

<https://doi.org/10.37800/RM.2.2024.74-79>

УДК: 618.3:546.46

Оценка клинической значимости гипомagneмии у беременных: обзор литературы

А.К. Адырбекова¹, С.Ш. Исенова¹, А.С. Казыбаева¹, А.С. Шукирбаева

*¹НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет им С.Д. Асфендиярова»,
Алматы, Республика Казахстан*

АННОТАЦИЯ

Актуальность: Актуальность исследования дефицита магния во время беременности определяется ее широким спектром влияния на здоровье беременных женщин и развитие плода. В свете его потенциальных негативных последствий для матери и плода, таких как преждевременные роды, гестационный диабет, и гипертензия, понимание механизмов и последствий гипомagneмии приобретает большую значимость в здравоохранении. Недостаточное потребление магния и его влияние на здоровье беременных женщин привлекают внимание медицинского сообщества, и дальнейшие исследования в этой области могут принести новые знания и методы профилактики и лечения, способные улучшить исходы беременности и здоровье будущих поколений.

Цель исследования – обобщение современных данных о клинической значимости дефицита магния, о котором сообщалось в журналах, посвященных актуальным проблемам акушерства и перинатологии.

Материалы и методы: Нами проведен литературный обзор отечественных и зарубежных работ на базах данных PubMed, Scopus, Medline, Google Scholar. Глубина поиска составила 10 лет (2013-2023 годы). В поиске использовались ключевые слова: «магний», «беременность», «дефицит магния», «микроэлементы». Поиск проводился, по ключевым словам, с использованием MESH.

Результаты: Анализ изученных материалов акцентирует внимание на ключевую роль магния на течение беременности и исходы родов, а также для нормального роста и развития плода, и его здоровья после рождения. Дефицит магния во время беременности может иметь серьезные последствия, как для матери, так и для плода. О важности проблемы указывает наличие данного состояния в МКБ 10 – E61.3 «недостаточность магния». Магний имеет ключевое значение в контроле различных биологических функций, таких как мышечные сокращения, сердечная деятельность, уровень кровяного давления и обмен веществ.

Сбалансированное питание, включающее магнийсодержащие продукты, такие как орехи, семена, зеленые овощи, зерновые и бобы, может помочь предотвратить дефицит магния и связанные с ним осложнения во время беременности.

Заклучение: Недостаточное содержание магния у беременных женщин может привести к серьезным изменениям в развитии плода и увеличению риска преждевременных родов, что делает его важным фактором в фетальном программировании заболеваний у взрослых.

Ключевые слова: магний, беременность, дефицит магния, микроэлементы.

Для цитирования: Адырбекова А.К., Исенова С.Ш., Казыбаева А.С., Шукирбаева А.С. Оценка клинической значимости гипомagneмии у беременных: обзор литературы // Репрод. Мед. – 2024. – №2. – С. 74-79. <https://doi.org/10.37800/RM.2.2024.74-79>

Assessment of the clinical significance of hypomagneemia in pregnant women: A literature review

A.K. Adyrbekova¹, S.Sh. Isenova¹, A.S. Kazybaeva¹, A.S. Shukirbaeva¹

¹«Asfendiyarov Kazakh National Medical University» NCJSC, Almaty, the Republic of Kazakhstan

ABSTRACT

Relevance: Studying magnesium deficiency during pregnancy is crucial due to its extensive impact on maternal health and fetal development. Magnesium deficiency has been linked to adverse outcomes such as premature birth, gestational diabetes, and hypertension. Understanding the mechanisms and consequences of hypomagneemia is vital in healthcare, as it can lead to new preventive and treatment strategies, improving pregnancy outcomes and the health of future generations.

The study aimed to summarize current data on the clinical significance of magnesium deficiency, as reported in journals focused on obstetrics and perinatology.

Materials and Methods: A literature review was conducted using PubMed, Scopus, Medline, and Google Scholar databases, covering domestic and international studies from the past decade (2013-2023). Keywords used in the search included «magnesium», «pregnancy», «magnesium deficiency», and «trace elements», employing MESH for keyword searches.

