

СОЛЕЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ И РАННЕЕ ПОРАЖЕНИЕ ПОЧЕК ПРИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТОНИИ И ВЫСОКОМ НОРМАЛЬНОМ АРТЕРИАЛЬНОМ ДАВЛЕНИИ

Алтайский государственный медицинский университет, г. Барнаул

Антропова О.Н., Силкина С.Б., Осипова И.В., Пырикова Н.В.

Целью исследования было изучение показателей фильтрационной функции почек у солечувствительных и солерезистентных пациентов с АГ и ВНАД. Проведено одномоментное исследование с включением 138 пациентов в возрасте 25–44 лет, из них 62 человека с высоким нормальным артериальным давлением (ВНАД) и 74 человека с нелеченой впервые выявленной артериальной гипертензией (АГ). Порог вкусовой чувствительности к поваренной соли (ПВЧС) определяли по модифицированной методике R. Henkin с использованием набора оригинальных запатентованных тест-полосок. Скорость клубочковой фильтрации (СКФ) рассчитывалась по формуле СКД-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration) по уровню креатинина, цистатина С. Среди пациентов с ВНАД по сравнению с АГ чаще обнаруживается высокий порог солевой чувствительности в 2,1 раза, но реже лица со средним уровнем – в 2,5 раза. Гиперфильтрация по креатинину обнаруживается у пациентов с ВНАД и АГ с одинаковой частотой, однако снижение фильтрационной функции по цистатину С чаще на 20% выявляется у пациентов с АГ. Пациенты с АГ и ВНАД с высоким уровнем ПВЧС, в отличие от людей с низким и умеренным значением, чаще имеют признаки раннего почечного повреждения.

Ключевые слова: *солечувствительность, артериальная гипертензия, высокое нормальное артериальное давление, раннее поражение почек.*

SALT SENSITIVITY AND EARLY KIDNEY DAMAGE IN ARTERIAL HYPERTENSION AND HIGH NORMAL ARTERIAL PRESSURE

Altai State Medical University, Barnaul

O.N. Antropova, S.B. Silkina, I.V. Osipova, N.V. Pyrikova

The research objective was to study indicators of renal filtration function in salt-sensitive and salt-resistant patients with AH and HNAP. A one stage study was conducted involving 138 patients aged 25–44 years, of which 62 people with high normal arterial pressure (HNAP) and 74 people with untreated first identified arterial hypertension (AH). The threshold of taste sensation to table salt (TTSTS) was determined by the modified R. Henkin technique using a set of original patented test strips. The glomerular filtration rate (GFR) was calculated by the formula CKD-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration) by the level of creatinine, cystatin C. Among patients with HNAP compared to AH, a high threshold of salt sensitivity is found 2.1 times more often, but individuals with an average level are less often: 2.5 times. Hyperfiltration by creatinine is found in patients with HNAP and AH with the same frequency, but a decrease in filtration function for cystatin C is more often detected in patients with AH by 20%. Patients with AH and HNAP with high levels of TTS, unlike people with low to moderate values, are more likely to have signs of early renal damage.

Keywords: *salt sensitivity, arterial hypertension, high normal arterial pressure, early kidney damage.*

Солечувствительная артериальная гипертензия (АГ) характеризуется повышенным артериальным давлением (АД) в результате избыточного потребления соли с пищей [1, 2]. Не каждый человек реагирует на потребление соли изменением АД, разделяют лиц чувствительных к соли (до 50% всех людей) и нечувствительных [3]. На сегодняшний день, существенные исследовательские усилия были направлены на раскрытие механизмов, лежащих в основе солевой чувствительности; обнаружено, что это состояние может иметь различные физиологические,

экологические, демографические и генетические факторы [4]. Хотя механизмы солевозависимого гипертонического действия становятся более известными, необходимы дополнительные исследования по измерению и кинетике натрия, по физиологическим свойствам и генетическим детерминантам чувствительности к соли, по определению групп риска, чтобы укрепить основу для рекомендаций по снижению содержания соли в пище [5].

