

## ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ИЗУЧЕНИЯ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ПРИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ

Н.М. Камилова, Г.С. Мамедова

Азербайджанский Медицинский Университет, Кафедра Акушерства-гинекологии, Баку, Азербайджан

**Ключевые слова:** хроническая артериальная гипертония, преэклампсия, среднее артериальное давление, макроэлементы- натрий, калий, хлор, магний, кальций

Гипертензивные состояния во время беременности осложняют течение беременности и родов в пределах 5-35%, являются одной из главных причин возникновения материнской и перинатальной патологии [1-3]. На протяжении нескольких лет международные ассоциации и сообщества акушеров-гинекологов совместно с кардиологами разрабатывают основополагающие рекомендации для диагностики, и вытекающие из достоверной диагностики лечебно-профилактические мероприятия [4-6].

Также следует учитывать, что повышение артериального давления может явиться причиной вторичной артериальной гипертензии, гестационной гипертензии и преэклампсии [7,8]. Проведение дифференциальной диагностики между вышеперечисленными заболеваниями необходимо, так как от этого зависит тактика ведения беременности с повышенным артериальным давлением [9-11].

Во время беременности минеральный обмен матери должен адаптироваться к повышенной потребности в элементах, создаваемой плодом и плацентой [12,13]. Дефицит калия, натрия, кальция и хлорида связан с различными состояниями здоровья во время беременности, начиная от сократительной способности гладких мышц, мышечного спазма, болей в теле и заканчивая учащенным сердцебиением, затрудненным дыханием, сердечной аритмией, которая может привести к остановке сердца или параличу дыхательных мышц, почечной недостаточности. Следовательно, оценка электролитов сыворотки в различные trimestры беременности может дать полезные рекомендации для изучения физиологических и патологических изменений во время беременности. Это исследование предназначено для оценки уровня электролитов в три trimestра беременности.

Калий ( $K^+$ ) является основным внутриклеточным катионом. Регуляция внутриклеточно-внечклеточного градиента имеет решающее значение для жизни, поскольку она является основным фактором, определяющим напряжение мембраны, следовательно, изменения уровня  $K^+$  в плазме могут иметь фатальные последствия [14,15].

Натрий активно участвует в обменных процессах клеток, поддерживает кислотно-щелочной баланс, активизирует пищеварительные ферменты. У беременных замедленно выведение хлорида натрия. Накопление в тканях хлоридов, способствует задержке воды в организме беременных. Склонность к задержке хлорида натрия и воды особенно заметна во 2-ой половине беременности. При нормально протекающей беременности большой задержки хлоридов и воды не бывает, и жидкость быстро выводится почками [16-18].

Во время беременности наблюдается снижение концентрации общего кальция в сыворотке крови. Уровни кальция в сыворотке матери поддерживаются во время беременности, а потребности плода удовлетворяются за счет повышенной кишечной абсорбции, которая удваивается с 12 недель беременности. Однако пиковая потребность в кальции приходится на третий trimestр [19-24].

Магний (Mg), антагонист кальция, является вторым наиболее важным внутриклеточным катионом после калия. Дефицит магния во время беременности может привести к гипертонии, преэклампсии, болезненным сокращениям мышц и мигрени. Кроме того, дефицит Mg увеличивает риск преждевременных родов, гестационного диабета и нарушений роста плода. Повышенное потребление магния во время беременности связано с увеличением массы тела

при рождении. Магний и кальций являются важными ко-факторами различных ферментативных процессов и водного баланса в клетках. Эти микроэлементы играют важную роль в тонусе и сокращении гладких мышц сосудов и, следовательно, жизненно важны для регуляции кровяного давления [25-29].

Состояние механизмов регуляции макро- и микроэлементов при беременности является одним из перспективных направлений в современной медицинской науке [30]. По данным литературы, не только патологическое течение беременности, но и физиологическое, сопровождается выраженной перестройкой наряду с гормональным, иммунным и др. комплексами также и минеральный обмен. До настоящего времени отсутствуют сведения о возможных механизмах нарушения течения беременности, именно в зависимости от макро- и микроэлементов. Однако, безусловно, что они влияют на развитие фетоплацентарной недостаточности, нарушения развития со стороны плода, развитию гипертензивных состояний, преэклампсии и преждевременных родов, а также при экстрагенитальной патологии, сопровождающей беременность, в том числе и артериальная гипертензия [30].

**Цель исследования:** сравнить уровни макроэлементов (натрий, калий, хлор, магний, кальций) в сыворотке крови у беременных при хронической артериальной гипертензии (ХАГ), с преэклампсией и беременных с нормальным артериальным давлением.

#### **Материал и методы исследования**

Для достижения поставленной цели нами обследовано 100 беременных за период с 2019 по 2021 года. Критерием включения в исследование явились беременные с артериальной гипертензией.

Группы были распределены следующим образом. В основную группу (I) вошли 60 пациенток с ХАГ, группу сравнения (II группа) составили 30 пациенток с преэклампсией и в контрольную группу (III группа) вошли 20 здоровых пациенток.

