

Состояние магистральных артерий и функции почек у пациентов с артериальной гипертонией и облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей

М.Е. Стаценко, Д.С. Гузенко , Г.П. Дудченко, О.В. Верле

Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия

Аннотация. В данном исследовании произведена оценка состояния магистральных артерий у пациентов с артериальной гипертонией и облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей, изучено состояние функции почек. Выявлено достоверное увеличение жесткости сосудистой стенки, ухудшение функции почек, рост частоты повреждения почек у пациентов с АГ и сопутствующим облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей по сравнению с пациентами с АГ без сопутствующего облитерирующего атеросклероза артерий нижних конечностей.

Ключевые слова: облитерирующий атеросклероз артерий нижних конечностей, артериальная гипертония, магистральные артерии, скорость распространения пульсовой волны, функция почек

ORIGINAL RESEARCHES

Original article

doi: <https://doi.org/10.19163/1994-9480-2025-22-3-125-129>

Magistral arteries condition and angiorenal relations in patients with arterial hypertension and lower extremities atherosclerosis

M.E. Statsenko, D.S. Guzenko , G.P. Dudchenko, O.V. Verle

Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

Abstract. In this research magistral arteries condition in relation with kidney condition in patients with arterial hypertension and lower extremities atherosclerosis is performed. It was found out that renal function is getting worse and magistral arterial stiffness is raising in patients with arterial hypertension and lower extremities atherosclerosis.

Keywords: obliterating atherosclerosis, arterial hypertension, magistral arteries, pulse wave velocity, renal function

Более 9 млн смертей в год по всему миру связаны с развитием и прогрессированием артериальной гипертензии (АГ) [1]. Одними из основных органов-мишеней при АГ являются магистральные артерии. Поражение сосудистого русла, в свою очередь, может влиять на состояние других органов, в частности почек, и приводить к повышению смертности от сердечно-сосудистых заболеваний [2].

Магистральные артерии способствуют смягчению пульсовой волны и поглощению энергии движения крови. Жесткость артериальной стенки зависит, в частности, от структурных изменений, таких как атеросклеротическое поражение [3]. Именно повышение жесткости аорты является одним из наиболее значимых предикторов смерти от инфаркта миокарда, ишемического и геморрагического инсульта, развития сердечной недостаточности [4, 5].

Данные литературы относительно связи скорости распространения пульсовой волны (СРПВ) как маркера состояния магистральных артерий и скорости

клубочковой фильтрации (СКФ) противоречивы. В ряде исследований у пациентов с артериальной гипертонией и облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей (ОААНК), сонных артерий ухудшение эластических свойств аорты ассоциируется со снижением СКФ [6]. В то же время в исследованиях Hoorn study и NephroTest study не установлено независимой связи между состоянием магистральных артерий (МА) и уровнем креатинина, альбуминурией и СКФ [7, 8, 9].

В связи с этим существует необходимость в дополнительном изучении данного вопроса и определения особенностей поражения почек у пациентов с ОААНК и АГ.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить состояние магистральных артерий и почек, а также ангиоренальные взаимоотношения у пациентов с артериальной гипертонией и облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании принимали участие 100 пациентов с артериальной гипертонией, из которых 50 человек имели сопутствующий облитерирующий атеросклероз артерий нижних конечностей (основная группа исследования). Группы не различались по половому и возрастному составу. В опытную группу (АГ + ОААНК) включено 35 мужчин и 15 женщин, в группу контроля (АГ) 33 и 17 соответственно. Другие клиничко-демографические характеристики представлены в табл. 1.

Исходно у всех обследуемых диагностировали гипертоническую болезнь II–III ст. Проводился сбор анамнеза, антропометрия, измерение офисного артериального давления (АД), определение уровня креатинина крови, альбумин-креатининового соотношения (АУ), расчет СКФ по формуле СКД-EPI.

Выполнялись также инструментальные методы исследования: суточное мониторирование центрального аортального давления (СМЦАД) с помощью комплекса программно-аппаратного суточного мониторирования артериального давления «БиПиЛАБ»; определение скорости распространения пульсовой волны методом сфигмографии с использованием Поли-Спект-8Е СРПВ. Проводилась проба с реактивной гиперемией для оценки эндотелиальной функции магистральных артерий [10].