Особенный интерес представляет повреждение почек и возможные отличия у пациентов

с солечувствительными и солерезистентными формами АГ. Повреждение клубочков, потеря подоцитов и последующая протеинурия являются одними из основных признаков инициации заболевания почек при АГ, и особенно важно оценить механизмы, лежащие в основе их повреждения [6]. Недавние литературные данные показали, что изменения в митохондриях, окислительно-восстановительная способность и гомеостаз вовлечены в патогенез гипертонического поражения почек, острого повреждения почек и диабетической нефропатии [7]. Текущие знания позволяют предположить, что митохондриальная дисфункция клубочков и их компонентов (мезангиальные клетки, эндотелиальные клетки или подоциты) может вызывать снижение выработки АТФ [8]. Как источник АТФ, митохондрии могут увеличивать симпатическую активность, что способствует удержанию натрия и сужению сосудов, хотя полный механизм остается неясным [9]. Уточняется роль Na в процессе почечного повреждения. Известно, что повышенная доставка Na в мозговой слой почки стимулирует выработку митохондриями метаболитов, способствующих АГ [10]. Антиоксидантная активность супероксиддисмутазы 2 (SOD2) ослабляет гипертензивные эффекты, в эксперименте на мышцах показано, что дефицит SOD2 развивает индуцированную солью гипертензию [11].

Представляется интересным изучение роли чувствительности к соли в формировании ранних почечных повреждений у пациентов не только при АГ, но и с высоким нормальным АД (ВНАД).

Цель исследования – изучить показатели фильтрационной функции почек у солечувствительных и солерезистентных пациентов с АГ и ВНАД.

Материалы и методы

Проведено одномоментное исследование с включением 138 пациентов в возрасте 25–44 лет, из них 62 человека с ВНАД и 74 человека с нелеченой впервые выявленной АГ. Критериями исключения из исследования были отказ от участия в исследовании, беременность, вторичные формы АГ, ассоциированные клинические состояния, нарушение ритма высоких градаций, хроническое заболевание в стадии обострения. Пациенты, включенные в исследование, подписали добровольное информированное согласие на проведение исследования, одобренного Этическим комитетом ГБОУ ВПО Алтайского государственного медицинского университета (протокол № 14 от 17.11.2014 г.). Проводилось общеклиническое и лабораторное обследование. Диагноз АГ или ВНАД устанавливался на основании офисного измерения автоматиче-

ским тонометром OMRON M2 Basic с пределом допустимой погрешности измерений ± 3 мм рт. ст. (ESH, 2002) и суточного мониторинга АД в течение 24 ч прибором VpLAB (ООО «Петр Телегин»). В зависимости от показателей офисного и суточного АД, пациенты были распределены в группу ВНАД (при офисном АД 120/80–139/89 мм рт. ст. и нормальных значениях суточного АД) и АГ (при офисном АД $\geq 140/90$ мм рт. ст., среднесуточных показателях АД днем $\geq 135/85$ мм рт. ст., АД $\geq 120/70$ мм рт. ст.).

Субъективная оценка употребления поваренной соли проводилась посредством анкетирования. Объективным методом был определен порог вкусовой чувствительности к поваренной соли (ПВЧПС), который определяли по модифицированной методике R. Henkin (1964), с использованием набора оригинальных запатентованных тест-полосок [12]. Каждая тест-полоска имела нанесение раствора хлорида натрия. Оценку уровней ПВЧПС проводили по критериям: низкому ПВЧПС соответствуют значения менее 0,16% нанесенной концентрации хлорида натрия, среднему – 0,16%, высокому ПВЧПС – 0,32% и более. В дополнение к оценке питания и ПВЧПС изучалась суточная экскреция натрия в моче, являющаяся «золотым стандартом» скрининга потребления соли. Определение количества ионов натрия выполнялось ионоselectивным электродом. Референсные значения составляли 40–220 ммоль/сутки.

Концентрация креатинина сыворотки крови определялась калориметрическим методом по Jaffe после проведения абсорбции. Метод количественного определения цистатина С в сыворотке крови был проведен с использованием диагностического набора Bio Vendor (Чехия), основан на «сэндвич»-методе иммуноферментного анализа. СКФ рассчитывалась по формуле СКД-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration) по уровню креатинина, цистатина С. Уровень скорости клубочковой фильтрации 60–89 мл/мин/1,73 м² интерпретировался как снижение функции почек. Показатели СКФ менее 60 мл/мин/1,73 м² являлись диагностическим критерием поражения органов-мишеней. Показатели СКФ более 115 мл/мин/1,73 м² рассценивались как критерий гиперфильтрации вследствие внутриклубочковой гипертензии у пациентов с ВНАД и АГ.

