



МЕДИЦИНСКАЯ ЭКОЛОГИЯ

УДК:616.12-008.331/.351-022.35

ПИТЬЕВАЯ ВОДА И АРТЕРИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ: НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ В РЕСПУБЛИКЕ ДАГЕСТАН

© 2008. ¹Абдулкадырова С.О., Гаджиев Г.Э., ² Омарова Х.Г.

¹Дагестанская медицинская академия, ² Дагестанский государственный университет

Целью исследования было выяснить связь химического состава питьевых вод с уровнем артериального давления (АД) и распространенностью артериальной гипертензии (АГ) в высокогорном (Кулинский, Тляратинский, Цунтинский) и плоскостном регионах (Ногайский район) республики Дагестан. Питьевые воды в Высокогорном регионе были мало минерализованы ($128,24 \pm 7,41$ мг/л). Соотношение анионов $\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$, катионов $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na}$. В плоскостном регионе питьевые воды более минерализованы ($633,26 \pm 22,56$ мг/л) Соотношение анионов $\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$, катионов $\text{Na} > \text{Ca} > \text{K} > \text{Mg}$. Обнаружено, что в высокогорной зоне по возрасту показатели АД ниже, чем в плоскостном регионе. Возрастное повышение АД незначительно. Распространенность АГ ($\text{АД} \geq 140/90$ мм рт.ст.) в высокогорных районах соответственно была равна $5,67 \pm 0,48\%$, $4,21 \pm 0,93\%$, $7,23 \pm 0,73\%$. В Ногайском районе распространенность АГ равнялась $26,90 \pm 0,92\%$.

The aim of this study was to estimate the links between chemical composition of drinking water and a level of arterial pressure (AP) and prevalence of an arterial hypertension AH) in populations in high-mountainous (Kulinsky, Tljaratinsky, Tsuntinsky areas) and plane regions (Nogajsky area) of republic Dagestan. Drinking water in high-mountainous region was low mineralized ($128, 24 \pm 7, 41$ mg /l). A parity of anions was $\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$, the parity of cations was $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na}$. In plane region drinking water was more mineralized ($633, 26 \pm 22, 56$ mg /l) the parity of anions was $\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$ and the parity of cations was $\text{Na} > \text{Ca} > \text{K} > \text{Mg}$. It was revealed, that in a high-mountainous region age-related levels of AP were lower, than that in plane region. Age increase of BP was negligible. Prevalence AH ($\text{BP} \geq 140/90$ mm Hg) in high-mountainous areas was accordingly equal $5,67 \pm 0,48 \%$, $4,21 \pm 0,93 \%$, $7,23 \pm 0,73 \%$. In Nogajsky area the prevalence of AH was equal $26,90 \pm 0,92 \%$.

Артериальная гипертензия (АГ) полиэтиологическое заболевание. Распространенность АГ и возрастные уровни артериального давления (АД) в различных регионах мира зависят от сочетания многих факторов риска (ФР). Для населения горных регионов характерны более низкие уровни артериального давления (АД) и более низкая распространенность АГ [8, 12]. Это обстоятельство принято объяснять благоприятным влиянием горной гипоксии на некоторые нейрогуморальные механизмы регуляции АД [7, 8]. Возможно участие и других экологических факторов, в том числе минерального состава пищевых продуктов и питьевой воды [10]. Установлено влияние натрия, калия, кальция, магния и некоторых микроэлементов [2, 6, 11, 13, 15.] на регуляцию АД и развитие АГ.

Основным источником минеральных ресурсов для человека являются продукты питания [2, 6, 10, 15]. Влияние минерального состава пищевых продуктов и специальных пищевых добавок на уровень АД изучено достаточно полно. С водой в организм человека поступает значительно меньшее количество химических элементов. Значение химического состава питьевых вод в эпидемиологии АГ продолжает оставаться объектом изучения. [5, 11, 13].



Население горных и плоскостных регионов Дагестана пользуются различными источниками питьевых вод. Источником питьевых вод в горных регионах служат многочисленные родники и питаемые ими реки. Населения плоскостного региона на Прикаспийской низменности пользуются питьевой водой из подземных источников, получаемой бурением артезианских скважин.

Целью настоящего исследования было изучение химического состава питьевой воды, уровня АД у населения и распространенности АГ на Прикаспийской низменности и в высокогорных районах Дагестана.

