

СОДЕРЖАНИЕ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В ВОЛОСАХ ЖИТЕЛЕЙ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА

Г.А. Батырова

PhD, руководитель кафедры клинической лабораторной и визуальной диагностики,
НАО «Западно-Казахстанский медицинский университет имени Марата Оспанова» (г. Актобе, Республика Казахстан)
ORCID 0000-0001-7970-4059
E-mail: batyrovagulnara77@gmail.com

А. Аманжолкызы

PhD, доцент кафедры нормальной физиологии,
НАО «Западно-Казахстанский медицинский университет имени Марата Оспанова» (г. Актобе, Республика Казахстан)
ORCID 0000-0002-1980-9032
E-mail: a.ainur.82@mail.ru

Г.А. Умарова

магистр медицинских наук, преподаватель кафедры доказательной медицины и научного менеджмента,
НАО «Западно-Казахстанский медицинский университет имени Марата Оспанова» (г. Актобе, Республика Казахстан)
ORCID 0000-0001-7637-113X

Ж.Ш. Тлегенова

PhD, доцент кафедры внутренних болезней № 2,
НАО «Западно-Казахстанский медицинский университет имени Марата Оспанова» (г. Актобе, Республика Казахстан)
ORCID 0000-0002-3707-7365

В.И. Кононец

магистр медицинских наук, преподаватель кафедры естественно-научных дисциплин,
НАО «Западно-Казахстанский медицинский университет имени Марата Оспанова» (г. Актобе, Республика Казахстан)
ORCID 0000-0002-4666-6794

А.А. Мамырбаев

д.м.н., профессор кафедры гигиенических дисциплин с профессиональными болезнями,
НАО «Западно-Казахстанский медицинский университет имени Марата Оспанова» (г. Актобе, Республика Казахстан)
ORCID 0000-0003-3018-4026

Г.М. Жармаханова

PhD, руководитель кафедры естественно-научных дисциплин,
НАО «Западно-Казахстанский медицинский университет имени Марата Оспанова» (г. Актобе, Республика Казахстан)
ORCID 0000-0003-1618-6041

Цель работы. Изучить гендерные и возрастные особенности содержания макроэлементов Са, К, Mg, Na, P в волосах представителей популяции Западного Казахстана.

Материал и методы. В Западно-Казахстанской и Актыбинской областях Республики Казахстан проведено одномоментное поперечное исследование. Обследовано 609 взрослых жителей, постоянно проживающих в изучаемом регионе: 391 женщина (64,2%) и 218 мужчин (34,8%) в возрасте от 18 до 60 лет. Исследование макроэлементного состава волос выполнено методом масс спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.

Результаты. Содержание в волосах макроэлементов Са, К, Mg, Na, P имело гендерные различия с более высокими концентрациями P, K, Na у мужчин, и Са, Mg – у женщин. В волосах мужчин и женщин с возрастом значимо изменялись концентрации К и Na. В возрасте 50–54 и 55–60 лет содержание К в волосах мужчин было на 211 и 185% выше, а содержание Na – на 237 и 177% выше, чем у мужчин в возрасте 18–24 лет. Содержание К в волосах женщин 55–60 лет оказалось значимо выше, чем в категориях возраста 18–24; 30–34 и 35–39 лет на 242,76 и 105% соответственно. Уровень Na в волосах женщин 55–60 лет был значимо выше, чем у лиц в возрасте 18–24; 25–29; 30–34; 35–39 и 40–44 лет на 158, 141, 139, 85 и 104% соответственно. В многофакторном линейном регрессионном анализе возраст, пол, индекс массы тела (ИМТ) в наибольшей степени предсказывали содержание Са, Mg, K, Na.

Выводы. Содержание макроэлементов в волосах взрослого населения Западного Казахстана имеет гендерные различия с более высокими концентрациями P, K, Na у мужчин и Са, Mg у женщин. Содержание К и Na в волосах и у мужчин, и у женщин значимо увеличивается с возрастом. Повышение ИМТ приводит к повышению уровней Na и К и снижению уровней Са и Mg в волосах.

Ключевые слова: макроэлементы, кальций, натрий, калий, магний, фосфор, Западный Казахстан.

Для цитирования: Батырова Г.А., Аманжолкызы А., Умарова Г.А., Тлегенова Ж.Ш., Кононец В.И., Мамырбаев А.А., Жармаханова Г.М. Содержание макроэлементов в волосах жителей Западного Казахстана. Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2021;24(11):34–41. <https://doi.org/10.29296/25877313-2021-11-06>

Основные макроэлементы кальций (Ca), калий (K), магний (Mg), натрий (Na), фосфор (P) выполняют важные функции для развития, роста человеческого организма и поддержания здоровья населения: принимают участие в формировании костной ткани, регуляции гомеостаза, и процессах жизнедеятельности клеток [1]. Окружающая среда, пол и возраст – главные факторы, определяющие элементный состав организма человека [2].