Статистический анализ проводился с помощью пакета встроенных функций программы Microsoft Excel 2010 и программного обеспечения STATISTICA 10.0 Trial (StatSoft Inc.) с учетом типа распределения данных. Данные представлены для качественных переменных в виде частоты встречаемости (%), для количественных – как медиана Me [25;75 перцентиль]. Сравнение признаков независимых выборок проводили

посредством двустороннего анализа долей и с помощью критерия χ^2 (Хи-квадрат). Нулевую статистическую гипотезу отвергли при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

В нашем исследовании проводилась комплексная оценка солезависимости. В дополнение к оценке питания изучались экскреция натрия в суточной моче, являющаяся золотым стандартом скрининга потребления соли, и порог вкусовой чувствительности к поваренной соли. При изучении данных показателей выявлено (таблица 1), что лица с ВНАД и АГ имеют сопоставимую частоту повышенной суточной экскреции Na с мочой, однако среди пациентов с ВНАД по сравнению с АГ чаще обнаружива-

ется высокий порог солевой чувствительности в 2,1 раза ($\chi^2=7,6$, $p=0,006$), но реже лица со средним уровнем – в 2,5 раза ($\chi^2=5,3$, $p=0,002$). Следует отметить, что при оценке питания выявлен больший процент пациентов с чрезмерным употреблением соли среди пациентов с АГ в 1,9 раза ($\chi^2=12,1$, $p=0,001$). Таким образом, независимо от уровня АД имеется повышенная экскреция Na у 42–46% пациентов молодого и среднего возраста, однако при АГ чаще обнаруживается число лиц, чрезмерно употребляющих соль, а среди пациентов с ВНАД чаще имеется высокий ПВЧ. Возможно, это связано с тем, что для формирования ВНАД солечувствительность является важным, независимым фактором.

Таблица 1

Показатели солечувствительности обследованных пациентов (n (%))

Показатель	ВНАД (n=62)	АГ (n=74)
Суточная экскреция Na >200 ммоль/сутки	26 (41,9)	34 (45,9)
ПВПЧС низкая	46 (74,2)	42 (56,7)
ПВ ПЧС повышена:		
средняя	22 (35,5)	28 (37,8)
высокая	7 (11,2)	20 (27,7)*
Чрезмерное употребление соли	15 (22,8)	8 (10,8)**
	20 (32,2)	46 (62,1)***

Примечание: ПВЧПС – порог вкусовой чувствительности к поваренной соли, * – достоверность различий с показателем при ВНАД ($p < 0,05$), ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

Результаты оценки СКФ при расчете по уровню креатинина (СКФ Кр) позволяют говорить о сопоставимых показателях клубочковой фильтрации у обследованных с АГ и ВНАД. В обеих группах отсутствовало снижение показателя менее 60 мл/мин, с одинаковой частотой (15,8% и 9,5% при ВНАД и АГ) определялась гиперфильтрация (рисунок 1). В ранее проведенных исследованиях также сообщалось об увеличении распространенности гиперфильтрации (по креатинину) при предгипертонии (OR 1,33), гипофильтрация не была связана с предиабетом или предгипертонией [13]. В настоящее время ВНАД расценивается как состояние предболезни, а вопросы прогноза, определения тактики (необходимость медикаментозной коррекции) являются не до конца изученными. Полученные в данном исследовании результаты, с нашей точки зрения, подчеркивают важность выявления пациентов с ВНАД и тщательную стратификацию их сердечно-сосудистого риска, в том числе оценку раннего поражения почек.