Всем пациенткам, согласно существующим стандартам акушерского обследования, произведены клинические и лабораторные исследования. Рандомизация осуществлялась по возрасту, социальным факторам, сопутствующим гинекологическим и экстрагенитальным заболеваниям.

Количественный элементный анализ сыворотки крови выполнен для 8-ми элементов: K, Na, Cl, Ca, Mg, Se методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (спектрометр ICPMS 7700e, Intertech. Corp., USA). Процедура анализа включала предварительную минерализацию пробы по способу сухого озоления микроволновой минерализацией проб (MARS-5, Intern. Equip. Trading Ltd., USA); в качестве внутреннего стандарта применяли Sc. Для контроля правильности результатов анализа использовали метод варьирования навески.

Полученные результаты были обработаны с использованием современных пакетов прикладных программ статистического анализа. Разницу значений принимали статистически значимой при  $p < 0,05$ . Сравнительную оценку проводили с использованием непараметрического критерия Mann-Whitney (U), критерию Wilcoxon (W) и критерия Student для независимых выборок (t). Статистический анализ данных осуществлялся при помощи пакета программ MS EXCEL, SPSS и STATISTICA (версия 10.0).

#### **Результаты**

Было проведено детальное исследование выделенных макроэлементов по триместрам (таблица 1).

**Таблица 1.**  
Сравнение показателей ионов (K+, Na+, Cl-, Ca+, Mg+) по триместрам  
в изучаемых группах (средние показатели)

Группы больных	Ионы /триместр		
	I	II	III
	K+		
n=50	3,26±0,15	2,85±0,22	1,40±0,26
n=30	4,29±0,34	4,74±0,27	4,94±0,25
n=20	78,47±11,28	73,53±7,18	62,25±6,76
Достоверность	<sup>I</sup> p<0,001	<sup>II</sup> p<0,001	<sup>III</sup> p<0,001
	Na+		
n=50	153,08±2,94	157,92±3,04	230,72±13,78
n=30	151,83±3,68	157,20±3,08	177,53±7,41
n=20	54,87±11,97	50,41±6,76	46,13±5,03
Достоверность	<sup>I</sup> p <sub>(50/30)</sub> >0,050 <sup>I</sup> p <sub>(50/20)</sub> <0,001 <sup>I</sup> p <sub>(30/20)</sub> <0,001	<sup>II</sup> p <sub>(50/30)</sub> >0,050 <sup>II</sup> p <sub>(50/20)</sub> <0,001 <sup>II</sup> p <sub>(30/20)</sub> <0,001	<sup>III</sup> p<0,001
	Cl-		
n=50	111,68±3,09	131,58±33,42	146,28±14,37
n=30	99,27±1,72	100,90±0,92	103,50±0,82
n=20	99,70±1,38	101,05±0,99	103,20±1,01
Достоверность	<sup>I</sup> p <sub>(50/30)</sub> <0,001 <sup>I</sup> p <sub>(50/20)</sub> <0,010 <sup>I</sup> p <sub>(30/20)</sub> >0,050	<sup>II</sup> p <sub>(50/30)</sub> <0,001 <sup>II</sup> p <sub>(50/20)</sub> <0,001 <sup>II</sup> p <sub>(30/20)</sub> >0,050	<sup>III</sup> p <sub>(50/30)</sub> <0,001 <sup>III</sup> p <sub>(50/20)</sub> <0,001 <sup>III</sup> p <sub>(30/20)</sub> >0,050
	Ca+		
n=50	2,78±0,19	3,12±0,42	3,90±0,21
n=30	3,02±0,04	2,84±0,04	2,78±0,05
n=20	2,35±0,03	2,41±0,05	2,47±0,04
Достоверность	<sup>I</sup> p<0,001	<sup>II</sup> p<0,001	<sup>III</sup> p<0,001
	Mg+		
n=50	0,61±0,05	0,51±0,05	0,21±0,04
n=30	0,39±0,05	0,29±0,05	0,12±0,02
n=20	0,73±0,03	0,79±0,03	0,85±0,04
Достоверность	<sup>I</sup> p<0,001	<sup>II</sup> p<0,001	<sup>III</sup> p<0,001

*Примечание: p<0,001 - наблюдаются статистические различия  
p>0,05 - статистические различия отсутствуют*

В I триместре, по уровню ионов K+ при сравнении показателей, в изучаемых группах больных (n=50 и n=30, n=50 и n=20, n=30 и n=20) отмечались статистически значимые различия (p<0,001). Критерий T соответственно составлял – <sup>I</sup>T<sub>(50/30)</sub> = -15,895, <sup>I</sup>T<sub>(50/20)</sub> = -29,832, <sup>I</sup>T<sub>(30/20)</sub> = -29,403. Во II триместре между группами больных по уровню ионов K+ отмечались статистически значимые различия (<sup>II</sup>T<sub>(50/30)</sub> = -32,553, <sup>II</sup>T<sub>(50/20)</sub> = -44,006, <sup>II</sup>T<sub>(30/20)</sub> = -42,819, p<0,001). В III триместре между группами по уровню ионов K+ статистическая достоверность различий составляла p<0,001, критерий имел соответственно значения <sup>III</sup>T<sub>(50/30)</sub> = -60,533 и <sup>III</sup>T<sub>(50/20)</sub> = -40,238, <sup>III</sup>T<sub>(30/20)</sub> = -37,890.

