов [14]. В настоящее время не вызывает сомнения, что величина центрального АД лучше коррелирует с выраженностью гипертрофии левого желудочка (ЛЖ) и сердечно-сосудистыми исходами [7, 15, 16]. В связи с чем ее определение

является предпочтительным при ведении гипертонивных пациентов.

Индекс PTIN рассчитывался по формуле:

$$PTIN, \% = (\Sigma T_k) / T_m * 100,$$

где  $\Sigma T_k$  — сумма всех временных периодов, в течение которых СПВ<sub>ао</sub> не превышает порогового значения в 10 м/с,  $T_m$  — общее время мониторинга. В норме значение индекса PTIN приближается к 100%. За время исследования регистрируются значения СПВ<sub>ао</sub> как выше, так и ниже пороговой нормативной величины в 10 м/с. Суточный индекс PTIN отражает процент времени, когда кривая изменения СПВ<sub>ао</sub> находится ниже линии, проведенной через отметку в 10 м/с. Очевидно, что существуют различия в клиническом состоянии больных с превышением СПВ<sub>ао</sub> над пороговым значением 0 или 50 или 100 процентов времени исследования. Соответственно, использовать «индекс времени» для СПВ<sub>ао</sub> вполне уместно. Стоит отметить, что в процессе изучения показателей суточной СЖ разработчиками предлагались различные экспериментальные индексы с целью повышения диагностической точности суточного мониторинга СЖ. Однако на настоящий момент только индекс PTIN подтверждает свою информативность.

Пациентам всех обследуемых групп в течение нескольких дней после выполнения СМАД была выполнена также эхокардиография (ЭхоКГ) на аппаратах DC-7, Mindray (Китай) (пациентам, получающим заместительную почечную терапию (ЗПТ)) и «Vivid 7 Dimension», GE (США) (пациентам с эссенциальной АГ и здоровым добровольцам) в М- и В-модальном режиме. Измерения проводились в стандартных ЭхоКГ позициях с определением фракции выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ), толщины стенок ЛЖ в диастолу (толщины задней стенки ЛЖ (ТЗСЛЖ) и межжелудочковой перегородки (ТМЖП) в мм), конечно-диастолического (КДР) и конечно-систолического (КСР) размеров ЛЖ, расчетом относительной толщины стенок ЛЖ (ОТС) и массы миокарда левого желудочка (ММЛЖ) по формуле Devereux R.V. и индекса массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ), как отношения ММЛЖ к площади поверхности тела. В качестве пороговых значений для гипертрофии ЛЖ был принят ИММЛЖ  $\geq 116$  г/м<sup>2</sup> для мужчин и  $\geq 96$  г/м<sup>2</sup> для женщин [17].

Проведение исследования было одобрено Этическим комитетом ФБУЗ «Приволжский окружной медицинский центр ФМБА России». Все участники исследования дали письменное информированное согласие.

Статистический анализ производился с помощью пакета программ «STATISTICA 10.0» (StatSoft, Inc., США). Для автоматического расчета 24-часовых показателей СМАД, аортального давления и параметров СЖ использовалась версия 05.00.04 программы

BPStat (BPLab, Россия). При расчетах были использованы непараметрические статистические методы. Для описательной статистики — вычисление медианы и отклонений, рассчитанных по 25-му и 75-му перцентильям ( $Me \pm SD$ ). При сравнении двух независимых групп — U тест Манна-Уитни. При сравнении трех независимых групп — тест Крускала-Уоллеса. При вычислении корреляции двух признаков — корреляционный анализ по Спирмену. За величину уровня статистической значимости было принято  $p < 0,05$ .

## Результаты и обсуждение

По результатам СМАД во всех группах гипертензивных пациентов, как с почечной, так и с эссенциальной АГ были выявлены повышенные значения среднесуточного САД, ДАД и аортального давления