Элементный статус индивидуумов, проживающих в определенном регионе, определяется биологическими, геологическими и химическими (элементный состав почвы, воды), экологическими, климатическими и географическими факторами. Исследователи изучают влияния различных факторов, таких как профессиональное воздействие [3], эколого-географические факторы [4, 5], состав и объем потребляемой пищи [6] на элементный состав волос. Разработаны референтные интервалы концентрации макро- и микроэлементов в волосах для различных человеческих популяций [7–10]. Однако при оценке полученных результатов необходимо дополнительно разделять популяции на подгруппы по полу, возрасту, этнической принадлежности, типу волос (вьющиеся или прямые), географическому положению [11, 12].

Существуют значительные различия в метаболизме биоэлементов, в том числе и макроэлементов (Ca, K, Mg, Na, P) между мужчинами и женщинами. Гендерные различия необходимо учитывать при интерпретации полученных результатов по содержанию биоэлементов в различных субстратах организма, в том числе и при элементном анализе волос [13]. Различия по содержанию макро- и микроэлементов в волосах мужчин и женщин, принадлежащих к различным возрастным группам, описаны в многочисленных исследованиях, проведенных в России [1], Италии [14], Испании [15], Польше [2, 6, 16], Южной Корее [17].

Концентрация макроэлементов в волосах кожи головы имеет тенденцию к увеличению в возрастных группах до 25 лет. Также установлена выраженная зависимость концентрации кальция и магния от пола у лиц старше 20 лет [17]. Концентрация кальция в волосах является показателем состояния костного метаболизма и предсказателем кальцификации коронарных артерий. По данным Park с соавт. высокая концентрация кальция в волосах связана с низким потреблением кальция и низкой минеральной плотностью костей [18]. Momčilović с соавт. смогли продемонстрировать

значительную разницу в содержании кальция и других остеотропных элементов (магния и стронция) в волосах между представителями мужского и женского пола [19]. Женщины склонны накапливать примерно в 2,5 раза больше кальция и магния в волосах, чем мужчины. Наблюдаемые различия в содержании данных макроэлементов между полами могут объяснить, почему некоторые заболевания, связанные с нарушением процессов биоминерализации, такие как остеопороз, желчекаменная болезнь, мочекаменная болезнь, у женщин распространены в большей степени, чем у мужчин.

Данное исследование было направлено на оценку уровня основных макроэлементов (Ca, K, Mg, Na, P) в волосах жителей Западного региона Республики Казахстан. Популяционные исследования оценки элементного статуса по содержанию макроэлементов в волосах, ранее в Западном Казахстане не проводились.

Ц е л ь и с с л е д о в а н и я – изучение гендерных и возрастных особенностей содержания макроэлементов Ca, K, Mg, Na, P в волосах представителей популяции Западного Казахстана.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Одномоментное поперечное исследование было проведено в Западно-Казахстанской и Актюбинской областях Республики Казахстан. Исследование одобрено Биоэтической комиссией (протокол № 5 от 13.05.2020 г.). Перед сбором анкетных данных и образцов волос у обследованных, они были проинформированы о цели исследования и дали свое согласие.

Критериями исключения из исследования служили: острые состояния, связанные с инфекционными, хирургическими и травматическими заболеваниями; хронические декомпенсированные соматические заболевания; наличие металлических имплантатов; потребление витаминно-минеральных добавок; беременность, лактация.

Обследовано 609 взрослых жителей, постоянно проживающих в изучаемом регионе: 391 женщина (64,2%) и 218 мужчин (34,8%) в возрасте от 18 до 60 лет. Отбор для включения в исследование проводили методом случайной выборки в общественных местах, с учетом критериев исключения. Возраст участников исследования составил (Me (q25; q75)) 44 (32; 55) лет, рост –165 (160; 171) см, масса тела – 69 (61;80) кг, индекс массы тела (ИМТ) – 25,3 (22,3; 28,5).

Пробы волос в количестве 0,1 г забирали с затылочной области при помощи ножниц из нержавеющей стали, в конвертах с идентификационными записями отправляли в лабораторию АНО «Центр биотической медицины» (г. Москва). Исследование макроэлементного состава волос проводили методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (МС-ИСП) на квадрупольном масс-спектрометре «Nexion 300D» (Perkin Elmer, США).

Пробы волос подвергали пробоподготовке посредством отмывания и микроволнового разложения. Пряди волос промывали ацетоном, затем трехкратно ополаскивали деионизированной водой, высушивали на воздухе при температуре 60 °С. После предварительной подготовки и взятия навески образцы биосубстратов переносили в химически устойчивые тefлоновые пробирки с концентрированной азотной кислотой. Микроволновое разложение осуществляли в течение 20 мин при температуре 170–180 °С в системе «Berghof Speedwave 4» (Berghof Products&Instruments, Германия). После остывания и выравнивания давления в системе полученные в процессе разложения растворы переносили в пробирки, объем доводился до 15 мл дистиллированной деионизированной водой. Финальный раствор использовали для химического анализа.