Перед проведением исследований пациентам за 3 суток отменялась антигипертензивная терапия. Статистическая обработка полученных данных проведена с помощью IBM SPSS Statistics. Для определения значимости различий использовался U-критерий Манна – Уитни. Результаты представлены в формате Me [Q1–Q3].

Таблица 1

Клиничко-демографические показатели пациентов, включенных в исследование

Показатель	1-я группа n = 50 (основная) АГ + ОААНК	2-я группа n = 50 (контрольная) АГ	Достоверность
Мужчины / женщины, n (%)	35 (70) / 15 (30)	33 (66) / 17 (34)	0,670
Возраст, лет	54 [50,2–56]	51 [49–59]	0,153
Рост, см	165 [164–170]	164 [163,4–169]	0,172
Вес, кг	80 [72–85]	78 [73–81,3]	0,173
ИМТ, кг/м ²	27,1 [25–30,1]	27,6 [25,1–28,7]	0,605
Курение, n (%)	29 (58)	27 (54)	0,620
Длительность АГ, лет	15 [12–18]	16 [11–20]	0,922
Офисное САД, мм рт. ст.	159,5 [155,8–162]	157 [150–161,3]	0,086
Офисное ДАД, мм рт. ст.	85 [80–85]	84 [81–90]	0,072
ЧСС, уд./мин	77 [74–80,3]	65 [55–75]	0,001

Примечание. ИМТ – индекс массы тела, САД – систолическое артериальное давление, ДАД – диастолическое артериальное давление, ЧСС – частота сердечных сокращений.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Группы пациентов не отличались между собой по офисному АД.

При исследовании скорости распространения пульсовой волны было выявлено значимое ее увеличение в артериях магистрального и эластического типа у пациентов с коморбидной патологией. Кроме того, у данных больных достоверно отличалось соотношение СРПВм/СРПВэ по сравнению с пациентами контрольной группы (табл. 2).

В опытной группе, по сравнению с контрольной, чаще определялась парадоксальная реакция на пробу с реактивной гиперемией в виде повышения СРПВ

в артериях мышечного типа, что отражает нарушение эндотелиальной функции (ЭФ). В группе пациентов с коморбидной патологией в 15 случаях (30 %) определялось снижение скорости распространения пульсовой волны менее чем на 6 %, а у 29 больных (58 %) ее повышение. В контрольной группе с изолированной АГ количество таких пациентов составило 6 и 19 (12 и 38 %), соответственно.

Установленные особенности состояния магистральных артерий указывают на значимое увеличение жесткости артерий, достоверно частое развитие эндотелиальной дисфункции МА у пациентов с АГ и ОААНК. Данные изменения ассоциированы с увеличением у них сердечно-сосудистого риска [3, 5, 6].

Таблица 2

Показатели скорости распространения пульсовой волны
в артериях мышечного и эластического типа

Показатель	1-я группа n = 50 (основная) АГ + ОААНК	2-я группа n = 50 (контрольная) АГ	Достоверность
СРПВм, м/с	14,1 [13,2–15,4]	8,9 [8,4–8,1]	0,001
СРПВэ, м/с	15,1 [12,6–15,3]	7,6 [7,57–9,7]	0,001
СРПВм / СРПВэ	1,01 [0,94–1,02]	1,135 [0,97–1,18]	0,001
СРПВпроба, м/с	15,38 [13–16,17]	8,87 [7,86–9,79]	0,001
Парадоксальная реакция n (%)	44 (88)	25 (50)	0,001

Примечание. СРПВм – скорость распространения пульсовой волны по артериям мышечного типа, СРПВэ – скорость распространения пульсовой волны по артериям эластического типа, СРПВпроба – скорость распространения пульсовой волны по артериям мышечного типа после пробы с реактивной гиперемией.

При мониторинговании центрального аортального давления были выявлены более высокие значения индекса аугментации (Aix) в опытной группе днем, ночью и в среднем за сутки, по сравнению с контрольной (табл. 3). Это свидетельствует о повышении

ригидности артериальной стенки и ускорении кровотока. У коморбидных пациентов достоверно чаще определялись положительные значения Aix, что указывает на выраженное повышение СРПВ и значимое повышение жесткости артерий.