В I триместре по уровню ионов Na+ между основной и группой сравнения статистические различия не отмечались (<sup>I</sup>T<sub>(50/30)</sub> = 1,581, p=0,12, p>0,050). При сравнении уровня ионов Na+ в контрольной с основной и группой сравнения отмечались статистические различия – <sup>I</sup>T<sub>(50/20)</sub> = 36,250, <sup>I</sup>T<sub>(30/20)</sub> = 35,136 (p<0,001). Во II триместре по уровню ионов Na+ между основной и группой сравнения статистические различия не отмечались (<sup>II</sup>T<sub>(50/30)</sub> = 1,020, p=0,312, p>0,050). При сравнении уровня ионов Na+ в контрольной с основной и группой сравнения отмечались статистические различия – <sup>II</sup>T<sub>(50/20)</sub> = 68,418, <sup>II</sup>T<sub>(30/20)</sub> = 66,249 (p<0,001). В III триместре по уровню ионов Na+ между

исследуемыми группами статистическая достоверность различий имела степень  $p < 0,001$ , критерий соответственно имел значения  ${}^{\text{III}}T_{(50/30)}=22,425$ ,  ${}^{\text{II}}T_{(50/20)}= 82,044$ ,  ${}^{\text{III}}T_{(30/20)}= 74,688$ .

В I триместре между наблюдаемыми группами по уровню ионов Cl- статистически значимые различия отмечались при сравнении основной группы с группой сравнения и контролем (соответственно  ${}^{\text{I}}T_{(50/30)}=25,532$ ,  ${}^{\text{I}}T_{(50/20)}= 22,408$ ,  $p < 0,001$ ), но не отмечались между группой сравнения и контролем ( ${}^{\text{I}}T_{(30/20)}= -1,154$ ,  $p=0,256$ ,  $p > 0,050$ ). Во II триместре по уровню ионов Cl- при сравнении основной группы с группой сравнения и контролем отмечались статистические различия ( ${}^{\text{II}}T_{(50/30)}=6,487$ ,  ${}^{\text{II}}T_{(50/20)}=6,452$ ,  $p < 0,001$ ), но не отмечались между группой сравнения и контроля ( ${}^{\text{II}}T_{(30/20)}= -0,536$ ,  $p=0,595$ ,  $p > 0,050$ ). В III триместре по уровню ионов Cl- при сравнении основной группы с группой сравнения и контролем отмечались статистические различия ( ${}^{\text{III}}T_{(50/30)}=21,000$ ,  ${}^{\text{III}}T_{(50/20)}=21,076$ ,  $p < 0,001$ ), но не отмечались между группой сравнения и контроля ( ${}^{\text{III}}T_{(30/20)}=1,111$ ,  $p=0,274$ ,  $p > 0,050$ ).

В I триместре между наблюдаемыми группами по уровню ионов Ca+ отмечались статистически значимые различия ( ${}^{\text{I}}T_{(50/30)}=-8,311$ ,  ${}^{\text{I}}T_{(50/20)}= 15,413$ ,  ${}^{\text{I}}T_{(30/20)}= 61,17$ ,  $p < 0,001$ ). Во II триместре по уровню ионов Ca+ между наблюдаемыми группами отмечались статистически значимые различия ( ${}^{\text{II}}T_{(50/30)}=4,774$ ,  ${}^{\text{II}}T_{(50/20)}=11,925$ ,  ${}^{\text{II}}T_{(30/20)}= 31,255$ ,  $p < 0,001$ ). В III триместре по уровню ионов Ca+ между наблюдаемыми группами также отмечались статистически значимые различия ( ${}^{\text{III}}T_{(50/30)}=35,687$ ,  ${}^{\text{III}}T_{(50/20)}=46,032$ ,  ${}^{\text{III}}T_{(30/20)}=23,697$ ,  $p < 0,001$ ).

В I триместре между наблюдаемыми группами по уровню ионов Mg+ отмечались статистически значимые различия ( ${}^{\text{I}}T_{(50/30)}=17,994$ ,  ${}^{\text{I}}T_{(50/20)}=-11,742$ ,  ${}^{\text{I}}T_{(30/20)}=-26,615$ ,  $p < 0,001$ ). Во II триместре по уровню ионов Mg+ между наблюдаемыми группами отмечались статистически значимые различия ( ${}^{\text{II}}T_{(50/30)}=18,660$ ,  ${}^{\text{II}}T_{(50/20)}=-25,668$ ,  ${}^{\text{II}}T_{(30/20)}= -40,773$ ,  $p < 0,001$ ). В III триместре по уровню ионов Mg+ между наблюдаемыми группами отмечались статистически значимые различия ( ${}^{\text{III}}T_{(50/30)}=11,451$ ,  ${}^{\text{III}}T_{(50/20)}=60,559$ ,  ${}^{\text{III}}T_{(30/20)}=-76,158$ ,  $p < 0,001$ ).