Калибровку системы проводили с использованием набора стандартов «Universal Data Acquisition Standards Kit» («Perkin Elmer Inc.», США). Внутреннюю онлайн стандартизацию выполняли с использованием раствора изотопа Иттрий-89, полученного из Yttrium (Y) «Pure Single-Element Standard» (Perkin Elmer Inc., США). Сертифицированный стандартный образец волос человека GBW09101 «Human hair», выпущенный Шанхайским институтом ядерных исследований (Shanghai Institute of Nuclear Research, PR China), использовали для проведения контроля качества.

Для изучения возрастных особенностей содержания макроэлементов в волосах изучаемая выборка была разделена на 8 категорий (18–24; 25–29; 30–34; 35–39; 40–44; 45–49; 50–54 и 55–60 лет).

Распределение всех количественных переменных отличалось от нормального, для их описания использовали медиану (Me), 25-й и 75-й процентиля.

Множественные сравнения концентрации макроэлементов в волосах представителей изучаемых групп выполняли с использованием крите-

рия Краскела–Уоллиса (Kruskal–Wallis H-test). При обнаружении статистически значимых различий между группами проводили апостериорные сравнения с помощью критерия Манна–Уитни (Mann–Whitney U-test), новый критический уровень значимости 0,006 рассчитывали с учетом поправки Бонферони $\alpha_B = 0,050/8$.

Связи между содержанием Ca, Mg, P, K, Na в волосах и набором независимых переменных (возраст, пол, ИМТ) оценивали с помощью однофакторного и многофакторного (метод форсированного ввода) линейного регрессионного анализа. Так как распределение уровней макроэлементов в волосах имело правостороннюю асимметрию, для приближения переменных к нормальному распределению выполняли преобразование с использованием натурального логарифма $\ln(x)$. Проверку распределения после логарифмирования осуществляли с помощью описательной статистики и графических методов. Долю общей вариабельности переменной отклика (логарифм концентрации макроэлементов в волосах), которую может объяснить регрессионная модель с включением предикторов (возраст, пол, ИМТ), выражали в виде скорректированного коэффициента детерминации (R^2).

Статистический анализ выполняли с использованием пакета программ «SPSS v. 25» и «Statistica v. 10».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В табл. 1 представлен сравнительный анализ содержания кальция, фосфора, магния, калия и натрия в группе мужчин и женщин.

Как видно из представленных данных, содержание в волосах макроэлементов кальция, калия, магния, натрия, фосфора имело гендерные различия. У мужчин наблюдались более высокие концентрации фосфора, калия, натрия, тогда как в волосах женщин были значимо выше показатели кальция и магния.

В следующем анализе оценивали содержание макроэлементов в волосах мужчин и женщин в возрастных категориях: 18–24; 25–29; 30–34; 35–39; 40–44; 45–49; 50–54 и 55–60 лет. В волосах мужчин и женщин с возрастом значимо изменялись концентрации калия и натрия. В возрасте 50–54 и 55–60 лет содержание калия в волосах мужчин было на 211 и 185% выше, а содержание натрия – на 237 и 177% выше, чем у мужчин в возрасте 18–24 лет (табл. 2).

Таблица 1. Сравнительный анализ макроэлементного состава волос (мкг/г) жителей Западного Казахстана по полу

Показатель	Женщины (n=391) Me (q25;q75)	Мужчины (n=218) Me (q25;q75)	p
Возраст, лет	45,0(35,0;55,0)	35,0 (26,0;54,0)	<0,001
ИМТ, кг/м ²	25,64(22,67;28,31)	25,68(22,32;28,41)	0,946
Ca	1063,90 (641,20;2133,51)	557,00 (455,51;808,30)	<0,001
Mg	143,12(72,32;267,40)	72,50 (50,41;113,31)	<0,001
P	164,91 (143,83;189,14)	180,12 (161,02;204,71)	<0,001
K	209,62 (82,61;412,22)	288,51 (164,82;696,93)	<0,001
Na	354,01 (189,11;695,81)	521,34 (260,42;919,34)	<0,001

Таблица 2. Сравнительная характеристика содержания макроэлементов (мкг/г) в волосах мужчин Западного Казахстана с учетом возраста