Материал и методы. Исследование проводилось в трех сельских районах Высокогорного Дагестана (Кулинском, Тляртинском и Цунтинском) а также в Ногайском районе и в г. Кизляр на Прикаспийской низменности. На первом этапе исследования проведен анализ архивного материала ОАО «Дагестан-геология» относительно химического состава артезианских скважин, а также опубликованных источников по водным ресурсам Дагестана [1, 4, 9]. Изучен химический состав четырех горных рек, формирующихся из слияния всех водных источников трех обследованных горных районов. На Прикаспийской низменности изучен состав 95 артезианских скважин, которыми пользуется населения Ногайского района и г. Кизляр. Контрольные исследования были проведены на Прикаспийской низменности в Ногайском районе.

Определение макроэлементов в питьевых водах проведено обычными химическими методами, а микроэлементов атомно-абсорбционной спектрофотометрией на аппарате Hittachi 170-70.

На втором этапе проведено обследование населения для определения уровня АД и распространенность АГ проводилось согласно рекомендациям ВОЗ по организации эпидемиологических исследований по сердечно-сосудистым заболеваниям [22]. В данной статье сравниваются результаты, полученные в двух районах: Кулинском и Ногайском, которые являются наиболее типичными для своих регионов. В Кулинском районе обследовано 2298 человек, а в Ногайском районе 5117.

Статистическую обработку полученных данных проводили на ПК по программам Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение. Как было отмечено, в горных районах источниками питьевой воды служат родники и небольшие реки. Родников и рек в высокогорной местности очень много. На землях любого населенного пункта, как правило, можно найти множество родников. Они, в свою очередь, образуют множество безымянных рек, которые в конечном итоге сливаются в общий речной сток. Таких речных стоков в обследованных горных районах было четыре: Кулинское койсу (в Кулинском районе), Кила и Андийское койсу (в Цунтинском районе), Джурмут (в Тляртинском районе). Химический состав отдельных родников и мелких рек может сильно отличаться в зависимости характера локальных горных пород, которые они дренируют. Суммарное содержание различных элементов во множестве этих рек и родников целесообразно оценить путем изучения химического состава вод в формируемых ими реках. Пробы воды для анализа брались у места выхода этих рек из указанных трех горных районов. Причем исследования проводились в различные сезоны года, поскольку известно, что химический состав водных источников подвержен сезонным изменениям в зависимости от количества осадков и других факторов. Всего проведен анализ в 23 пробах (4 пробы из Кулинского койсу, 6 из Кила, 7 из Андийского Койсу, 6 из Джурмута). Содержание основных макроэлементов представлено в табл. 1.

Таблица 1

Основные показатели питьевой воды в горных и плоскостных регионах, мг/л

Показатели	В Кизляре	В Ногайском районе	В Высокогорном Дагестане
Ca	11,82 ± 1,25 (1,22%)	43,99 ± 4,09 (8,28%)	19,44 ± 1,66 (14,10%)
Mg	7,02 ± 1,19 (0,73%)	15,24 ± 2,12 (2,81%)	7,06 ± 0,56 (5,12%)
Na + K	265,77 ± 7,00 (27,85%)	96,37 ± 5,45 (47,74%)	8,14 ± 1,29 (5,96%)
HCO ₂	552,06 ± 6,13 (57,42%)	189,97 ± 8,71 (34,97%)	77,16 ± 5,53 (55,99%)
SO ₄	43,47 ± 5,97 (4,52%)	149,28 ± 9,93 (24,49%)	24,77 ± 3,28 (17,97%)
Cl	41,26 ± 6,87 (4,29%)	40,34 ± 3,73 (7,43%)	4,31 ± 0,81 (3,17%)
Сумма ионов	961,41 ± 32,76 (100%)	543,21 ± 22,56 (100%)	137,81 ± 7,41 (100%)



Общая жесткость, мг/экв	1,19±0,10	4,07±0,63	4,36 ± 0,32
-------------------------	-----------	-----------	-------------

Речные воды Горного Дагестана оказались маломинерализованными. Сумма ионов в водах р. Кули равна 164,90 мг/л, р. Джурмут – 113,50 мг/л, р. Кила – 116,00 мг/л. Общая жесткость равна соответственно 4,47 мэкв/л, 3,32 мэкв/л и 3,55 мэкв/л, pH колеблется в пределах 7,0-8,3. По химическому составу они являются гидрокарбонатно-сульфатными-кальциево-магниево-натриевыми. Соотношение ионов: для анионов $\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$ и для катионов $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na}$. Характерно отсутствие ионов хлора в высокогорных районах. Он появляется ниже по течению.

Спектральный анализ сухих остатков вод показал наличие (% сухого остатка): алюминия – 0,007-0,62, стронция – 0,0012-0,006, титана – 0,0012-0,008, марганца – 0,0018-0,009, хрома от следов до 0,008, никеля – следы, меди – 0,0035-0,0051, молибдена – 0,0011-0,0025. Мышьак не обнаружен.