(верхняя граница нормы для САД(д) 135 мм рт.ст., ДАД(д) — 85 мм рт.ст., САД<sub>но</sub> — 120 мм рт.ст.). Офисные значения САД и ДАД и средненочного САД и ДАД превышали нормативы только у пациентов, получающих ЗПТ (верхняя граница нормы для офисного САД — 139 мм рт.ст., офисного ДАД — 89 мм рт.ст., САД(н) — 120 мм рт.ст., ДАД(н) — 70 мм рт.ст.). Средние по группе значения ПАД ни в одной из групп гипертензивных пациентов не превышали порогового в 53 мм рт.ст. Степень ночного снижения САД и ДАД была снижена только в группах пациентов с почечной патологией. Результаты представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, группы пациентов на ПГ и после ТП по значениям центрального и периферического АД достоверно не различались. При сравнении групп пациентов на ЗПТ с группой эссенциальной АГ офисные значения САД и ДАД значимо не отличались, однако у первых в ночные часы были вы-

**Таблица 1.** Результаты суточного мониторирования периферического и центрального АД у пациентов на ПГ, после ТП, с эссенциальной АГ и здоровых добровольцев ( $Me[25p;75p]$ )

**Table 1.** The results of 24-hour monitoring of blood pressure in patients with arterial hypertension of various origin and in healthy volunteers ( $Me[25p;75p]$ )

Параметры / Parameters	Пациенты с почечной АГ, получающие ПГ / Patients with renal hypertension receiving PH (n=32)	Пациенты после ТП / Patients after KT (n=37)	Пациенты с эссенциальной АГ (группа контроля) / Patients with essential hypertension (control group) (n=69)	Здоровые лица / Healthy persons (n=20)
Возраст, лет / Age, years	34,5[25,5;48]	39[32;46]	39[29;48]	32[27;40,5]
ЧСС, уд/мин / HR, bpm	74[64;83]	69[64;80]	65[59;78]	69[63;80]
САД офисное, мм рт.ст. / Office SBP, mm Hg	144[127;160] <sup>1</sup>	143[130;148] <sup>1</sup>	138[127;144] <sup>1</sup>	122[115;127]
ДАД офисное, мм рт.ст. / Office DBP, mm Hg	92[81;100] <sup>1</sup>	91[82;98] <sup>1</sup>	88[80;94] <sup>1</sup>	79[73;82]
САД(с), мм рт.ст. / SBP (s), mm Hg	139[123;155] <sup>1</sup>	138[125;143] <sup>1</sup>	133[122;139] <sup>1</sup>	117,5[108;122]
САД(д), мм рт.ст. / SBP (d), mm Hg	140,5[126,5;156] <sup>1</sup>	137,5[127;143] <sup>1</sup>	137[126;144] <sup>1</sup>	119[109,5;123,5]
САД(н), мм рт.ст. / SBP (n), mm Hg	122[111;144] <sup>1</sup>	129,5[121;143] <sup>1,2</sup>	117[110;123] <sup>1</sup>	107[98;110,5]
ДАД(с), мм рт.ст. / DBP (s), mm Hg	87[76;95,5] <sup>1</sup>	86[78;92] <sup>1</sup>	83[76;88] <sup>1</sup>	74,0[68;76]
ДАД(д), мм рт.ст. / DBP (d), mm Hg	90[78;97] <sup>1</sup>	86[80;94] <sup>1</sup>	87[79;93] <sup>1</sup>	74,5[69;77,5]
ДАД(н), мм рт.ст. / DBP (n), mm Hg	76,5[69;86] <sup>1,2</sup>	79,5[77;87] <sup>1,2</sup>	71[65;76] <sup>1</sup>	62,0[57,5;68,5]
ПАД(с), мм рт.ст. / PBP (s), mm Hg	48[41;57,5] <sup>1</sup>	51[42;56] <sup>1</sup>	48[44;54] <sup>1</sup>	44,0[40,5;48]
ПАД(д), мм рт.ст. / PBP (d), mm Hg	49,5[41;59,5] <sup>1</sup>	51[43;57] <sup>1</sup>	48[45;55] <sup>1</sup>	44,0[40,5;48]
ПАД(н), мм рт.ст. / PBP (n), mm Hg	45,5[42;55] <sup>1</sup>	48,5[43;57] <sup>1,2</sup>	45[41;49] <sup>1</sup>	40,5[39,5;45,5]
Степень ночного снижения САД / Nocturnal SBP decrease, %	9[3;16] <sup>1,2</sup>	8[2;14] <sup>1,2</sup>	12[9;19] <sup>1</sup>	17[12;20]
Степень ночного снижения ДАД / Nocturnal DBP decrease, %	6[1;11] <sup>1,2</sup>	8[1;12] <sup>1,2</sup>	13[11;17] <sup>1</sup>	18[13;19]
Среднесуточное САД <sub>ао</sub> , мм рт.ст. / Mean 24-hour SBP <sub>ао</sub> , mm Hg	127,5[113;143,5] <sup>1</sup>	127[119;132] <sup>1</sup>	122[113;128] <sup>1</sup>	105,5[99;110]
Среднедневное САД <sub>ао</sub> , мм рт.ст. / Mean daily SBP <sub>ао</sub> , mm Hg	129,5[116;145,5] <sup>1</sup>	126[120;132] <sup>1</sup>	126[117;133] <sup>1</sup>	106,5[101;111,5]
Средненочное САД <sub>ао</sub> , мм рт.ст. / Mean night SBP <sub>ао</sub> , mm Hg	115,5[100;135,5] <sup>1,2</sup>	119,5[114;134] <sup>1,2</sup>	109[102;114] <sup>1</sup>	95[88;100]