Results: The analysis highlights the essential role of magnesium in pregnancy and childbirth outcomes, as well as fetal growth, development, and postnatal health. Magnesium deficiency during pregnancy can have serious repercussions for both mother and fetus. This condition is recognized in the ICD-10 under E61.3 «magnesium deficiency». Magnesium is crucial for various biological processes, including muscle contraction, cardiac function, blood pressure regulation, and metabolism. During pregnancy, the increased magnesium requirement is essential for fetal development and maternal health. Insufficient magnesium intake can lead to complications, but a balanced diet with magnesium-rich foods like nuts, seeds, greens, grains, and beans can prevent deficiency and related pregnancy issues.

Conclusion: Pregnant women are at a heightened risk of magnesium deficiency, potentially leading to significant fetal developmental issues and increased rates of premature birth. Current literature indicates that low maternal magnesium levels during pregnancy should be considered a factor in the fetal programming of adult diseases.

Keywords: magnesium, pregnancy, magnesium deficiency, trace elements.

How to cite: Adyrbekova AK, Isenova SSh, Kazybaeva AS, Shukirbaeva AS. Assessment of the clinical significance of hypomagneemia in pregnant women: A literature review. *Reprod Med.* 2024;(2):74-79.

<https://doi.org/10.37800/RM.2.2024.74-79>

Жүкті әйелдердегі гипомагниемияның клиникалық маңыздылығын бағалау: әдебиетке шолу

А.К. Адырбекова¹, С.Ш. Исенова¹, А.С. Казыбаева¹, А.С. Шүкірбаева¹

¹«С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ Ұлттық Медицина Университеті» КЕАҚ, Алматы, Қазақстан Республикасы

АНДАТПА

Өзектілігі: Жүктілік кезіндегі магний тапшылығын зерттеудің өзектілігі- жүкті әйелдердің денсаулығы мен ұрықтың дамуына әсерінің кең ауқымымен анықталады. Ана мен ұрыққа ықтимал жағымсыз әсерлерін ескере отырып, мысалы мерзімінен бұрын босану, гестациялық қант диабеті, және гипертония, гипомагниемияның механизмдері мен салдарын түсіну денсаулық сақтауда үлкен маңызға ие болады. Магнийді жеткіліксіз қабылдау және оның жүкті әйелдердің денсаулығына әсері медициналық қауымдастықтың назарын аударады және осы саладағы қосымша зерттеулер жүктілік нәтижелері мен болашақ ұрпақтың денсаулығын жақсартуға қабілетті жаңа білім мен алдын алу және емдеу әдістерін енгізуі мүмкін.

Зерттеудің мақсаты – акушерлік және перинатологияның өзекті мәселелеріне арналған журналдарда жарияланған магний тапшылығының клиникалық маңыздылығы туралы заманауи деректерді қорытындылау.

Материалдар мен әдістері: PubMed, Scopus, Medline, Google Scholar дерекқорларында отандық және шетелдік жұмыстарға әдеби шолу жасалды. Зерттеу тереңдігі 10 жыл (2013-2023). Іздеуде «магний», «жүктілік», «магний тапшылығы», «микроэлементтер» кілт сөздері қолданылды. Іздеу кілт сөздер бойынша MESH көмегімен жүргізілді.

Нәтижелері: Зерттелген материалдарды талдау магнийдің жүктілік барысы мен босану нәтижелеріне, ұрықтың қалыпты өсуі мен дамуына және туылғаннан кейінгі денсаулығына назар аударады. Жүктілік кезіндегі магний жетіспеушілігі ана мен ұрық үшін ауыр зардаптарға әкелуі мүмкін. Мәселенің маңыздылығын МКБ 10 – E61.3 «магний жетіспеушілігі» болуы көрсетеді. Магний көптеген биологиялық процестерді, соның ішінде бұлшықеттің жиырылуын, жүрек қызметін, қан қысымын және метаболизмді реттеуде маңызды рөл атқарады.

Жүктілік кезінде магнийге деген қажеттілік оның ұрықтың дамуындағы және ананың денсаулығын сақтаудағы маңызды рөліне байланысты артады. Магнийдің жетіспеушілігі әртүрлі асқынуларға әкеледі. Сондықтан жүкті әйелдердің тамақтану арқылы немесе қосымша дәрі-дәрмектермен жеткілікті мөлшерде магний алуы маңызды. Жанғақтар, тұқымдар, жасыл көкөністер, дәнді дақылдар және бұршақ сияқты магний бар тағамдарды жүктілік кезінде магний жетіспеушілігін және онымен байланысты асқынуларды болдырмауға көмектеседі.