Общей особенностью вод артезианских скважин этого региона является их повышенная минерализация и преобладание натрия среди других катионов. По химическому составу они являются гидрокарбонатно-сульфатно-натриево-хлоридными. Соотношение основных ионов в водах Ногайского района $\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$ для анионов и $\text{Na} > \text{Ca} > \text{K} > \text{Mg}$ для катионов.

Содержание редких элементов в артезианских водах Прикаспийской низменности было следующим: $\text{Zn}=0,077\pm0,035$; $\text{Si}=0,006\pm0,004$; $\text{Pb}=0,005\pm0,0006$; $\text{Cd}=0,0005\pm0,0185$; $\text{As}=0,088\pm0,0185$; $\text{J}=0,75\pm0,38$; $\text{Br}=1,118\pm0,4467$; $\text{Mn}=0,121\pm0,024$; $\text{F}=0,296\pm0,056$; $\text{S}_4=0,643\pm0,176$; $\text{Ra}=0,0083\pm0,0009$; $\text{Hg}=0,001\pm0,0002$; $\text{Ni}=0,0026\pm0,0014$; $\text{Co}=0,0005\pm0,00012$.

Общей особенностью вод артезианских скважин этого региона является их повышенная минерализация и преобладание натрия среди других катионов. Сумма ионов в водах Ногайского района равна $543,01\pm29,56$ мг/л. По химическому составу воды этого региона классифицируются как гидрокарбонатно-сульфатно-натриево-хлоридные. Соотношение основных ионов в водах Ногайского района $\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$ для анионов и $\text{Na} > \text{Ca} > \text{K} > \text{Mg}$ для катионов.

Принципиально важной особенностью вод этого региона по сравнению с водами Высокогорного Дагестана является выраженное преобладание натрия над другими катионами. В Ногайском районе на долю натрия приходится 17,74% всех ионов, в Кизляре – 27,87%, в водах Высокогорного Дагестана 5,90%. При употреблении 1 литра воды житель Ногайского района получает $96,37\pm5,45$ мг натрия, а в Высокогорном Дагестане – $8,14\pm1,29$ мг. Разница более чем десятикратная.

Ситуация с содержанием кальция и магния в питьевых водах оказалась несколько иной. Относительное содержание кальция и магния в водах Высокогорного Дагестана также выше, чем в регионе Прикаспийской низменности. Однако, в силу высокой минерализации артезианских вод этого региона, жители Прикаспийской низменности получают большее количество кальция и магния с водой, чем население Высокогорного Дагестана.

В различных регионах мира возрастные уровни АД неодинаковы [15, 21]. С возрастом АД повышается практически повсеместно, хотя и в разной степени. В некоторых популяциях независимо от географических, климатических и расово-этнических факторов отмечено сравнительно низкое АД и отсутствие его возрастания с возрастом [20]. Наши исследования показали, что у населения Высокогорного Дагестана наблюдается чрезвычайно слабое возрастное повышение систолического АД (табл. 2-3). Эта особенность была наиболее выражена у женщин Кулинского района. Другой особенностью АД в этом регионе является значительное число лиц с гипотонией ($\text{АД} < 100/60$ мм рт.ст.). У молодых женщин гипотония встречалась значительно чаще, чем у юношей. При физикальном обследовании лиц с гипотонией у них отмечены нормальные показатели физического развития, они не жаловались на самочувствие и у них не обнаружены признаки каких-либо хронических заболеваний, способных объяснить наблюдаемую гипотонию. Вероятно, эти уровни АД для них физиологичны. Определенный скачок уровня АД появляется в возрасте 20-29 лет ($p < 0,001$). Достигнутый к этому возрасту уровень АД практически не меняется до 60 лет. У мужчин же имелось небольшое возрастное повышение систолического АД. Однако диастолическое АД и у мужчин и у женщин после 20 лет остается почти на



одном и том же уровне. Эти же закономерности, хотя и менее рельефные, наблюдаются и у населения двух других высокогорных районов.

Данные по распространенности АД в различных климатогеографических областях представлены в табл. 3. Согласно новой классификации, АД > 140/90 мм рт.ст., расценивается как АД [15]. Такое АД наблюдалось в Высокогорном Дагестане в Кулинском районе у 5,68±0,48% населения старше 14 лет, в Тляратинском районе у 4,21±0,92%, в Цунтинском у 7,23±0,73%. На Прикаспийской низменности в Ногайском районе такое АД наблюдалось у 26,90±0,38% населения, в Кизляре у 25,46±0,43%.