**Примечание:** <sup>1</sup> — статистически значимые различия ( $p < 0,05$ ) с группой здоровых, <sup>2</sup> — статистически значимые различия ( $p < 0,05$ ) с группой эссенциальной АГ  
**Note:** <sup>1</sup> — significant differences ( $p < 0.05$ ) with a group of healthy persons, <sup>2</sup> — significant differences ( $p < 0.05$ ) with the group of essential hypertension

явлены достоверно более высокие значения ДАД(н) и САД<sub>ао</sub>(н), а у пациентов после ТП также САД(н) и ПАД(н). Таким образом, в группах различались показатели не только периферического, но и центрального АД, что значимо для формирования поражения органов-мишеней. Также у пациентов на ПГ и после ТП было отмечено достоверно меньшее ночное снижение САД и ДАД (т.е. изменение суточного профиля АД по типу нондиппер). Во всех группах с АГ все показатели СМАД достоверно отличались от группы здоровых.

При рассмотрении суточных показателей СЖ повышение значений СПВ<sub>ао</sub> более 10 м/с было выявлено только в группах пациентов с ХПН. Другие показатели сосудистой жесткости (индекс аугментации (Aix) и RWTТ) также отражали тенденцию к повышению СЖ у пациентов, получающих ЗПТ, хотя и не выходили за пределы нормативных значений ни в одной из обследованных групп. Результаты представлены в таблице 2.

Как следует из таблицы 2, практически все показатели СЖ в группах пациентов на ЗПТ в дневные и ночные часы, за исключением индекса аугментации, значимо различались с группой пациентов с эссенциальной АГ, что указывает на более выраженные изменения сосудистой стенки у пациентов с почечной патологией. Во всех группах с АГ все показатели суточной СЖ достоверно отличались от группы здоровых. Значения СПВ<sub>ао</sub> в группе здоровых были существенно ниже верхней границы нормы (10 м/с) (среднесуточная СПВ<sub>ао</sub> составила 6,6[6,3;6,9] м/с), у пациентов с эссенциальной АГ СПВ<sub>ао</sub> была на верхней границе нормальных значений (среднесуточная СПВ<sub>ао</sub>=9,9[9,2;10,4] м/с), а у больных АГ, получающих заместительную почечную терапию,

превышали 10 м/с на несколько десятых (среднесуточные значения СПВ<sub>ао</sub> у пациентов на ПГ составили 10,7[9,5;11,2] м/с, у пациентов после ТП — 10,3[9,7;11] м/с). РТИН в исследуемых группах различался более наглядно: у здоровых добровольцев он был в диапазоне 80-90%, у пациентов с эссенциальной АГ — 50-60%, а у пациентов на ПГ и после ТП — 20-40%. Индекс аугментации был в пределах нормальных значений, но при этом имелись различия по данному показателю в группах пациентов с АГ и здоровых добровольцев.

Во всех группах пациентов с АГ средняя ТМЖП и ЗСЛЖ были близки к верхней границе нормы. В группах пациентов с АГ также выявлялось увеличение относительной толщины стенок ЛЖ. В обеих группах пациентов, получающих ЗПТ, было отмечено увеличение ИММЛЖ по сравнению с нормативными параметрами ( $\leq 116$  г/м<sup>2</sup> у мужчин и  $\leq 96$  г/м<sup>2</sup> у женщин). Систолическая функция ЛЖ и размеры полостей ЛЖ регистрировались в пределах нормальных значений во всех обследованных группах. Результаты представлены в таблице 3.