Роль цистатина С в сыворотке как показателя функции почек (фильтрации) в настоящее время хорошо известна. Цистатин С генерируется с постоянной скоростью, свободно фильтруется, реабсорбируется и катаболизируется в проксимальных канальцах нефрона [14]. На него не влияют вес и мышечная масса, и поэ-

тому считается, что цистатин С является более точным измерителем функции почек по сравнению с сывороточным креатинином. В ряде исследований показана значительная разница СКФ по креатинину и СКФ, определенной по цистатину С. Например, у пациентов с ожирением эта разница составила 12,9% [15]. Помимо использования для оценки функции почек, СКФ на основе цистатина С (СКФ ЦС) является лучшим предиктором сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) и смертности по сравнению с СКФ на основе креатинина сыворотки [16, 17]. Повышение уровня цистатина С в сыворотке было связано с повышенным риском артериальной жесткости, каждое стандартное отклонение в повышении содержания цистатина С приводило к увеличению риска дислипидемии на 22%, к увеличению риска ожирения на 27% и к увеличению риска повышения пульсового давления на 24% после поправки на вмешивающиеся факторы [18].

При анализе полученных нами данных выявлено, что использование СКФ ЦС по сравнению с СКФ Кр приводит к различию в оценке раннего почечного повреждения. Так, среди обследованных не выявлено пациентов с гиперфильтрацией по цистатину С, однако снижение фильтрационной функции почек обнаружено у 9,7% и 29,7% обследованных с ВНАД и АГ соот-

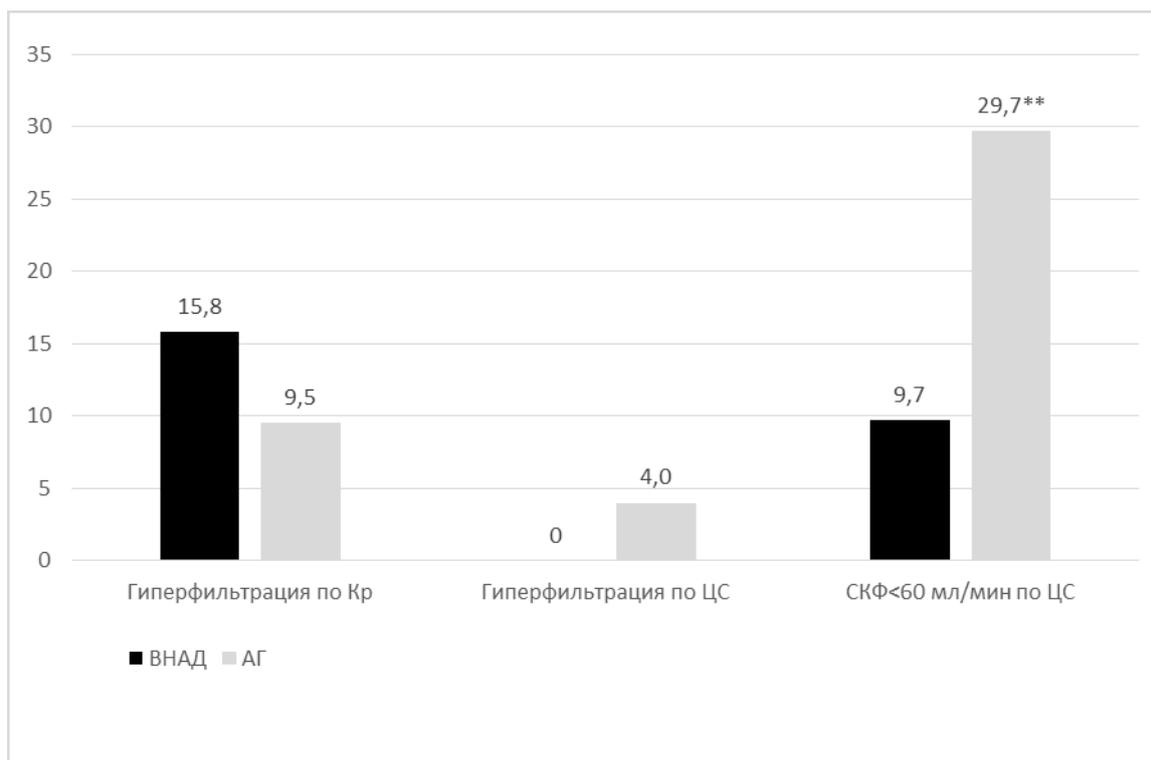


Рисунок 1 – Ранние признаки почечной дисфункции у пациентов с ВНАД и АГ (%). СКФ – скорость клубочковой фильтрации, ** – достоверность различий с показателем при ВНАД ($p < 0,01$).