Элемент	18–24 n=38	25–29 n=35	30–34 n=33	35–39 n=17	40–44 n=9	45–49 n=9	50–54 n=26	55–60 n=50	K–У, p
Ca	633,4 (478,02; 894,14)	548,44 (447,6; 743,47)	586,20 (470,90; 877,64)	518,36 (481,14; 687,31)	788,3 (452,19; 969,71)	556,79 (388,31; 811,25)	569,39 (529,35; 808,30)	519,9 (412,37; 649,12)	H=6,55; p=0,477
Mg	83,35 (52,85; 119,95)	73,70 (59,76; 89,45)	73,09 (50,35; 128,87)	67,67 (54,14; 100,55)	92,66 (45,78; 165,03)	103,43 (44,26; 134,71)	79,92 (50,75; 116,26)	64,29 (49,3; 93,45)	H=3,31; p=0,855
P	169,6 (160,12; 183,27)	190,30 (157,8; 217,8)	183,07 (160,77; 198,37)	195,13 (169,66; 234,42)	168,88 (164,02; 198,36)	176,76 (145,74; 186,54)	179,40 (154,08; 267,84)	183,50 (165,58; 224,32)	H=9,32; p=0,231
K	144,47 (85,28; 255,54)	288,5 (89,1; 621,46)	257,34 (153,35; 616,83)	240,88 (176,75; 503,27)	258,41 (248,13; 848,63)	644,0 (358,21; 806,54)	449,73 (285,92; 883,47) ^a	411,39 (245,84; 955,24) ^a	H=29,58; p<0,001
Na	228,32 (157,96; 559,48)	411,66 (164,98; 717,70)	429,09 (247,08; 810,80)	472,1 (360,81; 798,47)	647,18 (437,00; 1841,76)	899,6 (681,1; 1418,8)	771,32 (526,32; 1706,14) ^{a,b}	633,03 (422,94; 1480,57) ^a	H=37,99; p<0,001

Примечания: тест Манн–Уитни, различия на уровне $p < 0,006$; a – 18–24 лет; b – 25–29 лет; K–У p – тест Краскела–Уоллиса для всех групп.

Содержание калия в волосах женщин 55–60 лет оказалось значимо выше, чем в категориях возраста 18–24; 30–34 и 35–39 лет на 242, 76 и 105% соответственно. Содержание натрия в волосах женщин 55–60 лет было значимо выше, чем у лиц в возрасте 18–24; 25–29 лет; 30–34; 35–39 и 40–44 лет на 158, 141, 139, 85 и 104% соответственно (табл. 3).

В исследуемой выборке преобладали женщины (n=391 (64,2%), они были на 10 лет старше мужчин ($p < 0,001$). Кроме того, описана ассоциация между концентрацией микро- и макроэлементов в различных средах организма и ожирением [20]. С учетом вышеизложенного был выполнен однофакторный и многофакторный линейный регрессионный анализ, в котором оценили степень независимого влияния возраста, пола, ИМТ на содержание

макроэлементов в волосах в микрограммах на грамм (табл. 4). Многомерный анализ показал, что с каждым годом жизни концентрации калия, натрия и фосфора в волосах жителей Западного Казахстана значимо увеличиваются. При этом в мужских волосах содержится больше калия, натрия и фосфора, а в женских волосах – больше кальция и магния.

Индекс массы тела был значимым предиктором содержания в волосах калия, натрия, магния, кальция, но не фосфора. С повышением ИМТ у представителей выборки концентрации калия и натрия в волосах увеличивались, а концентрации кальция и магния снижались. Набор переменных (возраст, пол, ИМТ) в наибольшей степени предсказывал содержание в волосах натрия, калия, магния, кальция и в меньшей степени – уровень фосфора (коэффициент детерминации $R^2 = 0,068$).

Таблица 3. Сравнительная характеристика содержания макроэлементов (мкг/г) в волосах женщин Западного Казахстана с учетом возраста

Элемент	18–24 n=22	25–29 n=21	30–34 n=48	35–39 n=45	40–44 n=44	45–49 n=58	50–54 n=48	55–60 n=105	K–У, p
Ca	827,56 (600,10; 2200,79)	778,9 (689,90; 1095,96)	805,9 (594,84; 1858,37)	1526,03 (879,86; 3148,7)	1227,11 (667,14; 2521,45)	1061,71 (668,33; 2208,91)	1201,67 (608,08; 1625,53)	1039,81 (624,99; 1948,07)	H=11,90; p=0,104
Mg	93,25 (75,4; 231,95)	87,55 (62,3; 167,0)	97,29 (66,07; 220,99)	233,3 (83,03; 381,71)	110,78 [69,66; 306,03]	166,4 (76,01; 275,4)	136,5 (70,90; 227,5)	141,8 (72,44; 252,72)	H=9,85; p=0,197
P	152,79 (145,03; 171,90)	146,61 (136,39; 165,67)	169,53 (141,52; 184,62)	166,22 (147,16; 183,09)	180,73 [150,05; 207,93]	158,09 (144,07; 184,78)	370,23 (207,92; 689,43)	169,44 (143,64; 200,15)	H=15,63; p=0,029
K	88,96 (27,1; 269,05)	124,09 (38,15; 250,18)	173,02 (70,24; 318,75)	148,23 (59,11; 278,60)	201,39 [79,08; 427,56]	218,21 (97,66; 459,06)	163,71 (92,74; 453,8)	304,56 (162,42; 501,34) ^{a,c,d}	H=29,91; p<0,001
Na	197,14 (101,28; 291,88)	211,47 (153,08; 232,82)	212,9 (130,39; 557,74)	275,8 (196,88; 442,61)	249,04 [161,50; 688,21]	407,40 (192,50; 797,5) ^a	370,23 (207,92; 689,43) ^a	510,3 (316,04; 1021,8) ^{a,b,c,d,e}	H=55,05; p<0,001

Примечание: тест Манн – Уитни, различия на уровне $p < 0,006$; а – 18–24 лет; б – 25–29 лет; с – 30–34; д – 35–39 лет, е – 40–44 лет; K–У p – тест Краскела – Уоллиса для всех групп.