Как видно из таблицы 3, во всех группах пациентов с АГ по сравнению со здоровыми добровольцами были достоверно выше значения толщины стенок ЛЖ, ОТС, ИММЛЖ и КДР. При сравнении пациентов с АГ, получающих заместительную почечную терапию, с больными эссенциальной АГ были выявлены достоверно более высокие значения ИММЛЖ. Кроме того, у пациентов на ПГ по сравнению с эссенциальной АГ регистрировался достоверно больший КДР, а у пациентов после ТП — большая ТЗСЛЖ. Между группами пациентов на ПГ и после операции ТП достоверные отличия были выявлены в значениях ИММЛЖ, ТМЖП и КСР ЛЖ.

**Таблица 2.** Результаты суточного мониторинга периферического и центрального АД у пациентов на ПГ, после ТП, с эссенциальной АГ и здоровых добровольцев (Ме[25p;75p])

**Table 2.** The results of 24-hour VS monitoring in patients with hypertension of various origin and in healthy volunteers (Me[25p;75p])

Параметры / Parameters	Пациенты с почечной АГ, получающие ПГ / Patients with renal hypertension receiving PH (n=32)	Пациенты после ТП / Patients after KT (n=37)	Пациенты с эссенциальной АГ (группа контроля) / Patients with essential hypertension (control group) (n=69)	Здоровые лица / Healthy persons (n=20)
Aix, %	-28[-42; 5] <sup>1</sup>	-29[-47;6] <sup>1</sup>	-39 <sup>1</sup> [-52; -27,5]	-52[-63; -44,5]
RWTТ(с), мс	133[127,5;140,5] <sup>1,2</sup>	135[129;143] <sup>1,2</sup>	143[133;154] <sup>1</sup>	156,0[148;159,5]
RWTТ(Δ), мс	132,5[124;139] <sup>1,2</sup>	134,5[127;142] <sup>1</sup>	141[131;153] <sup>1</sup>	154,0[146;159]
RWTТ(н), мс	139[130,5;151] <sup>1,2</sup>	140[131;153] <sup>1,2</sup>	149[138;162]	163,0[160;169]
СПВ <sub>ао</sub> (с), м/с / PWV <sub>ао</sub> (s), m / s	10,7[9,5;11,2] <sup>1,2</sup>	10,3[9,7;11] <sup>1,2</sup>	9,9[9,2;10,4] <sup>1</sup>	6,6[6,3;6,9]
СПВ <sub>ао</sub> (Δ), м/с / PWV <sub>ао</sub> (d), m / s	10,8[9,9;11,4] <sup>1,2</sup>	10,4[10;11,3] <sup>1,2</sup>	10[9,3;10,7] <sup>1</sup>	6,6[6,4;7]
СПВ <sub>ао</sub> (н), м/с / PWV <sub>ао</sub> (n), m / s	10,2[8,6;11] <sup>1,2</sup>	10,2[8,9;11] <sup>1,2</sup>	9,2[8,6;10] <sup>1</sup>	6,1[5,9;6,8]
PTIN(с), %	27[9;69,5] <sup>1,2</sup>	22[1;50] <sup>1,2</sup>	61[45;85] <sup>1</sup>	89[47;99]
PTIN(Δ), %	17,5[1,5;58,5] <sup>1,2</sup>	19[0;37] <sup>1,2</sup>	50[10;71] <sup>1</sup>	80[46;90]
PTIN(н), %	36,5[16;99,5] <sup>1,2</sup>	17[0;75] <sup>1,2</sup>	48[15;75] <sup>1</sup>	78[57;100]

**Примечание:** <sup>1</sup> — статистически значимые различия (p < 0,05) с группой здоровых, <sup>2</sup> — статистически значимые различия (p < 0,05) с группой эссенциальной АГ  
**Note:** <sup>1</sup> — significant differences (p < 0.05) with a group of healthy persons, <sup>2</sup> — significant differences (p < 0.05) with the group of essential hypertension

**Таблица 3.** Показатели эхокардиографического исследования пациентов, получающих различную заместительную почечную терапию, больных эссенциальной АГ и здоровых добровольцев (Me[25p;75p])

**Table 3.** The results of echocardiography in patients with hypertension of various origin and in healthy volunteers (Me [25p; 75p])