Таблица 3

Результаты суточного мониторингирования артериального давления
и центрального аортального давления у пациентов, включенных в исследование

Показатель	1-я группа (основная) АГ + ОААНК	2-я группа (контрольная) АГ	Достоверность
САДао сут., мм рт. ст.	139,8 ± 11,5	132,6 ± 12,4	0,001*
ДАДао сут., мм рт. ст.	88,6 ± 11,9	83,1 ± 7,5	0,035*
САДао день, мм рт. ст.	144,1 ± 9,8	133,9 ± 13,5	0,0001*
ДАДао день, мм рт. ст.	93,1 ± 9,8	84,7 ± 7,6	0,0001*
САДао ночь, мм рт. ст.	132,9 ± 9,7	123,6 ± 13,7	0,001*
ДАДао ночь, мм рт. ст.	84,2 ± 12,1	75,8 ± 8,9	0,001*
Aix средний	–6 [–9...29,25]	–32 [–35...–24]	0,0001*
Aix день	–7 [–7...–29,5]	–33 [–36...–31]	0,0001*
Aix ночь	–20 [–23...26]	–35 [–41...–30]	0,0001*
Aix средний положительный, n (%)	18 (36)	2 (4)	0,0001*
Aix день положительный, n (%)	19 (38)	2 (4)	0,0001*
Aix ночь положительный, n (%)	16 (32)	0	0,0001*

Примечание. САДао – систолическое АД в аорте, ДАДао – диастолическое АД в аорте, Aix – индекс аугментации.

У пациентов опытной группы выявлялся значительно более высокий уровень креатинина крови и снижение скорости клубочковой фильтрации, по сравнению с пациентами контрольной группы (табл. 4). При расчете скорости клубочковой фильтрации по формуле СКД-ЕРІ отмечалась достоверное более низкая СКФ у пациентов с АГ и сопутствующим облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей, в сравнении с больными с изолированной артериальной

гипертонией, что может говорить о значимом влиянии коморбидности на функцию почек.

У больных с АГ и ОААНК достоверно чаще определялось увеличение соотношения альбумина к креатину в моче и уровень альбуминурии был значимо выше. У 6 пациентов с АГ и сопутствующим ОААНК (12 %) альбумин-креатининовое соотношение было на уровне А2 (от 3 до 30 мг/ммоль), в то время как в группе с изолированной АГ таких пациентов не выявлялось.

Таблица 4

Показателей функции почек и почечного повреждения

Показатель	1-я группа (основная) АГ + ОААНК	2-я группа (контрольная) АГ	Достоверность
Креатинин крови, мкмоль/л	111,7 [94,78–124]	89 [74–104]	0,001
СКФ, мл/мин/1,73 м ²	63,63 [43–75,7]	71 [61–86]	0,002
Альбумин-креатининовое соотношение, мг/ммоль	1,4 [0,675–2,3]	0,7 [0,4–1,5]	0,001

У пациентов с АГ и сопутствующим облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей чаще выявлялась хроническая болезнь почек (ХБП) 3-й стадии. В частности, ХБП СЗБ выявлялась

у 14 пациентов (28 %) с артериальной гипертонией и ОААНК, и у 1 больного с изолированной АГ (2 %). В группе с АГ без сопутствующего ОААНК достоверно чаще встречались пациенты с ХБП С2 (табл. 5).

Таблица 5

Стадии ХБП у пациентов с артериальной гипертонией и сопутствующим ОААНК и АГ без ОААНК

Стадия ХБП	1-я группа (основная) АГ + ОААНК	2-я группа (контрольная) АГ	Достоверность
С1А1+А2, n (%)	0	7 (14)	0,0001
С2А1+А2, n (%)	28 (56)	34 (68)	0,064
С3аА1+А2 и С3бА1+А2, n (%)	22 (44)	9 (18)	0,0001