Таблица 4. Однофакторный и многофакторный линейный регрессионный анализ связи между возрастом, полом, индексом массы тела и содержанием макроэлементов (мкг/г) в волосах жителей Западного Казахстана

Показатель	Однофакторный анализ ^б		Многофакторный анализ ^б		R ²
	β (95%ДИ)	p	β (95%ДИ)	p	
Ca ^а					
Возраст	0,003(–0,002;0,007)	0,286	0,000(–0,004;0,005)	0,928	0,171
Пол (муж)	–0,637(–0,752;–0,522)	<0,000	–0,641(–0,758;–0,525)	<0,000	
ИМТ	–0,014(–0,026;–0,002)	0,020	–0,016(–0,028;–0,005)	0,006	
Mg ^а					
Возраст	0,003(–0,003;0,008)	0,330	0,002(–0,003;0,008)	0,386	0,142
Пол (муж)	–0,621(–0,756;–0,486)	<0,000	–0,619(–0,754;–0,483)	<0,000	
ИМТ	–0,026(–0,040;–0,012)	<0,000	–0,030(–0,44;–0,016)	<0,000	
P ^а					
Возраст	0,001(0,000;0,003)	0,051	0,002(0,001;0,004)	0,001	0,068
Пол (муж)	0,112(0,075;0,148)	<0,000	0,124(0,087;0,161)	<0,000	
ИМТ	0,001(–0,003;0,005)	0,630	–0,001(–0,005;0,003)	0,599	
K ^а					
Возраст	0,024(0,017;0,031)	<0,000	0,023(0,015;0,030)	<0,000	0,165
Пол (муж)	0,528(0,339;0,716)	<0,000	0,659(0,479;0,839)	<0,000	
ИМТ	0,060(0,042;0,078)	<0,000	0,041(0,023;0,059)	<0,000	
Na ^а					
Возраст	0,026(0,020;0,031)	<0,000	0,026(0,020;0,032)	<0,000	0,181
Пол (муж)	0,329(0,173;0,485)	<0,000	0,471(0,325;0,617)	<0,000	
ИМТ	0,044(0,029;0,059)	<0,000	0,021(0,006;0,036)	0,005	

Примечание: а – логарифмированная переменная; б – коэффициенты регрессии с достигнутым уровнем статистической значимости для простого линейного регрессионного анализа; в – коэффициенты регрессии с достигнутым уровнем статистической значимости для множественного линейного регрессионного анализа; R² – скорректированный коэффициент детерминации.

Полученные результаты согласуются с данными Н.А. Гресь с соавт. (2013), которые указывают на повышенное содержание калия у женщин пожилого возраста по сравнению с лицами 15–17 лет. По мнению авторов, содержание кальция и магния характеризует уровень биоэлементов в организме. Абсолютные значения фосфора и калия могут рассматриваться как показатели усвоения кальция костной тканью [21].

Особенностью элементных профилей взрослого населения Республики Башкортостан являются повышенные показатели относительно референсных значений кальция и магния для мужчин; у женщин наблюдается повышенные показатели калия, натрия и фосфора [1]. Однако, по данным Momčilović с соавт., концентрация фосфора в волосах, в отличие от содержания в них кальция и магния, не зависит от половой принадлежности и географии проживания [19].

Изменения в «элементном портрете», связанные с макроэлементами калием и натрием, могут указывать на особую значимость при формировании нарушений водно-солевого обмена, патологии мочевыделительной системы, метаболического синдрома и сахарного диабета 2-го типа [22].

Известно, что возраст и пол являются основными немодифицируемыми факторами риска развития заболеваний, ассоциированных с возрастом.

Возрастные физиологические изменения предрасполагают даже здоровых пожилых людей к нарушениям водно-электролитного баланса [23]. На способность сохранять калий и натрий влияют возрастные нарушения натриймодулирующих факторов: снижение количества функционирующих нефронов, снижение ренина в плазме, уровни альдостерона в крови и моче, снижение тубулярной реакции на введение альдостерона, снижение секреция инсулина, повышение уровня предсердного натрийуретического пептида (ПНП), возможно, вторичное по отношению к резистентности органов-мишеней к действию ПНП, и повышение уровня норадреналина в плазме [24].