Қорытынды: жүкті әйелдерде магний жетіспеушілігі қауіп бар, бұл ұрықтың дамуында үлкен өзгерістерге және мерзімінен бұрын босану жиілігінің жоғарылауына әкелуі мүмкін. Қазіргі заманғы дереккөздер жүктілік кезіндегі магнийдің төмен қоры ересектердегі ұрық ауруларын бағдарламалауға байланысты көптеген факторлардың бірі ретінде ескеру керектігін көрсетеді.

Түйінді сөздер: магний, жүктілік, магний тапшылығы, микроэлементтер.

Введение: Дефицит магния широко распространен среди населения и остается серьезной проблемой здравоохранения. Согласно последним исследованиям, примерно у 25-40% жителей развитых стран наблюдается недостаток этого минерала. Магний является важным элементом в организме человека, занимая четвертое место по распространенности после ионов кальция, калия и натрия, и второе по распространенности катионом внутри клеток после калия [1, 2]. Общее количество ионов Mg²⁺ в организме варьирует от 20 до 28 гр. [3]. Более 99% всего Mg²⁺ в организме располагается внутри клеток, главным образом хранится в костях (50–65%), где в сочетании с кальцием и фосфором участвует в формировании скелета, а также в мышцах, мягких тканях (34–39%), в то время как в крови и внеклеточной жидкости его содержание составляет менее 1–2% [4, 5]. Уровень магния в сыворотке менее 1,7–1,8 мг/дл. (0,75 ммоль/л) характеризуется как гипомагниемия. Уровни магния выше 2,07 мг/дл. (0,85 ммоль/л), вероятно, свидетельствуют о нормальном уровне магния в организме [6-7], в соответствии с данными M.S. Razzaque, который рекомендует дополнительное обследование для людей с уровнем магния в сыворотке от 0,75 до 0,85 ммоль/л, чтобы подтвердить статус магния в организме [8].

Кроме того, экскреция магния с мочой менее 80 мг/день может свидетельствовать о риске дефицита магния, поскольку при этом состоянии экскреция через почки уменьшается в качестве компенсаторного механизма [9]. В клинической практике измерение концентрации магния в сыворотке крови является широко используемым лабораторным тестом для оценки магниевое статуса, хотя в крови присутствует только около 1% общего количества магния в организме [10]. Введение оценки магниевое статуса в клиническую практику и разработка эффективных методов диагностики и лечения дефицита магния также представляют актуальные направления исследования. Особое внимание уделено изучению влияния дефи-

цита магния на здоровье беременных женщин и развитие плода, а также на возможные меры профилактики и лечения в этот период.

Цель исследования – обобщение современных данных о клинической значимости дефицита магния, о котором сообщалось в журналах, посвященных актуальным проблемам акушерства и перинатологии.

Материалы и методы: Поиск научной литературы был произведен на доступных базах данных NCBI (PubMed), Scopus, Medline, Google Scholar. Глубиной исследования 10 лет (2013-2023г). В поиске использовались ключевые слова: «магний», «беременность», «дефицит магния», «гипомагниемия». Нами найдены 846 работ, после реферативной диагностики проанализировали 78 источников отечественных и зарубежных исследований. Поиск проводился, по ключевым словам, с использованием MESH.

Результаты: Гипомагниемия может возникать из-за недостаточного поступления магния с пищей, его увеличенных потерь через кишечник или почки, либо из-за перераспределения извне клеток внутрь них. Во время беременности наблюдается постепенное снижение уровня магния, как в крови, так и в тканях из-за его повышенного потребления на процессы пластического и энергетического обмена, а также увеличения почечной экскреции приблизительно 25% [11, 12]. Результаты исследований итальянских ученых свидетельствуют о том, что около 60% взрослых испытывают недостаток магния в рационе и что субклиническая недостаточность магния широко распространена среди жителей западных стран [13]. По данным исследования в Германии распространенность гипомагниемии составляет 14,5% в общей популяции [14].