Параметры / Parameters	Пациенты с почечной АГ, получающие ПГ / Patients with renal hypertension receiving PH (n=32)	Пациенты после ТП / Patients after KT (n=37)	Пациенты с эссенциальной АГ (группа контроля) / Patients with essential hypertension (control group) (n=69)	Здоровые лица / Healthy persons (n=20)
Возраст, лет / Age, years	34,5[25,5;48]	39[32;46]	39[29;48]	32[27;40,5]
ТМЖП, мм / IVST, mm	12,5[10;13,5] <sup>1,2,3</sup>	11,7[9;12,5] <sup>1</sup>	11[10,4;13] <sup>1</sup>	8[7,8;9,4]
ТЗСЛЖ, мм / LVPWT, mm	11[10;12,3] <sup>1</sup>	12[11;12,8] <sup>1,2</sup>	10,5[9,2;11] <sup>1</sup>	8[7,2;8,4]
ОТС / LVRT	0,45[0,38;0,46] <sup>1</sup>	0,46[0,44;0,56] <sup>1</sup>	0,47[0,43;0,52] <sup>1</sup>	0,35[0,32;0,38]
ИММЛЖ, г/м <sup>2</sup> / LVMI, g / m <sup>2</sup>	129[102;137] <sup>1,2,3</sup>	119[104;131] <sup>1,2</sup>	95[83;105] <sup>1</sup>	65[59;73]
КДР, мм / EDD, mm	51,8[49;56,4] <sup>1,2</sup>	50[43;53] <sup>1</sup>	47,4[43,5;51,2] <sup>1</sup>	45,4[43,7;48]
КСР, мм / ESD, mm	33[28;40,6] <sup>1,3</sup>	30,3[25,2;32,2]	30,7[29,6;32,5] <sup>1</sup>	29,4[28,1;30,5]
ФВ / EF, %	59[58;74]	61[52;76]	64,5[62;66]	67[64;70]

**Примечание:** <sup>1</sup> — статистически значимые различия ( $p < 0,05$ ) с группой здоровых, <sup>2</sup> — статистически значимые различия ( $p < 0,05$ ) с группой эссенциальной АГ, <sup>3</sup> — статистически значимые различия ( $p < 0,05$ ) с группой пациентов после ТП

**Note:** <sup>1</sup> — significant differences ( $p < 0,05$ ) with a group of healthy persons, <sup>2</sup> — significant differences ( $p < 0,05$ ) with the group of essential hypertensions, <sup>3</sup> — significant differences ( $p < 0,05$ ) with the group of patients after KT

**Таблица 4.** Корреляция толщины стенок миокарда левого желудочка и ИММЛЖ с показателями суточного мониторинга сосудистой жесткости (среднесуточной СПВ<sub>ао</sub> и PTIN)

**Table 4.** Correlation between LV wall thickness, LVMI, and 24-hour VS monitoring parameters (mean 24-hour PWV<sub>ao</sub> and PTIN)

Анализируемые показатели / Analyzed parameters	Пациенты, получающие ПГ / Patients on PH (n=32)		Пациенты после ТП / Patients after KT (n=37)	
	SpearmanR	$\rho$	SpearmanR	$\rho$
Возраст & PTIN / Age & PTIN	-0,72*	0,02	-0,64*	0,01
Возраст & СПВ <sub>ао</sub> / Age & PWV <sub>ao</sub>	0,53	0,05	0,58*	0,02
ТМЖП & PTIN / IVST & PTIN	-0,23	0,52	-0,57*	0,03
ТМЖП & СПВ <sub>ао</sub> / IVST & PWV <sub>ao</sub>	0,60*	0,04	0,41	0,13
ЗСЛЖ & PTIN / LVPWT & PTIN	-0,19	0,59	-0,58*	0,03
ЗСЛЖ & СПВ <sub>ао</sub> / LVPWT & PWV <sub>ao</sub>	0,58*	0,05	0,43	0,11
ИММЛЖ & PTIN / LVMI & PTIN	-0,67	0,22	-0,66*	0,01
ИММЛЖ & СПВ <sub>ао</sub> / LVMI & PWV <sub>ao</sub>	0,60	0,28	0,61*	0,02