**Таблица 2.**

Внутригрупповое сравнение показателей ионов (K+, Na+, Cl-, Ca+, Mg+) по триместрам (средние показатели)

Триместры	Группы больных / Химические элементы		
	n=50	n=30	n=20
	K+		
I	3,26±0,15	4,29±0,34	78,47±11,28
II	2,85±0,22	4,74±0,27	73,53±7,18
III	1,40±0,26	4,94±0,25	62,25±6,76
Достоверность	${}^{50}p < 0,001$	${}^{30}p < 0,001$	${}^{20}p_{\text{I/II}} < 0,010$ ${}^{20}p_{\text{I/III}} < 0,001$ ${}^{20}p_{\text{II/III}} < 0,001$
	Na+		
I	153,08±2,94	151,83±3,68	54,87±11,97
II	157,92±3,04	157,20±3,08	50,41±6,76
III	230,72±13,78	177,53±7,41	46,13±5,03
Достоверность	${}^{50}p < 0,001$	${}^{30}p < 0,001$	${}^{20}p_{\text{I/II}} < 0,010$ ${}^{20}p_{\text{I/III}} < 0,001$ ${}^{20}p_{\text{II/III}} < 0,010$
	Cl-		
I	111,68±3,09	99,27±1,72	99,70±1,38
II	131,58±33,42	100,90±0,92	101,05±0,99
III	146,28±14,37	103,50±0,82	103,20±1,01
Достоверность	${}^{50}p_{\text{I/II}} < 0,001$ ${}^{50}p_{\text{I/III}} < 0,001$ ${}^{50}p_{\text{II/III}} < 0,010$	${}^{30}p < 0,001$	${}^{20}p < 0,001$
	Ca+		
I	2,78±0,19	3,02±0,04	2,35±0,03

II	3,12±0,42	2,84±0,04	2,41±0,05
III	3,90±0,21	2,78±0,05	2,47±0,04
Достоверность	<sup>50</sup> p < 0,001	<sup>30</sup> p < 0,001	<sup>20</sup> p < 0,001
	Mg+		
	0,61±0,05	0,39±0,05	0,73±0,03
	0,51±0,05	0,29±0,05	0,79±0,03
	0,21±0,04	0,12±0,02	0,85±0,04
Достоверность	<sup>50</sup> p < 0,001	<sup>30</sup> p < 0,001	<sup>20</sup> p < 0,001

Примечание:  $p < 0,001$ ,  $p < 0,010$  - наблюдаются статистические различия  
 $p > 0,05$  - статистические различия отсутствуют

Результаты статистической обработки уровня ионов K<sup>+</sup> в основной группе (n=50) выявили наличие статистически значимых различий между триместрами. Соответственно между I и II триместрами критерий составил  $^{50}T_{I/II} = 13,443$ , между I и III триместрами –  $^{50}T_{I/III} = 46,558$ , между II и III триместрами –  $^{50}T_{II/III} = 28,315$  ( $p < 0,001$ ). Уровень ионов K<sup>+</sup> в группе сравнения (n=30) статистически значимо различался по триместрам. Соответственно между I и II триместрами критерий составил  $^{30}T_{I/II} = -12,198$ , между I и III триместрами –  $^{30}T_{I/III} = -11,887$ , между II и III триместрами –  $^{30}T_{II/III} = -5,869$  ( $p < 0,001$ ). Уровень ионов K<sup>+</sup> в контрольной группе (n=20) статистически значимо различался по триместрам. Соответственно между I и II триместрами критерий составил  $^{20}T_{I/II} = 3,507$  ( $p = 0,002$ ,  $p < 0,010$ ), между I и III триместрами –  $^{20}T_{I/III} = 4,627$ , между II и III триместрами –  $^{20}T_{II/III} = 4,251$  ( $p < 0,001$ ).

Результаты статистической обработки уровня ионов Na<sup>+</sup> в основной группе (n=50) выявили наличие статистически значимых различий между триместрами. Соответственно между I и II триместрами критерий составил  $^{50}T_{I/II} = -12,510$ , между I и III триместрами –  $^{50}T_{I/III} = -39,851$ , между II и III триместрами –  $^{50}T_{II/III} = -38,149$  ( $p < 0,001$ ). Уровень ионов Na<sup>+</sup> в группе сравнения (n=30) статистически значимо различался по триместрам ( $^{30}T_{I/II} = -11,166$ ,  $^{30}T_{I/III} = -18,068$ ,  $^{30}T_{II/III} = -14,586$  ( $p < 0,001$ )). Уровень ионов Na<sup>+</sup> в контрольной группе (n=20) статистически значимо различался по триместрам. Соответственно между I и II триместрами критерий составил  $^{20}T_{I/II} = 3,033$  ( $p = 0,007$ ,  $p < 0,010$ ), между I и III триместрами –  $^{20}T_{I/III} = 3,714$  ( $p = 0,001$ ,  $p < 0,001$ ), между II и III триместрами –  $^{20}T_{II/III} = 3,698$  ( $p = 0,002$ ,  $p < 0,010$ ).