Корреляционный анализ показал тесную взаимосвязь состояния магистральных артерий с функцией и повреждением почек у пациентов с АГ и ОААНК: для СРПВм и уровня креатинина крови ($r = 0,329$, $p = 0,001$), альбуминурии ($r = 0,352$, $p = 0,02$) и скорости клубочковой фильтрации ($r = -0,336$, $p = 0,013$). СРПВэ имела тесную взаимосвязь с уровнем креатинина крови ($r = 0,392$, $p = 0,001$), альбуминурии ($r = 0,353$, $p = 0,012$) и скоростью клубочковой фильтрации ($r = -0,379$, $p = 0,006$). А1х correlated с уровнем креатинина крови ($r = 0,454$, $p = 0,0001$), альбуминурией ($r = 0,338$, $p = 0,017$) и скоростью клубочковой фильтрации ($r = -0,341$, $p = 0,016$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У пациентов с артериальной гипертонией и сопутствующим атеросклерозом артерий нижних конечностей по сравнению с пациентами без ОААНК достоверно выше скорость распространения пульсовой волны в артериях мышечного и эластического типа, чаще наблюдается парадоксальная реакция на пробу с реактивной гиперемией (нарушение ЭФ) и значимо более высокие значения А1х, что говорит о повышении жесткости магистральных артерий.

У пациентов с АГ и ОААНК в сравнении с пациентами группы контроля установлены достоверно более низкие показатели СКФ и значимо более высокий уровень альбуминурии.

Выявлены достоверные корреляционные связи между состоянием магистральных артерий и состоянием почек у пациентов с АГ и ОААНК:

при увеличении жесткости магистральных артерий достоверно ниже значения СКФ и значимо выше уровень альбуминурии.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Zhou B., Bentham J., Di Cesare M., Bixby H., Danaei G., Cowan M.J. et al. Worldwide trends in blood pressure from 1975 to 2015: a pooled analysis of 1479 population-based measurement studies with 19•1 million participants. *The Lancet*. 2017;389(10064):37–55. doi:10.1016/S0140-6736(16)31919-5.
2. Guzik T.J., Touyz Rh.M. Oxidative Stress, Inflammation, and Vascular Aging in Hypertension. *Hypertension*. 2017;70:660–667. doi: 10.1161/HYPERTENSION.117.07802.
3. Муркамилов И.Т., Айтбаев К.А., Юсупов Ф.А. Скорость распространения пульсовой волны как новый фактор риска прогрессирования хронической болезни почек. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2017;16(4):83–87.
4. Husmann M., Jacomella V., Thallhammer C., Amann-Vesti B.R. Markers of arterial stiffness in peripheral arterial disease. *Vasa*. 2015;44:341–348. doi: 10.1024/0301-1526/a00045.
5. Tsuchikura S., Shoji T., Kimoto E., Shinohara K., Hatsuda S., Koyama H. et al. Central versus peripheral arterial stiffness in association with coronary, cerebral and peripheral arterial disease. *Atherosclerosis*. 2010;211:480–485. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2010.03.037.
6. Денисенко М.Н., Генкель В.В., Салашенко А.О., Калугина С.А., Алексеева О.А. Жесткость артерий мышечного и эластического типов у больных с атеросклерозом периферических артерий. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2016;15(5):70–73.

7. Пыхтина В.С., Стражеско И.Д., Ткачева О.Н., Шарашкина Н.В., Выгодин В.А., Плохова Е.В. и др. Взаимосвязь функции почек с состоянием артериальной стенки у лиц без хронической болезни почек и сердечно-сосудистых заболеваний. *Клиническая практика*. 2017;2:11–20.

8. Briet M., Bozec E., Laurent S., Fassot C., London G.M., Jacquot C. et al. Arterial stiffness and enlargement in mild-to-moderate chronic kidney disease. *Kidney Int.* 2006;69:350–357. doi: 10.1038/sj.ki.5000047.

9. Hermans M.M., Henry R., Dekker J.M., Kooman J.P., Kostense P.J., Nijpels G. et al. Estimated glomerular filtration rate and urinary albumin excretion are independently associated with greater arterial stiffness: the Hoorn Study. *Journal of the American Society of Nephrology: JASN.* 2007;18:1942–1952. doi: 10.1681/ASN.2006111217.

10. Илюхин О.В., Илюхина М.В., Лопатин Ю.М. Скорость пульсовой волны в оценке эластичности магистральных артерий. Изд-во LAP LAMBERT. Saarbrücken, 2014. 218 с.

REFERENCES

1. Zhou B., Bentham J., Di Cesare M., Bixby H., Danaei G., Cowan M.J. et al. Worldwide trends in blood pressure from 1975 to 2015: a pooled analysis of 1479 population-based measurement studies with 19·1 million participants. *The Lancet*. 2017;389(10064):37–55. doi: 10.1016/S0140-6736(16)31919-5.