Содержание натрия и калия в волосах, сыворотке и плазме крови ассоциируется с физиологическими показателями, такими как систолическое артериальное давление, диастолическое артериальное давление, уровень гемоглобина, количество эритроцитов, концентрация витамина D. В случае натрия коэффициент корреляции составил 0,47–0,88; в случае калия – 0,42–0,85 [25].

Исследование Soltani S. С соавт. показало, что субъекты с метаболическим синдромом имеют значительно более высокий уровень натрия по сравнению с группой контроля (Hedges' $g = 0,21$, 95% CI: 0,12, 0,29, $I^2 = 68,6$), уровень натрия в организме увеличивался вместе с количеством компонентов метаболического синдрома [26].

Полученные в исследовании данные свидетельствуют, что имеются особенности содержания макроэлементов в волосах в зависимости от пола и возраста и ИМТ. Наблюдаемые с возрастом изменения содержания калия и натрия в волосах могут быть связаны с процессом старения и снижением функциональных возможностей организма и требуют дальнейших исследований.

ВЫВОДЫ

Содержание макроэлементов кальция, калия, магния, натрия, фосфора в волосах взрослого населения Западного Казахстана имеет гендерные различия с более высокими концентрациями фосфора, калия, натрия у мужчин и кальция, магния – у женщин.

Содержание калия и натрия в волосах у мужчин и у женщин значимо увеличивается с возрастом.

Повышение ИМТ приводит к увеличению уровня натрия и калия и снижению уровня кальция и магния в волосах обследуемых.

Работа выполнена в рамках научного проекта с грантовым финансированием Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан «Разработка онлайн-атласа «Элементный статус населения Западного региона Республики Казахстан»» (ИРН AP0885535).

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Скальный А.В., Березкина Е.С., Демидов В.А., Грабеклис А.Р., Скальная М.Г. Эколого-физиологическая оценка элементного статуса взрослого населения Республики Башкортостан. Гигиена и санитария. 2016; 95(6): 533–538. doi: 10.18821/0016-9900-2016-95-6-533-538 (Skalny A.V., Berezkina E.S., Demidov V.A., Grabeklis A.R., Skalnaya M.G. Jekologo-fiziologicheskaja ocenka jelementnogo statusa vzroslogo naselenija Respubliki Bashkortostan. Gigiena i sanitarija. 2016; 95(6): 533–538. doi: 10.18821/0016-9900-2016-95-6-533-538).
2. Długaszek M., Skrzeczanski W. Relationships Between Element Contents in Polish Children's and Adolescents' Hair. Biol Trace Elem Res. 2017; 180(1): 6–14. doi: 10.1007/s12011-017-0987-1.
3. Szyrkowska M.I., Marcinek M., Pawlaczyk A., Albińska J. Human hair analysis in relation to similar environmental and