Таблица 2

Уровень АД мужчин Ногайского и Кулинского районов РД (мм рт.ст.)

Возраст (годы)	Районы	Число обследованных	Артериальное давление	
			систолическое	диастолическое
15 -19	Ногайский	240	101,32 ± 1,07	65,13 ± 0,51
	Кулинский	240	103,59 ± 0,89	66,38 ± 0,43
20 -29	Ногайский	318	114,19 ± 0,63	71,64 ± 0,44
	Кулинский	57	115,64 ± 1,68	73,11 ± 1,18
30 -39	Ногайский	562	116,07 ± 0,33	72,41 ± 0,35
	Кулинский	103	114,37 ± 1,15	71,29 ± 0,84
40 -49	Ногайский	434	119,47 ± 0,50	71,71 ± 0,39
	Кулинский	196	116,18 ± 0,82****	70,45 ± 0,52**
50 -59	Ногайский	159	123,46 ± 1,24	74,37 ± 0,55
	Кулинский	147	118,11 ± 1,38***	70,58 ± 0,52****
60 -69	Ногайский	110	127,62 ± 1,24	75,76 ± 0,86
	Кулинский	64	126,74 ± 2,01	74,78 ± 1,06
> = 70	Ногайский	70	131,66 ± 2,06	80,33 ± 1,18
	Кулинский	79	120,38 ± 2,28****	72,69 ± 1,04****

Таблица № 3

Уровень АД у женщин Ногайского и Кулинского районов РД(мм рт.ст.)

Возраст (годы)	Районы	Число обследованных	Артериальное давление	
			систолическое	диастолическое
15 -19	Ногайский	422	104,61 ± 0,56	65,33 ± 0,44
	Кулинский	275	102,96 ± 0,68	65,39 ± 0,42
20 -29	Ногайский	658	105,69 ± 0,55	67,26 ± 0,39
	Кулинский	146	109,00 ± 1,07***	65,75 ± 0,69
30 -39	Ногайский	900	108,87 ± 0,46	69,00 ± 0,33
	Кулинский	167	110,05 ± 0,96	65,38 ± 0,58****
40 -49	Ногайский	604	112,12 ± 0,53	70,09 ± 0,36
	Кулинский	323	109,53 ± 0,68***	66,66 ± 0,44****
50 -59	Ногайский	298	115,40 ± 1,38	70,25 ± 0,67
	Кулинский	278	110,18 ± 0,83****	67,89 ± 0,52****
60 -69	Ногайский	218	118,63 ± 1,07	71,85 ± 0,66
	Кулинский	150	113,85 ± 1,24***	65,43 ± 0,50****



	Ку- линский			
> = 70	Но- гайский Ку- линский	122 73	119,44± 1,24 110,00 ±1,17****	72,34 ±0,86 65,71±1,28****

p<0,01, *p<0,001

Полученные данные показывают, что высокогорные и плоскостные районы резко отличаются по распространенности АГ и возрастным уровням АД. Значительными оказались и различия по характеру питьевых вод. Прежде всего, обращает внимание низкая минерализация питьевых вод в высокогорной зоне. В водах этого региона мало ионов натрия, избыточное количество которого является основным алиментарным фактором развития АГ [4]. Прессорное влияние натрия доказано многочисленными эпидемиологическими, клиническими и экспериментальными исследованиями [14, 15, 18, 20]. Содержание натрия в регионе с высокой распространенностью АГ в 10-30 раз выше, чем в высокогорном районе. С учетом литературных данных, высокую заболеваемость АГ населения на Прикаспийской низменности можно объяснить высоким содержанием в питьевых водах этого региона ионов натрия.

Кальций и магний, согласно ряду исследований, оказывают противоположный натрию эффект на регуляцию АД и развитие АГ [15, 16, 21]. В популяциях с низким потреблением кальция и магния чаще встречаются АГ и другие сердечно-сосудистые заболевания [2, 15, 16]. Артезианские воды на прикаспийской низменности имеют соотношение катионов $Na > Ca > K > Mg$. Однако в силу высокой минерализации воды население этого региона получают больше кальция и магния при употреблении одинакового объема воды. Вследствие этого можно было ожидать снижения заболеваемости АГ населения прикаспийской низменности. Однако предполагаемый профилактический эффект кальция и магния на развитие АГ не проявился. Причина этой ситуации, вероятно, в метаболических взаимосвязях между различными катионами. Известно, что натрий способствует вытеснению кальция и магния из клеток и их экскреции с мочой [21, 23].