Результаты статистической обработки уровня ионов Cl<sup>-</sup> в основной группе (n=50) выявили наличие статистически значимых различий между триместрами. Соответственно между

триместрами критерий составил  $^{50}T_{I/II} = -4,449$ ,  $^{50}T_{I/III} = -16,972$  ( $p < 0,001$ ),  $^{50}T_{II/III} = -2,965$  ( $p = 0,005$ ,  $p < 0,010$ ). Уровень ионов Cl<sup>-</sup> в группе сравнения (n=30) статистически значимо различался по триместрам ( $^{30}T_{I/II} = -10,053$ ,  $^{30}T_{I/III} = -17,093$ ,  $^{30}T_{II/III} = -11,163$  ( $p < 0,001$ )). Уровень ионов Cl<sup>-</sup> в контрольной группе (n=20) статистически значимо различался по триместрам ( $^{20}T_{I/II} = -6,110$ ,  $^{20}T_{I/III} = -11,877$ ,  $^{20}T_{II/III} = -8,459$  ( $p < 0,001$ )).

В основной группе (n=50) между триместрами по уровню ионов Ca<sup>+</sup> были выявлены статистически значимые различия ( $^{50}T_{I/II} = -9,448$ ,  $^{50}T_{I/III} = -37,315$ ,  $^{50}T_{II/III} = -15,272$  ( $p < 0,001$ )). Уровень ионов Ca<sup>+</sup> в группе сравнения (n=30) статистически значимо различался по триместрам ( $^{30}T_{I/II} = 19,282$ ,  $^{30}T_{I/III} = 18,868$ ,  $^{30}T_{II/III} = 7,852$  ( $p < 0,001$ )). Уровень ионов Ca<sup>+</sup> в контрольной группе (n=20) статистически значимо различался по триместрам ( $^{20}T_{I/II} = -8,373$ ,  $^{20}T_{I/III} = -17,880$ ,  $^{20}T_{II/III} = -8,028$  ( $p < 0,001$ )).

Уровень ионов Mg<sup>+</sup> в основной группе (n=50) по триместрам статистически значимо различался ( $^{50}T_{I/II} = 11,979$ ,  $^{50}T_{I/III} = 44,391$ ,  $^{50}T_{II/III} = 32,766$  ( $p < 0,001$ )). Уровень ионов Mg<sup>+</sup> в группе сравнения (n=30) статистически значимо различался по триместрам ( $^{30}T_{I/II} = 10,532$ ,  $^{30}T_{I/III} = 25,160$ ,  $^{30}T_{II/III} = 18,331$  ( $p < 0,001$ )). Уровень ионов Mg<sup>+</sup> в контрольной группе (n=20) статистически значимо различался по триместрам ( $^{20}T_{I/II} = -8,109$ ,  $^{20}T_{I/III} = -13,229$ ,  $^{20}T_{II/III} = -13,484$  ( $p < 0,001$ )).

### Обсуждение

Проведенное исследование дополняет значение этиологических факторов развития артериальной гипертензии во время беременности и может повлиять на профилактику и лечение с помощью минеральных добавок в дородовой период. Гипертензивные расстройства беременных связаны с повышенной заболеваемостью и смертностью [18,20]. Данное исследование было проведено с целью оценить уровни K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup>,

Cl<sup>-</sup> в сыворотке крови у беременных с артериальной гипертензией и преэклампсией по сравнению с таковым при нормальной беременности. Наши результаты показали, что уровни K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup>. Cl<sup>-</sup> в сыворотке крови значительно различаются в зависимости от формы гипертензивных состояний и триместров беременности.

Повышение кальция приводит к сокращению гладких мышц кровеносных сосудов и, следовательно, к увеличению сосудистого сопротивления, что приводит к повышению систолического и диастолическое артериальное давление. Наблюдение низких уровней Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup> согласуется с другими исследованиями в связи с гипертензивными расстройствами во время беременности [20,25]. Вероятная теория этого наблюдения может заключаться в том, что, когда уровень кальция в сыворотке снижается, уровни внутриклеточного кальция увеличиваются.

Ряд авторов оспаривают роль кальция и микроэлементов в повышении артериального давления, в том числе и при гипертензивных состояниях. Они основываются на то, что, хотя уровни кальция и магния немного ниже, не выявлено существенной разницы между женщинами с преэклампсией и нормальными, здоровыми беременными женщинами [24].