ветственно, различия в показателе составили 20% ($\chi^2=8,3$, $p=0,004$). Эти результаты, по нашему мнению, имеют существенное практическое значение, обосновывая необходимость определения цистатина С у лиц именно с ранними стадиями гипертензивных состояний.

В настоящее время гиперфилтрация почек обсуждается как ранний признак гипертонической нефропатии у лиц, чувствительных к соли [19]. Нами были изучены показатели клубочковой фильтрации в зависимости от ПВЧС (таблица 2). Пациенты с высоким уровнем ПВЧС, в отличие от людей с низким и умеренным значением, имеют признаки раннего почечного повреждения: гиперфилтрацию по креатинину (47,8%) или снижение фильтрационной функции по цистатину С (52,1%). У лиц с умеренным и низким ПВЧС частота отклонений по показателю СКФ достоверно ниже: гиперфилтрация по КР в 11 раз ($\chi^2=35,4$, $p=0,001$) и гипофилтрация по ЦС в 5 раз ($\chi^2=17,3$, $p=0,001$). У лиц с ВНАД только при высоком ПВЧС выявлялось снижение СКФ ЦС (66,7%, $\chi^2=8,3$, $p=0,01$), в то же время, оценка по уровню креатинина не выявила значимых различий в зависимости от солевой чувствительности. В группе АГ гиперфилтрация по КР имела только у пациентов с ПВЧС (87,5%, $\chi^2=22,6$, $p=0,001$), различия при оценке СКФ по ЦС не были достоверными (возможно, связано с ограниченным количеством наблюдений). Мы считаем, что полученные результаты должны учитываться при определении риска поражения органов-мишеней у пациентов с

ВНАД. Оценка ПВЧС может рассматриваться как скрининговый тест для таких лиц, позволяющий выявлять пациентов, которым необходимо определение фильтрационной функции почек не только по уровню креатинина, но и по цистатину С. Кроме того, у пациентов с гиперфилтрацией могут потребоваться более настойчивые рекомендации по снижению солевой нагрузки для предотвращения дальнейшего поражения почек.

Заключение

Среди пациентов с ВНАД по сравнению с АГ чаще обнаруживается высокий порог солевой чувствительности в 2,1 раза, но реже лица со средним уровнем – в 2,5 раза. Гиперфилтрация по креатинину обнаруживается у пациентов с ВНАД и АГ с одинаковой частотой, однако снижение фильтрационной функции по цистатину С чаще на 20% выявляется у пациентов с АГ. Пациенты с АГ и ВНАД с высоким уровнем ПВЧС, в отличие от людей с низким и умеренным значением, чаще имеют признаки раннего почечного повреждения.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы:

1. Pilic L., Pedlar C.R., Mavrommatis Y. Salt-sensitive hypertension: mechanisms and effects of dietary and other lifestyle factors. *Nutr. Rev.* 2016;74(10): 645-658. DOI: 10.1093/nutrit/nuw028
2. Rust P., Ekmekcioglu C. Impact of salt in-

Таблица 2

Показатели фильтрационной функции почек в зависимости от порога солевой чувствительности (п (%))

Показатель	Все обследованные пациенты (n=138)		ВНАД (n=62)		АГ (n=74)	
	низкий и умеренный ПВЧС (n=115)	высокий ПВЧС (n=23)	низкий и умеренный ПВЧС (n=53)	высокий ПВЧС (n=15)	низкий и умеренный ПВЧС (n=62)	высокий ПВЧС (n=8)
СКФ Кр>115 мл/мин	5 (4,3)	11 (47,8)***	5 (9,4)	4 (26,6)	0	7 (87,5)***
СКФ ЦС >115 мл/мин	3 (2,6)	0	0	0	3 (4,8)	0
СКФ ЦС <60 мл/мин	16 (10,4)	12 (52,1)***	0	6 (66,7)**	16 (25,8)	6 (75,0)