**Примечание:** \* — значимая корреляция ( $p < 0,05$ )

**Note:** \* — significant correlation ( $p < 0,05$ )

Таким образом, по результатам ЭхоКГ в обследуемых группах было выявлено увеличение ИММЛЖ в ряду: здоровые добровольцы <больные эссенциальной АГ <реципиенты почечного трансплантата <пациенты на программном гемодиализе. У пациентов на ЗПТ выявлялась концентрическая гипертрофия миокарда ЛЖ, а у больных эссенциальной АГ — концентрическое ремоделирование. При анализе линейных параметров во всех группах пациентов с АГ регистрировалась тенденция к сферификации ЛЖ по сравнению с группой нормы, причем в группе эссенциальной АГ она была более выраженной по сравнению с группой почечной АГ.

В группах пациентов, получающих ЗПТ, был выполнен анализ корреляции толщины стенок ЛЖ, ИММЛЖ и показателей суточного мониторинга СЖ (среднесуточной СПВ<sub>ао</sub> и индекса PTIN). Результаты представлены в таблице 4.

Как следует из таблицы 4, в группе пациентов, получающих ПГ, значимая корреляция была обнаружена только для среднесуточной СПВ<sub>ао</sub> и толщины стенок ЛЖ. У реципиентов почечного трансплантата были выявлены значимые коэффициенты корреляции для индекса PTIN и ТМЖП, ТЗСЛЖ и ИММЛЖ ( $r = -0,66$ ;  $p = 0,01$ ). Корреляция была обнаружена для ИММЛЖ и СПВ<sub>ао</sub> ( $r = 0,61$ ;  $p = 0,02$ ), хотя несколько ниже, чем аналогичная корреляция с индексом PTIN. Это означает, что при уменьшении PTIN нарастает ТМЖП и ЗСЛЖ и увеличивается ИММЛЖ.

Таким образом, уменьшение индекса PTIN, отражающего более частое или более продолжительное в течение суток повышение СПВ<sub>ао</sub>, соотносится с нарастанием гипертонического ремоделирования ЛЖ у пациентов после ТП, тогда как у пациентов на ПГ отмечается связь толщины стенок ЛЖ со среднесуточной СПВ<sub>ао</sub>.

## Заключение

У лиц с АГ, получающих заместительную почечную терапию, регистрируются более высокие значения среднесуточной скорости пульсовой волны в аорте, центрального давления и более длительный период повышения скорости пульсовой волны в аорте в течение суток, чем у пациентов с эссенциальной АГ при сопоставимых значениях офисного АД. При этом наиболее демонстративно указанные различия характеризует индекс РТИН, имеющий существенно более низкие значения у лиц с ХПН, чем у пациентов с эссенциальной гипертензией.

Пациенты с АГ, получающие заместительную почечную терапию, в сравнении с больными эссенциальной АГ имеют более высокие показатели жесткости сосудистой стенки, значения систолического и диастолического АД, регистрируемого в ночное время, а также частоту констатации суточного профиля по типу «нон-дишпер» и «найт-пикер».

У пациентов с АГ, ассоциированной с ХБП, регистрируются более высокие значения ИММЛЖ и менее выраженная сферификация левого желудочка, чем у лиц с гипертонической болезнью той же степени. При этом у пациентов, подвергшихся трансплантации почки, ИММЛЖ достоверно ниже, чем у больных, получающих лечение посредством программного гемодиализа, что может указывать на положительный эффект нефротрансплантации в отношении регресса процесса сердечного ремоделирования, обусловленного артериальной гипертензией.