По данным зарубежных исследователей отмечается снижение уровня натрия в сыворотке как при преэклампсии, так и при гипертензии, вызванной беременностью, по сравнению с беременными и небеременными женщинами с нормальным артериальным давлением [27]. При гипертензивных состояниях происходит изменение транспорта натрия через клеточные мембраны, приводящее к внесосудистому накоплению натрия со снижением уровня натрия в плазме. Однако другие исследования не обнаружили существенных изменений в уровнях натрия в сыворотке крови у больных преэклампсией и ХАГ по сравнению с нормальными беременными женщинами [28].

В различных исследованиях сообщалось о статистически незначительном изменении уровня калия в сыворотке крови у беременных с преэклампсией и гипертензивной болезнью по сравнению с беременными женщинами с нормальным давлением [29]. Однако, по данным других авторов, было выявлено значительно сниженный уровень калия в сыворотке крови у беременных с

артериальной гипертензией по сравнению с нормальными беременными женщинами и предположили, что повышенный уровень натрия в сыворотке и сниженный уровень калия в сыворотке являются патологическими причинами гипертензии во время беременности [30]. Авторы пришли к выводу, что диета с низким содержанием калия в сочетании с диетой с нормальным содержанием натрия может вызвать задержку натрия и, следовательно, развитие гипертензии.

Учитывая данные зарубежной литературы, определение профиля натрия и калия в сыворотке крови при преэклампсии по сравнению с нормальной беременностью не дает окончательных результатов. Эти электролиты, по-видимому, играют роль в вазомоторной активности во время беременности и, возможно, играют роль в патофизиологии преэклампсии (ПЭ).

Предполагается, что повышенный риск гипертензивных расстройств во время беременности связан с биологическими изменениями. Однако многое еще предстоит определить в отношении электролитного дисбаланса, особенно при хронической артериальной гипертензии (ХАГ). Насколько снижение уровней K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup> и повышение Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup> в сыворотке связано с повышенным риском развития гипертензии во время беременности? На каком сроке беременности нарушение нормальной концентрации электролитов влияют на повышение артериального давления и/или протеинурии? Какая концентрация электролитов является прогностическим индексом для прогноза развития ХАГ и ПЭ? Для решения необходимо проведение в дальнейшем расширенных исследований.

### **Заключение**

В проведенной научной работе были определены уровни натрия, калия, хлора, кальция и магния в сыворотке крови у женщин с ХАГ и ПЭ, которые значительно отличаются как от показателей при физиологической беременности, так и при данных заболеваниях. Это может указывать на причинно-следственную связь между этими электролитами и гипертензией во время беременности. Это помогает понять патофизиологический процесс гипертензии во время беременности, а также разработать и усовершенствовать существующие стратегии профилактики этого заболевания.

## XÜLASƏ

### Arterial hipertenziyada makro- və mikroelementlərin öyrənilməsinin proqnostik əhəmiyyəti

*N.M. Kamilova, G.S. Məmmədova*  
Azərbaycan Tibb Universiteti  
Mamalıq və ginekologiya kafedrası  
Bakı, Azərbaycan

**Açar sözlər:** xroniki arterial hipertenziya, preeklampsiya, orta arterial təzyiq, makroelementlər - natrium, kalium, xlor, maqnezium, kalsium

Hamiləlik dövründə hipertenziv vəziyyətlər ana, döl və neonatal xəstəlmə və ölüm riskinin artması ilə əlaqələndirilir. Əvvəlki (xroniki) hipertoniya ilə hamiləliyin 20 həftəsindən sonra (preeklampsiya) inkişaf edən və adətən doğuşdan sonra 6 həftə ərzində yox olan hipertenziv vəziyyətini ayırd etmək vacibdir. Tədqiqatın məqsədi xroniki arterial hipertoniya, preeklampsiya və normal qan təzyiqi olan hamilə qadınların qan zərdabında makroelementlərin (natrium, kalium, xlor, maqnezium, kalsium) səviyyəsini müqayisə etmək olmuşdur. Material və metodlar: 2019-2021-ci illər arasında 100 hamilə qadını müayinə edilmişdir. Tədqiqat üçün daxil edilmə meyarları yüksək qan təzyiqi olan hamilə qadınlar idi. Alınan nəticələr müasir statistik analiz proqram paketlərindən istifadə etməklə işlənmişdir. Dəyərlər arasındakı fərq  $p < 0.05$ -də statistik əhəmiyyətli olaraq qəbul edildi. Makroelementlər göstəricilərinin müqayisəli qiymətləndirilməsi qeyri-parametrik Mann-Uitney testi (U), Vilcoxon testi (W) və müstəqil nümunələr üçün Student testindən (t) istifadə etməklə həyata keçirilmişdir. Məlumatların statistik təhlili MS EXCEL, SPSS və STATISTICA (versiya 10.0) proqram paketindən istifadə etməklə aparılmışdır. Tədqiqat hamiləlik dövründə arterial hipertenzianın inkişafında etioloji amillərin əhəmiyyətini artırır və prenatal dövrdə mineral əlavələrlə profilaktika və müalicəyə təsir göstərə bilər.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Bateman BT, Shaw KM, Kuklina EV, et al. Hypertension in women of reproductive age in the United States: NHANES1999–2008. *PLoS ONE* 2012; 7(4): e36171.