Примечание: ПВЧС – порог вкусовой чувствительности к поваренной соли, СКФ – скорость клубочковой фильтрации, Кр – креатинин, ЦС – цистатин С, ** – достоверность различий с показателем данной группы при низком и умеренном ПВЧС (p<0,01), ***p<0,001.

take on the pathogenesis and treatment of hypertension. *Adv. Exp. Med. Biol.* 2017;956: 61-84. DOI: 10.1007/5584

3. Marketou M.E., Maragkoudakis S., Anastasiou I., Nakou H., Plataki M., Vardas P.E. et al. Salt-induced effects on microvascular function: A critical factor in hypertension mediated organ damage. *J. Clin Hypertens.* 2019;21: 749-757. DOI: 10.1111/jch.13535

4. Domondon M., Polina I., Nikiforova A.B., Sultanova R.F., Kruger C., Vasileva V. Y et al. Renal Glomerular Mitochondria Function in Salt-Sensitive Hypertension. *Frontiers Physiology.* 2020;10: 1588. DOI: 10.3389/fphys.2019.01588

5. Rust P., Ekmekcioglu C., Affiliations. Impact of Salt Intake on the Pathogenesis and Treatment of Hypertension. *Adv Exp Med Biol.* 2017;956: 61-84. DOI: 10.1007/5584_2016_147.

6. Seccia T.M., Caroccia B., Calo L.A. Hypertensive nephropathy. Moving from classic to emerging pathogenetic mechanisms. *J. Hypertens.* 2017;35: 205-212. DOI: 10.1097/HJH.0000000000001170

7. Galvan D.L., Green N.H., Danesh F.R. The hallmarks of mitochondrial dysfunction in chronic kidney disease. *Kidney Int.* 2017;92(5): 1051-1057. DOI: 10.1016/j.kint.2017.05.

8. Zhang L.H., Zhu, X.Y., Eirin A., Sultanova R.F., Kruger C., Vasileva V.Y. et al. Early podocyte injury and elevated levels of urinary podocyte-derived extracellular vesicles in swine with metabolic syndrome: role of podocyte mitochondria. *Am J. Physiol. Renal Physiol.* 2019;317(7): F12-F22. DOI: 10.1152/ajprenal.00399

9. Loperena R., Harrison D.G. Oxidative stress and hypertensive diseases. *Med. Clin. North Am.* 2017;101: 169-193. DOI: 10.1016/j.mcna.2016.08.004.

10. Eirin A., Saad A., Woollard J.R. Juncos L.A., Calhoun D.A., Tang H. et al. Glomerular hyperfiltration in obese African American hypertensive patients is associated with elevated urinary mitochondrial-DNA copy number. *Am J. Hypertens.* 2017;30(11): 1112-1119. DOI: 10.1093/ajh/

11. Rodriguez-Iturbe B., Sepassi L., Quiroz Y.,

Zhenmin Ni., Wallace D.C., Vaziri N.D. et al. Association of mitochondrial SOD deficiency with salt-sensitive hypertension and accelerated renal senescence. *J. Appl. Physiol.* 2007;102: 255-260. doi: 10.1152/japplphysiol.00513.2006

12. Куликов В.П., Алексеенцева А.В. Способ определения порога вкусовой чувствительности к поваренной соли. Патент на изобретение. Номер патента: RU 2539014. Дата публикации: 10.01.2015.

13. Okada R., Yasuda Y., Tsushita K. Wakai K., Hamajima N., Matsuo S. et al. Glomerular hyperfiltration in prediabetes and prehypertension. *Nephrol Dial Transplant.* 2012;27(5): 1821-1825. DOI: 10.1093/ndt/gfr651

14. Shlipak M.G., Mattes M.D., Peralta C.A. Update on cystatin C: incorporation into clinical practice. *Am J. Kidney Dis.* 2013;62(3): 595-603.

15. Alaje N.A., Adedeji T., Adedoyin A.R. et al. Creatinine and cystatin C-based evaluation of renal function among obese subjects in Benin City. *Saudi J. Kidney Dis Transpl.* 2019;30(3): 648-654. DOI: 10.4103/1319-2442.261339.