## Список литературы/References:

- Бойцов С.А., Погосова Н.В., Бубнова М.Г. и др. Кардиоваскулярная профилактика 2017. Российские национальные рекомендации. Российский кардиологический журнал. 2018; 23(6): 7-122. doi:10.15829/1560-4071-2018-6-7-122  
Boytsov S.A., Pogosova N.V., Bubnova M.G. et al. Cardiovascular prevention 2017. National guidelines. Russian Journal of Cardiology. 2018; 23(6): 7-122. [In Russian]
- Williams B., Mancia G., Wilko Spiering W. et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. Eur. Heart J. 2018; 39: 3021–3104. doi:10.1093/eurheartj/ehy339  
Van Bortel L.M., Laurent S., Boutouyrie S.P. et al. Expert consensus document on the measurement of aortic stiffness in daily practice using carotid-femoral pulse wave velocity. J Hypertens. 2012; 30(3): 445–448. doi:10.1097/HJH.0b013e32834fa8b0
- László A., Reusz G., Nemcsik J. Ambulatory arterial stiffness in chronic kidney disease: a methodological review. Hypertens Res. 2016; 39(4): 192–8. doi:10.1155/2012/178078
- Рогоза А.Н., Балахонова Т.В., Чихладзе Н.М. и др. Современные методы оценки состояния сосудов у больных артериальной гипертензией. М.: Атмосфера. 2008; 72 с. ISBN 978-5-902123-31-6  
Rogoza A.N., Balakhonova T.V., Chkhladze N.M. et al. Modern methods of the blood vessels state assessing in patients with hypertension. М.: Atmosfera. 2008; 72 p. [In Russian]
- Posokhov I.N., Kulikova N.N., Starchenkova I.V. et al. The «Pulse Time Index of Norm» highly correlates with the left ventricular mass index in patients with arterial hypertension. Vascular Health and Risk Management. 2014; 10: 139–44. doi:10.2147/VHRM.S58351
- Omboni S., Posokhov I.N., Parati G. et al. 24-hour central blood pressure is better associated with target organ damage of hypertension than brachial blood pressure: the Vasotens Registry. Journal of Hypertension. 2017; 35: e82–e83. doi: 10.1097/01.hjh.0000523189.57049.80
- Merezhanova A., Mazalov K., Tarlovskaya E. et al. Evaluation of circadian oscillation of arterial wall stiffness. Journal of Hypertension. 2016; 34: e131. doi:10.1097/01.hjh.0000491687.02726.a1
- Rogoza A.N., Kuznetsov A.A. Central aortic blood pressure and augmentation index: comparison between Vasotens and SphymoCor technology. Research Reports in Clinical Cardiology. 2012; 3: 27–33. doi:10.2147/RRCC.S30994
- Бикбов Б.Т., Томила Н.А. Состав больных и показатели качества лечения на заместительной терапии терминальной хронической почечной недостаточности в Российской Федерации в 1998–2013 гг. Отчет по данным регистра заместительной почечной терапии Российского Диализного Общества. Часть вторая. Нефрология и диализ. 2016; 18(2): 98–164.  
Bikbov B.T., Tomilina N.A. The contingent and treatment quality indicators in patients on replacement therapy of end stage renal disease in the Russian Federation in 1998–2013 years. Report of the Register of Renal Replacement Therapy of the Russian Dialysis Society. Part II. Nephrology and dialysis. 2016; 18(2): 98–164. [In Russian]
- United States Renal Data System. 2018 Atlas of CKD & ESRD. [Electronic resource]. URL: <https://www.usrd.org/2018/view/Default.aspx>. (date of the application: 05.06.2019).
- Савицкий Н.Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики. М.: Медицина. 1974; 312 с.
- Sawicki N.N. Biophysical basis of blood circulation and clinical methods for the study of hemodynamics. М.: Medicine. 1974; 312 p. [In Russian]
- Parati G., Stergiou G., O'Brien E. et al. European Society of Hypertension Working Group on Blood Pressure Monitoring and Cardiovascular Variability: European Society of Hypertension practice guidelines for ambulatory blood pressure monitoring. J Hypertens. 2014; 32: 1359–1366. doi:10.1097/HJH.0000000000000221
- Nichols W.W., O'Rourke M.F., Vlachopoulos C. McDonald's. Blood Flow in Arteries, Sixth Edition: Theoretical, Experimental and Clinical Principles, 6th Edition. London: Hodder Arnold. 2011; 768 p.
- Litwin M., Obrycki Ł., Niemirska A. et al. Central systolic blood pressure and central pulse pressure predict left ventricular hypertrophy in hypertensive children. Pediatr Nephrol. 2019; 34(4): 703–712. doi:10.1007/s00467-018-4136-7.
- Palatini P., Rosei E.A., Avolio A. et al. Isolated systolic hypertension in the young: a position paper endorsed by the European Society of Hypertension. J Hypertens. 2018; 36(6): 1222–1236. doi:10.1097/HJH.0000000000001726
- Lang R.M., Bierig M., Devereux R.B. et al. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. J Am Soc Echocardiogr. 2005; 18: 1440–63. doi:10.1016/j.echo.2005.10.005