## SUMMARY

### Prognostic value of macro- and micronutrient studies in arterial hypertension

*N.M. Kamilova, G.S. Mammadova*  
Azerbaijan Medical University,  
Department of Obstetrics-Gynecology,  
Baku, Azerbaijan

**Keywords:** chronic arterial hypertension, preeclampsia, mean blood pressure, macronutrients-sodium, potassium, chlorine, magnesium, calcium

Hypertensive disorders during pregnancy are associated with an increased risk of morbidity and mortality in the mother, fetus and newborn. It is important to distinguish between pre-existing (chronic) hypertension and hypertensive conditions that develop after 20 weeks of pregnancy (preeclampsia) and usually resolve within 6 weeks after delivery. Objective of the study was to compare the levels of macronutrients (sodium, potassium, chlorine, magnesium, calcium) in the blood serum of pregnant women with chronic arterial hypertension, preeclampsia and pregnant women with normal blood pressure. Research materials and methods: To achieve this goal, we examined 100 pregnant women from 2019 to 2021. The criteria for inclusion in the study were pregnant women with high blood pressure. The obtained results were processed using modern statistical analysis software packages. The difference in values was considered statistically significant at  $p < 0.05$ . A comparative assessment of macronutrient indicators was carried out using the nonparametric Mann-Whitney criterion (U), the Wilcoxon criterion (W) and the Student criterion for independent samples (t). Statistical data analysis was carried out using the MS EXCEL, SPSS and STATISTICA software package (version 10.0). The study adds to the importance of etiological factors in the development of arterial hypertension during pregnancy and may influence prevention and treatment with mineral supplements in the prenatal period.

2. American College of Obstetricians and Gynecologists; Task Force on Hypertension in Pregnancy. Hypertension in pregnancy. Report of the American College of Obstetricians and Gynecologists' Task Force on Hypertension in Pregnancy. *Obstet Gynecol* 2013; 122: 1122-1131.
3. ACOG practice bulletin no. 203: chronic hypertension in pregnancy. *Obstet Gynecol* 2019; 133: e26-e50.
4. Bernstein PS, Martin JN Jr, Barton JR, et al. Consensus bundle on severe hypertension during pregnancy and the postpartum period. *J Obstet Gynecol Neonatal Nurs* 2017; 46: 776-787.
5. Whelton PK, Carey RM, Aronow WS, et al. 2017 ACC/AHA/ AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA guideline for the prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults: executive summary: a report of the American College of Cardiology/ American Heart Association Task Force on clinical practice guidelines. *Circulation* 2018; 138: e426-e483.
6. Seely EW and Ecker J. Chronic hypertension in pregnancy. *Circulation* 2014; 129: 1254-1261.
7. Gestational Hypertension and Preeclampsia: ACOG Practice Bulletin Summary, Number 222. *Obstet Gynecol*. 2020 Jun;135(6):1492-1495
8. Gonzalez Suarez ML, Kattah A, Grande JP, Garovic V. Renal Disorders in Pregnancy: Core Curriculum 2019. *Am J Kidney Dis*. 2019 Jan;73(1):119-130.
9. Braunthal S, Brateanu A. Hypertension in pregnancy: Pathophysiology and treatment. *SAGE Open Med*. 2019 Apr 10;7:2050312119843700. doi:10.1177/2050312119843700. PMID: 31007914; PMCID: PMC6458675.
10. Ishikawa T, Obara T, Nishigori H, Miyakoda K, Ishikuro M, Metoki H, Ohkubo T, Sugawara J, Yaegashi N, Akazawa M, Kuriyama S, Mano N. Antihypertensives prescribed for pregnant women in Japan: Prevalence and timing determined from a database of health insurance claims. *Pharmacoepidemiol Drug Saf*. 2018 Dec;27(12):1325-1334.
11. Katigbak C, Fontenot HB. A Primer on the New Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of Hypertension. *Nurs Womens Health*. 2018 Aug;22(4):346-354.
12. Arvizu M., Bjerregaard A.A., Madsen M.T., Granström C., Halldorsson T.I., Olsen S.F., Gaskins A.J., Rich-Edwards J.W., Rosner B.A., Chavarro J.E. Sodium Intake during Pregnancy, but Not Other Diet Recommendations Aimed at Preventing Cardiovascular Disease, Is Positively Related to Risk of Hypertensive Disorders of Pregnancy. *J. Nutr*. 2019:nxz197. doi: 10.1093/jn/nxz197. in press.
13. Asayama K., Imai Y. The impact of salt intake during and after pregnancy. *Hypertens. Res*. 2018;41:1-5. doi: 10.1038/hr.2017.90.
14. Darragh-Hickey C., Flowers K..C, Shipman A.R, Allen G.T., Kaur S., Shipman K.E. Investigative algorithms for disorders affecting plasma chloride: a narrative review. *J Lab Precis Med* 2022;7:22.
15. *Guideline: Calcium Supplementation in Pregnant Women*. World Health Organization; Geneva, Switzerland: 2013.
16. Hanzlik R.P., Fowler S.C., Fisher D.H. Relative bioavailability of calcium from calcium formate, calcium citrate, and calcium carbonate. *J. Pharmacol. Exp. Ther*. 2005;313:1217-1222. doi: 10.1124/jpet.104.081893.
17. Hofmeyr G.J., Lawrie T.A., Atallah Á.N., Torloni M.R. Calcium supplementation during pregnancy for preventing hypertensive disorders and related problems. *Cochrane Database Syst. Rev*. 2018;10:CD001059. doi: 10.1002/14651858.CD001059.pub5.
18. Sun X., Li H., He X., Li M., Yan P., Xun Y., Lu C., Yang K., Zhang X. The association between calcium supplement and preeclampsia and gestational hypertension: A systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Hypertens. Pregnancy*. 2019;38:129-139. doi: 10.1080/10641955.2019.1593445.
19. Bortolotto M.R., Francisco R.P.V., Zugaib M. Resistant Hypertension in Pregnancy: How to Manage? *Curr. Hypertens. Rep*. 2018;20:63. doi: 10.1007/s11906-018-0865-z.
20. Cormick G., Ciapponi A., Cafferata M.L., Belizán J.M. Calcium supplementation for prevention of primary hypertension. *Cochrane Database Syst. Rev*. 2015:CD010037. doi: 10.1002/14651858.CD010037.pub2.
21. Uddin SMN, Haque M, Barek MA, Chowdhury MNU, Das A, Uddin MG, Islam MS. Analysis of serum calcium, sodium, potassium, zinc, and iron in patients with pre-eclampsia in Bangladesh: A