16. Fernando S., Polkinghorne K.R. Cystatin C: not just a marker of kidney function. *J. Bras Nefrol.* 2020;42(1): 6-7. DOI: 10.1590/2175-8239-JBN-2019-0240.

17. Osaki T., Satoh M., Tanaka F., Tanno K., Takahashi Y., Nasu T. et al. The Value of a Cystatin C-based Estimated Glomerular Filtration Rate for Cardiovascular Assessment in a General Japanese Population: Results From the Iwate Tohoku Medical Megabank Project. *J. Epidemiol.* 2020;30(6): 260-267.

18. Huang X., Jiang X., Wang L. Zhenyu Liu, Yang Wu, Gao P. et al. Serum Cystatin C and Arterial Stiffness in Middle-Aged and Elderly Adults without Chronic Kidney Disease: A Population-Based Study. *Med. Sci Monit.* 2019;3(25): 9207-9215. DOI:10.12659/MSM.916630.

19. Kantaria N., Pantsulaia I., Andronikashvili I., Simonia G. Possible mechanism of development of salt sensitive essential hypertension. Simonia.

Georgian Med News. 2016;(258): 28-32.

References

1. Pilic L., Pedlar C.R., Mavrommatis Y. Salt-sensitive hypertension: mechanisms and effects of dietary and other lifestyle factors. *Nutr. Rev.* 2016;74(10): 645-658. DOI: 10.1093/nutrit/nuw028
2. Rust P., Ekmekcioglu C. Impact of salt intake on the pathogenesis and treatment of hypertension. *Adv. Exp. Med. Biol.* 2017;956: 61-84. DOI: 10.1007/5584
3. Marketou M.E., Maragkoudakis S., Anastasiou I., Nakou H., Plataki M., Vardas P.E. et al. Salt-induced effects on microvascular function: A critical factor in hypertension mediated organ damage. *J. Clin Hypertens.* 2019;21: 749-757. DOI: 10.1111/jch.13535
4. Domondon M., Polina I., Nikiforova A.B., Sultanova R.F., Kruger C., Vasileva V. Y et al. Renal Glomerular Mitochondria Function in Salt-Sensitive Hypertension. *Frontiers Physiology.* 2020;10: 1588. DOI: 10.3389/fphys.2019.01588
5. Rust P., Ekmekcioglu C., Affiliations. Impact of Salt Intake on the Pathogenesis and Treatment of Hypertension. *Adv Exp Med Biol.* 2017;956: 61-84. DOI: 10.1007/5584_2016_147.
6. Seccia T.M., Caroccia B., Calo L.A. Hypertensive nephropathy. Moving from classic to emerging pathogenetic mechanisms. *J. Hypertens.* 2017;35: 205-212. DOI: 10.1097/HJH.0000000000001170
7. Galvan D.L., Green N.H., Danesh F.R. The hallmarks of mitochondrial dysfunction in chronic kidney disease. *Kidney Int.* 2017;92(5): 1051-1057. DOI: 10.1016/j.kint.2017.05.
8. Zhang L.H., Zhu, X.Y., Eirin A., Sultanova R.F., Kruger C., Vasileva V.Y. et al. Early podocyte injury and elevated levels of urinary podocyte-derived extracellular vesicles in swine with metabolic syndrome: role of podocyte mitochondria. *Am J. Physiol. Renal Physiol.* 2019;317(7): F12-F22. DOI: 10.1152/ajprenal.00399
9. Loperena R., Harrison D.G. Oxidative stress and hypertensive diseases. *Med. Clin. North Am.* 2017;101: 169-193. DOI: 10.1016/j.mcna.2016.08.004.
10. Eirin A., Saad A., Woollard J.R. Juncos L.A., Calhoun D.A., Tang H. et al. Glomerular hyperfiltration in obese African American hypertensive patients is associated with elevated urinary mitochondrial-DNA copy number. *Am J. Hypertens.* 2017;30(11): 1112-1119. DOI: 10.1093/ajh/
11. Rodriguez-Iturbe B., Sepassi L., Quiroz Y., Zhenmin Ni., Wallace D.C., Vaziri N.D. et al. Association of mitochondrial SOD deficiency with salt-sensitive hypertension and accelerated renal senescence. *J. Appl. Physiol.* 2007;102: 255-260. doi: 10.1152/jappphysiol.00513.2006
12. Kulikov V.P., Aleksentseva A.V. Method of determining the threshold of taste sensitivity to table salt. Patent for invention. Patent number: RU