- occupational exposure. *Environ Toxicol Pharmacol.* 2015; 40(2): 402–408. doi: 10.1016/j.etap.2015.07.005.
4. Dongarrà G., Varrica D., Tamburo E., D'Andrea D. Trace elements in scalp hair of children living in differing environmental contexts in Sicily (Italy). *Environ Toxicol Pharmacol.* 2012; 34(2): 160–169. doi: 10.1016/j.etap.2012.03.005.
 5. Varrica D., Tamburo E., Dongarrà G., Sposito F. Trace elements in scalp hair of children chronically exposed to volcanic activity (Mt. Etna, Italy). *Sci Total Environ.* 2014; 470–471: 117–126. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.09.058.
 6. Suliburska J. A comparison of levels of select minerals in scalp hair samples with estimated dietary intakes of these minerals in women of reproductive age. *Biol Trace Elem Res.* 2011; 144(1–3): 77–85. doi: 10.1007/s12011-011-9034-9.
 7. Skalny A.V., Skalnaya M.G., Tinkov A.A., Serebryansky E.P., Demidov V.A., Lobanova Y.N., Grabeklis A.R., Berezkina E.S., Gryazeva I.V., Skalny A.A., Skalnaya O.A., Zhivaev N.G., Nikonov A.A. Hair concentration of essential trace elements in adult non-exposed Russian population. *Environ Monit Assess.* 2015; 187(11): 677. doi: 10.1007/s10661-015-4903-x.
 8. Park H.S., Shin K.O., Kim J.S. Assessment of reference values for hair minerals of Korean preschool children. *Biol Trace Elem Res.* 2007; 116(2): 119–130. doi: 10.1007/BF02685925.
 9. Vanaelst B., Michels N., Huybrechts I., Clays E., Flórez M.R., Balcaen L., Resano M., Aramendia M., Vanhaecke F., Rivet N., Raul J.S., Lanfer A., De Henauw S. Cross-sectional relationship between chronic stress and mineral concentrations in hair of elementary school girls. *Biol Trace Elem Res.* 2013; 153(1–3): 41–49. doi: 10.1007/s12011-013-9647-2.
 10. Błażewicz A., Liao K.Y., Liao H.H., Niziński P., Komsta Ł., Momčilović B., Jabłońska-Czapla M., Michalski R., Prystupa A., Sak J.J., Kocjan R. Alterations of Hair and Nail Content of Selected Trace Elements in Nonoccupationally Exposed Patients with Chronic Depression from Different Geographical Regions. *Biomed Res Int.* 2017; 2017: 3178784. doi: 10.1155/2017/3178784.
 11. Nakamura T., Yamada T., Kataoka K., Sera K., Saunders T., Takatsuji T., Makie T., Nose Y. Statistical resolutions for large variabilities in hair mineral analysis. *PLoS One.* 2018; 13(12): e0208816. doi: 10.1371/journal.pone.0208816.
 12. Mikulewicz M., Chojnacka K., Gedrange T., Górecki H. Reference values of elements in human hair: a systematic review. *Environ Toxicol Pharmacol.* 2013; 36(3): 1077–1086. doi: 10.1016/j.etap.2013.09.012.
 13. Pozebon D., Scheffler G.L., Dressler V.L. Elemental hair analysis: A review of procedures and applications. *Anal Chim Acta.* 2017; 992: 1–23. doi: 10.1016/j.aca.2017.09.017.
 14. Tamburo E., Varrica D., Dongarrà G. Gender as a key factor in trace metal and metalloid content of human scalp hair. A multi-site study. *Sci Total Environ.* 2016; 573: 996–1002. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.08.178.
 15. Peña-Fernández A., Del Carmen Lobo-Bedmar M., González-Muñoz M.J. Effects of sex on the levels of metals and metalloids in the hair of a group of healthy Spanish adolescents (13 to 16 years old). *Environ Sci Pollut Res Int.* 2017; 24(30): 23666–23678. doi: 10.1007/s11356-017-9984-3.
 16. Chojnacka K., Zielińska A., Górecka H., Dobrzański Z., Górecki H. Reference values for hair minerals of Polish students. *Environ Toxicol Pharmacol.* 2010; 29(3): 314–319. doi: 10.1016/j.etap.2010.03.010.
 17. Ha B.J., Lee G.Y., Cho I.H., Park S. Age- and sex-dependence of five major elements in the development of human scalp hair. *Biomater Res.* 2019; 23: 29. doi: 10.1186/s40824-019-0179-5.
 18. Park S.J., Lee S.H., Cho D.Y., Kim K.M., Lee D.J., Kim B.T. Hair calcium concentration is associated with calcium intake and bone mineral density. *Int J Vitam Nutr Res.* 2013; 83(3): 154–161. doi: 10.1024/0300-9831/a00016011.
 19. Momčilović B., Prejac J., Skalny A.V., Mimica N. In search of decoding the syntax of the bioelements in human hair. A critical overview. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 2018; 50: 543–553. doi: 10.1016/j.jtemb.2018.03.016.
 20. Tinkov A.A., Bogdański P., Skrypnik D., Skrypnik K., Skalny A.V., Aaseth J., Skalnaya M.G., Suliburska J. Trace Element and Mineral Levels in Serum, Hair, and Urine of Obese Women in Relation to Body Composition, Blood Pressure, Lipid Profile, and Insulin Resistance. *Biomolecules.* 2021; 11(5): 689. doi: 10.3390/biom11050689.
 21. Гресъ Н.А., Скальный А.В., Руденко Э.В., Руденко Е.В. Специфичность показателей элементного спектра волос волос в диагностике синдрома дефицита костной массы. Микроэлементы в медицине. 2013. 14(3): 29–35 (Gres' N.A., Skalny A.V., Rudenko E.B., Rudenko E.B. Specificity of indicators of the element spectrum of hair in the diagnosis of the syndrome of bone mass deficiency. *Mikroelementy v medicine.* 2013. 14(3): 29–35).
 22. Агаджанян Н.А., Скальный А.В., Березкина Е.С., Демидов В.А., Грабеклис А.Р., Скальная М.Г. Референтные значения содержания химических элементов в волосах взрослых жителей Республики Татарстан. Экология человека. 2016; 4: 38–44 (Agadzhanjan N.A., Skalny A.V., Berezkina E.S., Demidov V.A., Grabeklis A.R., Skalnaya M.G. Referentnye znachenija soderzhanija himicheskikh jelementov v volosah vzroslykh zhitelej Respubliki Tatarstan. *Ekologija cheloveka.* 2016; 4: 38–44).
 23. El-Sharkawy A.M., Sahota O., Maughan R.J., Lobo D.N. The pathophysiology of fluid and electrolyte balance in the older adult surgical patient. *Clin. Nutr.* 2014; 33(1): 6–13. doi: 10.1016/j.clnu.2013.11.010.
 24. Koch C.A., Fulop T. Clinical aspects of changes in water and sodium homeostasis in the elderly. *Rev Endocr Metab Disord.* 2017; 18(1): 49–66. doi: 10.1007/s11154-017-9420-5.
 25. Rajput K., Afridi H.I., Kazi T.G., Talpur F.N., Baig J.A. Sodium, Potassium, Calcium, and Magnesium in the Scalp Hair and Blood Samples Related to the Clinical Stages of the Parkinson's Disease. *Biol Trace Elem Res.* 2021; 199(7): 2582–2589. doi: 10.1007/s12011-020-02399-y.
 26. Soltani S., Kolahdouz Mohammadi R., Shab-Bidar S., Vafa M., Salehi-Abargouei A. Sodium status and the metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2019; 59(2): 196–206. doi: 10.1080/10408398.2017.1363710.