- case-control study. *Health Sci Rep*. 2023 Feb 2;6(2):e1097. doi: 10.1002/hsr2.1097. PMID: 36761032; PMCID: PMC9895321.
22. Whelton PK, Carey RM, Aronow WS, Casey DE Jr, Collins KJ, Dennison Himmelfarb C, et al. 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA guideline for the prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults: executive summary: a report of the American college of cardiology/american heart association task force on clinical practice guidelines. *J Am Soc Hypertens*. 2018;12:579.
  23. Williams B, Mancia G, Spiering W, Agabiti Rosei E, Azizi M, Burnier M, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur Heart J*. 2018;39:3021-104.
  24. Richards D., Lindow S., Carrara H., Knight R., Haswell S., Van der Spuy Z. A comparison of maternal calcium and magnesium levels in pre-eclamptic and normotensive pregnancies: an observational case-control study. *BJOG: Int J Obstet Gynaecol*. 2014;121: 327-336
  25. Chawla N, Shah H, Huynh K, Braun A, Wollocko H, Shah NC. The Role of Platelet-Activating Factor and Magnesium in Obstetrics and Gynecology: Is There Crosstalk between Pre-Eclampsia, Clinical Hypertension, and HELLP Syndrome? *Biomedicines*. 2023 May 2;11(5):1343. doi: 10.3390/biomedicines11051343. PMID: 37239015; PMCID: PMC10216284.
  26. Gomes F, Ashorn P, Askari S, Belizan JM, Boy E, Cormick G, Dickin KL, Driller-Colangelo AR, Fawzi W, Hofmeyr GJ, Humphrey J, Khadilkar A, Mandlik R, Neufeld LM, Palacios C, Roth DE, Shlisky J, Sudfeld CR, Weaver C, Bourassa MW. Calcium supplementation for the prevention of hypertensive disorders of pregnancy: current evidence and programmatic considerations. *Ann N Y Acad Sci*. 2022 Apr;1510(1):52-67. doi: 10.1111/nyas.14733. Epub 2022 Jan 8. PMID: 35000200; PMCID: PMC9306576.
  27. Ebenezer OwusuDarkwa, Robert Djagbletey, Charles AntwiBoasiako, George Aryee, Daniel Sottie & Alexander Akowuah | Udo Schumacher (Reviewing Editor) (2017) Serum sodium and potassium levels in preeclampsia: A case-control study in a large tertiary hospital in Ghana, *Cogent Medicine*, 4:1, DOI: 10.1080/2331205X.2017.1376898
  28. Tabara Y, Takahashi Y, Kumagai K, Setoh K, Kawaguchi T, Takahashi M, et al. Descriptive epidemiology of spot urine sodium to potassium ratio clarified close relationship with blood pressure level: the Nagahama study. *J Hypertens*. 2015;33:2407-13.
  29. Mente A, O'Donnell MJ, Rangarajan S, McQueen MJ, Poirier P, Wielgosz A, et al. Association of urinary sodium and potassium excretion with blood pressure. *N Engl J Med*. 2014;371:601-11.
  30. Jackson SL, Cogswell ME, Zhao L, Terry AL, Wang CY, Wright J, et al. Association between urinary sodium and potassium excretion and blood pressure among adults in the united states: national health and nutrition examination survey, 2014. *Circulation*. 2018;137:237-46.