2. Guzik T.J., Touyz Rh.M. Oxidative Stress, Inflammation, and Vascular Aging in Hypertension. *Hypertension*. 2017;70:660–667. doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.117.07802.3.

3. Murkamilov I.T., Aitbaev K.A., Yusupov F.A. Pulse wave propagation velocity as a new risk factor for the progression of chronic kidney disease. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika = Cardiovascular therapy and prevention*. 2017;16(4):83–87. (In Russ.).

4. Husmann M., Jacomella V., Thalhammer C., Amann-Vesti B.R. Markers of arterial stiffness in peripheral arterial disease. *Vasa*. 2015;44:341–348. doi: 10.1024/0301-1526/a00045.

5. Tsuchikura S., Shoji T., Kimoto E., Shinohara K., Hatsuda S., Koyama H. et al. Central versus peripheral arterial stiffness in association with coronary, cerebral and peripheral arterial disease. *Atherosclerosis*. 2010;211:480–485. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2010.03.037..

6. Denisenko M.N., Genkel V.V., Salashenko A.O., Kalugina S.A., Alekseeva O.A. Stiffness of muscular and elastic arteries in patients with atherosclerosis of peripheral arteries. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika = Cardiovascular therapy and prevention*. 2016;15(5):70–73. (In Russ.).

7. Pykhtina V.S., Strazhesko I.D., Tkacheva O.N., Sharashkina N.V., Vygodin V.A., Plokhova E.V. et al. Interrelation of kidney function with arterial wall condition in people without chronic kidney disease and cardiovascular diseases. *Khirurgicheskaya praktika = Surgical practice*. 2017;2:11–20. (In Russ.).

8. Briet M., Bozec E., Laurent S., Fassot C., London G.M., Jacquot C. et al. Arterial stiffness and enlargement in mild-to-moderate chronic kidney disease. *Kidney Int.* 2006;69:350–357. doi: 10.1038/sj.ki.5000047.

9. Hermans M.M., Henry R., Dekker J.M., Kooman J.P., Kostense P.J., Nijpels G. et al. Estimated glomerular filtration rate and urinary albumin excretion are independently associated with greater arterial stiffness: the Hoorn Study. *Journal of the American Society of Nephrology: JASN.* 2007;18:1942–1952. doi: 10.1681/ASN.2006111217.

10. Ilyukhin O.V., Ilyukhina M.V., Lopatin Yu.M. Pulse wave velocity in assessing the elasticity of the main arteries. Publishing house: LAP LAMBERT. Saarbrücken, 2014. 218 p. (In Russ.).

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Этические требования соблюдены. Текст не сгенерирован нейросетью.

Информация об авторах

Михаил Евгеньевич Стаценко – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой внутренних болезней, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия; mestatsenko@rambler.ru

Денис Сергеевич Гузенко – аспирант кафедры внутренних болезней, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия; ✉ Denis-guzenko@mail.ru

Галина Петровна Дудченко – доктор медицинских наук, профессор кафедры теоретической биохимии с курсом клинической биохимии, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия; dgalina@mail.ru

Ольга Владимировна Верле – ассистент кафедры теоретической биохимии с курсом клинической биохимии, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия; verle_olga@mail.ru

Статья поступила в редакцию 04.06.2025; одобрена после рецензирования 01.07.2025; принята к публикации 20.08.2025.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Ethical requirements are met. The text is not generated by a neural network.

Information about the authors

Mikhail E. Statsenko – MD, Professor, Head of the Department of Internal Medicine, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia; mestatsenko@rambler.ru

Denis S. Guzenko – Postgraduate student of the Department of Internal Medicine, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia; ✉ Denis-guzenko@mail.ru

Galina P. Dudchenko – MD, Professor of the Department of Theoretical Biochemistry with a course in Clinical Biochemistry, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia; dgalina@mail.ru

Olga V. Verle – Assistant Professor of the Department of Theoretical Biochemistry with a course in Clinical Biochemistry, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia; verle_olga@mail.ru

The article was submitted 04.06.2025; approved after reviewing 01.07.2025; accepted for publication 20.08.2025.