Поступила после доработки 9 сентября 2021 г.

CONTENT OF MACROELEMENTS IN THE HAIR OF RESIDENTS OF WEST KAZAKHSTAN

© Authors, 2021

G.A. Batyrova

PhD, Head of the Department of Clinical Laboratory and Visual Diagnostics,
West Kazakhstan Marat Ospanov Medical University (Aktobe, Republic of Kazakhstan)
ORCID 0000-0001-7970-4059
E-mail: batyrovagulnara77@gmail.com

A. Amanzholkyzy

PhD, Associate Professor of the Department of Normal Physiology,
West Kazakhstan Marat Ospanov Medical University (Aktobe, Republic of Kazakhstan)
ORCID 0000-0002-1980-9032
E-mail: a.ainur.82@mail.ru

G.A. Umarova

Master of Medicine Sciences, Lecturer of the Department of Evidence-Based Medicine and Scientific Management,
West Kazakhstan Marat Ospanov Medical University (Aktobe, Republic of Kazakhstan)
ORCID 0000-0001-7637-113X

Zh.Sh. Tlegenova

PhD, Associate Professor of the Department of Internal Diseases No. 2,
West Kazakhstan Marat Ospanov Medical University (Aktobe, Republic of Kazakhstan)
ORCID 0000-0002-3707-7365

V. Kononets

Master of Medical Sciences, Lecturer of the Department of Natural Sciences,
West Kazakhstan Marat Ospanov Medical University (Aktobe, Republic of Kazakhstan)
ORCID 0000-0002-4666-6794

A.A. Mamyrbayev

Dr.Sc. (Med.), Professor of the Department of Hygienic Disciplines with Occupational Disease,
West Kazakhstan Marat Ospanov Medical University (Aktobe, Republic of Kazakhstan)
ORCID 0000-0003-3018-4026

G.M. Zharmakhanova

PhD, Head of the Department of Natural Sciences,
West Kazakhstan Marat Ospanov Medical University (Aktobe, Republic of Kazakhstan)
ORCID 0000-0003-1618-6041

Aim. To study gender and age characteristics of the content of macronutrients Ca, K, Mg, Na, P in the hair of representatives of the population of Western Kazakhstan.

Material and methods. A one-time cross-sectional study was carried out in the West Kazakhstan and Aktobe regions of the Republic of Kazakhstan. We examined 609 adult residents permanently residing in the studied region: 391 women (64.2%) and 218 men (34.8%) aged 18 to 60 years. Investigations of the macroelement composition of hair were carried out using inductively coupled plasma mass spectrometry.

Results. The content of macronutrients Ca, K, Mg, Na, P in hair had gender differences with higher concentrations of P, K, Na in men, and Ca, Mg in women. In the hair of men and women, the concentrations of K and Na significantly changed with age. At the age of 50–54 and 55–60 years, the content of K in the hair of men was 211% and 185% higher, and the content of Na was 237% and 177% higher than in men aged 18–24 years. The content of K in the hair of women 55–60 years old was significantly higher than in the age categories 18–24; 30–34 and 35–39 years old by 242%, 76% and 105%, respectively. The Na content in the hair of women 55–60 years old was significantly higher than that of those aged 18–24; 25–29 years old; 30–34; 35–39 and 40–44 years by 158%, 141%, 139%, 85% and 104%, respectively. In multivariate linear regression analysis, age, sex, BMI predicted the content of Ca, Mg, K, Na.

Conclusions. The content of macronutrients in the hair of the adult population of Western Kazakhstan has gender differences with higher concentrations of P, K, Na in men, and Ca, Mg in women. The content of K and Na in hair of men and women significantly increases with age. Changes in the content of K and Na in hair observed with age can be associated with the aging process and a decrease in the functional capabilities of the body. An increase in BMI leads to an increase in the level of Na and K and a decrease in the level of Ca and Mg in the hair.

Key words: macroelements, calcium, sodium, potassium, magnesium, phosphorus, Western Kazakhstan.

For citation: Batyrova G.A., Amanzholkyzy A., Umarova G.A., Tlegenova Zh.Sh., Kononets V., Mamyrbayev A.A., Zharmakhanova G.M. Content of macroelements in the hair of residents of West Kazakhstan. Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry. 2021;24(11):34–41. <https://doi.org/10.29296/25877313-2021-11-06>