Библиографический список

1. Акаев Б.А., Атаев З.В., Гаджиев Б.С. и др. Физическая география Дагестана: Учебное пособие / ДГПУ. – М.: Школа, 1996. – 381 с.
2. Бранчевский Л.Л., Гришина Т.Р. Влияние ионного состава пищи на развитие гипертонии. // Вопросы питания. – 1988. – № 4. – С. 11-16.
3. Бубнова М.Г. Современные рекомендации по профилактике и лечению артериальной гипертонии. // Профилактика заболеваний и укрепление здоровья. – 2006. – Т.9. – №2. – С. 3-11.
4. Борьба с артериальной гипертонией. Доклад комитета экспертов ВОЗ. – М., 1997.
5. Дульский В.А. Гигиеническая оценка влияния состава питьевой воды на распространенность артериальной гипертонии: Автореферат дисс... канд. мед. наук. – Иркутск, 1994. – 17 с.
6. Мартынов А.И., Остроумова О.Д., Мамаев В.И. и др. Роль магния в патогенезе и лечении артериальной гипертонии // Тер. архив. – 1999. – Т.71. – №12. – С. 67-69.
7. Меерсон Ф.З., Барбараи Н.А., Двуреченская Г.Я. и др. Натрийуретический и антигипертензивный эффекты острой гипоксии у животных со спонтанной наследственной гипертонией // Бюлл. эксперим. биологии и медицины. – 1980. – Т.90. – № 8. – С. 142-144.
8. Миррахимов М.М. Лечение внутренних болезней горным климатом. – Л.: Медицина, 1977.
9. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 9. Закавказье и Дагестан. Вып. 3. – Л., 1986. – 300 с.
10. Самсонов М.А., Медведева И.В., Покровская Г.Р., Мамаев С.И. Питание в патогенезе, лечении и профилактике гипертонической болезни. – Екатеринбург: Сред.-Урал. кн. изд-во, 1995.
11. Стокс И.Ю. Экологические факторы риска артериальной гипертонии. – Томск, 1997.
12. Хаджиева Г.Б. Солевые и водные нагрузки у здоровых и больных гипертонической болезнью жителей высокогорья. // Здравоохранение Таджикистана. – 1991. – №5. – С. 86-88.
13. Чурина С.К., Рыжов Д.В., Ключева Н.З. и др. К патогенезу артериальной гипертензии при дефиците кальция в питьевой воде (экспериментальное исследование) // Артериальная гипертензия. – 1995. – Т. 1. – № 1. – С. 25-30.
14. Alderman M.H. Salt, blood pressure and human health. Hypertension. – 2000. – Vol. 36. – P. 890-897.
15. Chobanian A.V., Bacris G.L., Black H.P. et al. Seventh report of the joint national committee on prevention? Detected, evaluation and treatment of high blood pressure. Hypertension 2003. – Vol. 42. – P. 1206-1254.
16. Hajjar I.M., Grim C.E., Kotchen N.A. Dietary calcium lowers the age-related rise in blood pressure in the United States: the NHANES III survey. J Clin Hypertens. – 2000. – Vol. 5. – P. 122-126.
17. Iwamoto T., Kita S. Hypertension,



Na⁺/Ca²⁺ exchange and Na⁺, K⁺-ATPase. *Kidney Int.* – 2006. – Vol.69. – P. 2148-2154. **18.** *Kaplan N.M.* Evidence in favor of moderate dietary sodium reduction – cohort study // *Am. J. Hypertens.* – 2000. – Vol. 13. – P. 8-13. **19.** *Manunta P. and Giuseppe B.* Low salt diet and diuretic effect on blood pressure and organ damage. – *J Am soc Nephrol.* – 2004. – vol. 15. – P. 543-546. **20.** *Meneton O., Jerunemaitre H., Wardner H.E. and Macgregor G.A.* Links between dietary salt intake, renal handling, blood pressure and cardiovascular diseases. *Physiol. Rev.* – 2005. – Vol. 85. – P. 679-715. **21.** *Resnick L.M.* The role of dietary calcium in hypertension. A hierarchical overview. // *Am. J. Hypertens.* – 1999. – Vol. 12. – P. 99-112. **22.** *Rose G.A., Blackburn H.G., Gillum R.F., Prineas R.J.* Эпидемиологические методы изучения сердечно-сосудистых заболеваний. Издание второе. ВОЗ. – Женева, 1984. **23.** *Tasic N., Nesovic M., Djuric D., Kanjuh V.* Changes in calcium levels in blood and urine during various regimens of table salt intake in patients with essential arterial hypertension // *Srp Arh celok Lek.* – 2002. – Vol. 130. – P. 7-12.