2539014. Publication date: 10.01.2015.

13. Okada R., Yasuda Y., Tsushita K. Wakai K., Hamajima N., Matsuo S. et al. Glomerular hyperfiltration in prediabetes and prehypertension. *Nephrol Dial Transplant.* 2012;27(5): 1821-1825. DOI: 10.1093/ndt/gfr651
14. Shlipak M.G., Mattes M.D., Peralta C.A. Update on cystatin C: incorporation into clinical practice. *Am J. Kidney Dis.* 2013;62(3): 595-603.
15. Alaje N.A., Adedeji T., Adedoyin A.R. et al. Creatinine and cystatin C-based evaluation of renal function among obese subjects in Benin City. *Saudi J. Kidney Dis Transpl.* 2019;30(3): 648-654. DOI: 10.4103/1319-2442.261339.
16. Fernando S., Polkinghorne K.R. Cystatin C: not just a marker of kidney function. *J. Bras Nefrol.* 2020;42(1): 6-7. DOI: 10.1590/2175-8239-JBN-2019-0240.
17. Osaki T., Satoh M., Tanaka F., Tanno K., Takahashi Y., Nasu T. et al. The Value of a Cystatin C-based Estimated Glomerular Filtration Rate for Cardiovascular Assessment in a General Japanese Population: Results From the Iwate Tohoku Medical Megabank Project. *J. Epidemiol.* 2020;30(6): 260-267.
18. Huang X., Jiang X., Wang L. Zhenyu Liu, Yang Wu, Gao P. et al. Serum Cystatin C and Arterial Stiffness in Middle-Aged and Elderly Adults without Chronic Kidney Disease: A Population-Based Study. *Med. Sci Monit.* 2019;3(25): 9207-9215. DOI:10.12659/MSM.916630.
19. Kantaria N., Pantsulaia I., Andronikashvili I., Simonia G. Possible mechanism of development of salt sensitive essential hypertension. *Simonia. Georgian Med News.* 2016;(258): 28-32.

Контактные данные

Автор, ответственный за переписку: Антропова Оксана Николаевна, д.м.н., профессор кафедры факультетской терапии и профессиональных болезней Алтайского государственного медицинского университета, г. Барнаул. 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, 20. Тел.: (3852) 201279. E-mail: antropovaon@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-6233-7202>

Информация об авторах

Силкина Светлана Борисовна, аспирант кафедры факультетской терапии и профессиональных болезней Алтайского государственного медицинского университета, г. Барнаул. 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, 20. Тел.: (3852) 201279. E-mail: s.shel@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-8282-2574>

Осипова Ирина Владимировна, д.м.н., профессор, заведующая кафедрой факультетской терапии и профессиональных болезней Алтайского

государственного медицинского университета,
г. Барнаул.
656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, 20.
Тел.: (3852) 201279.
E-mail: i.v.osipova@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-6845-6173>

Пырикова Наталья Викторовна, д.м.н., профес-
сор кафедры факультетской терапии и профес-
сиональных болезней Алтайского государствен-
ного медицинского университета, г. Барнаул.
656045, г. Барнаул, ул. Ляпидевского, 1.
Тел.: (3852) 689492.
E-mail: allinatali@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4387-7737>

Поступила в редакцию 10.02.2021
Принята к публикации 02.03.2021

Для цитирования: Антропова О.Н., Силкина С.Б., Осипова И.В., Пырикова Н.В. Солечувстви-
тельность и раннее поражение почек при арте-
риальной гипертензии и высоком нормальном
артериальном давлении. *Бюллетень медицин-
ской науки.* 2021;1(21): 20–26.

Citation: Antropova O.N., Silkina S.B., Osipova
I.V., Pyrikova N.V. Salt sensitivity and early kid-
ney damage in arterial hypertension and high nor-
mal arterial pressure. *Bulletin of Medical Science.*
2021;1(21): 20–26. (In Russ.)