В России 2012-2013 года проведены два многоцентровых исследований, посвященные оценке распространенности дефицита магния. Полученные выводы указывают на высокую распространенность этого явления в попу-

ляции: от 16 до 42%. Уровень дефицита магния среди беременных женщин в России достигает отметки 81,2–80,9%. Снижение уровня магния в крови указывает на серьезный дефицит магния, поскольку поддержание его уровня возможно лишь за счет выхода магния из депо. Следовательно, важно отслеживать симптомы дефицита магния и своевременно проводить коррекцию [15].

Дефицит магния широко распространен среди беременных женщин и в Республике Казахстан. Стандартизированный опросник, использующий балльную систему, показал, что примерно 81,85% беременных имели дефицит магния, в то время как биохимический анализ крови подтвердил это у 76,28% исследуемых [16]. Исходя из этих данных, можно предположить, что высокая распространенность дефицита магния среди беременных женщин может оказывать влияние на течение беременности и исходы родов. Таким образом, необходимо изучить влияние дефицита магния на беременность и исходы родов более детально, чтобы разработать эффективные стратегии профилактики и лечения.

Для оценки уровня магния в организме применяются различные методы. В медицинской практике уровень магния в сыворотке считается показателем его статуса, однако это не является полностью репрезентативным показателем общих запасов магния в организме, так как лишь незначительная часть (менее 1%) магния присутствует в сыворотке. Среднее нормальное значение магния в сыворотке у здорового человека без клинических симптомов составляет около 0,9 ммоль/л магния. Клинически значимые симптомы обнаруживаются при уровне магния в сыворотке менее 0,8 ммоль/л. Уровень магния в сыворотке ниже 1,8 мг/дл. (<0,74 ммоль/л) характеризуется как гипомagneмия [17]. На сегодняшний день разработан опросник для установления дефицита магния, разработанный РСЦ Института микроэлементов ЮНЕСКО (Франция), с помощью которого, согласно последним исследованиям можно выявить гипомagneмию в 90% случаях без клинических исследований [15]. Был разработан и протестирован модифицированный опросник «Magnesium Deficiency Questionnaire» (MDQ) для выявления гипомagneмией у женщин с гормонально-зависимыми заболеваниями. Опросник состоял из 62 вопросов, каждый из которых был оценен на вклад в общий балл и на связь с уровнем магния в сыворотке крови. На основе результатов разработаны два модифицированных опросника: MDQ-23 и MDQ-10, содержащие соответственно 23 и 10 вопросов, показавших значительную корреляцию с гипомagneмией.

Для каждого опросника определен общий диапазон баллов и оптимальное пороговое значение, позволяющее выявить гипомagneмию. Далее, диагностическая эффективность этих модифицированных опросников была проверена на данных беременных женщин с симптомами дефицита магния. Это позволило определить их способность точно выявлять наличие гипомagneмией на соответствующих пороговых значениях, что может быть полезным инструментом для диагностики и контроля состояния дефицита магния у беременных женщин [18].

Уровень магния в крови значительно снижается во время беременности, однако прием 345 мг магния в день достаточен для поддержания стабильного уровня магния [19]. В третьем триместре беременности происходит активное развитие и созревание плода. В этот период возникают различные проблемы, такие как плацентарная недостаточность и гестационные осложнения, например, гипертензия, преэклампсия, преждевременные роды, гестационный сахарный диабет и другие [20, 21].

В результате двух исследований, проведенных в Анголе и Китае, было выявлено значительное снижение частоты гипертензии, вызванной беременностью, при приеме магния. В обеих группах, где применялся магний, процент случаев гипертензии составил всего 4%, по сравнению с 21% в группе, принимавшей плацебо (из общего числа 201 участника). Кроме того, исследование в Анголе так-

же отметило значительное снижение частоты отеков (24% против 58% соответственно) [19].

Недостаток магния повышает вероятность возникновения артериальных и венозных тромбозов. Также низкий уровень витамина B6, который является синергистом магния, является фактором риска для венозных тромбозов. Например, на протяжении 4 лет измеряли уровень пиридоксальфосфата в плазме (ПФП) у 757 пациенток. Было обнаружено, что у пациенток с уровнем ПФП 21,7 нмоль/л и менее риск тромбозов увеличивался в 2 раза, а у пациенток с уровнем ПФП 23,3 нмоль/л и менее – в 1,8 раза. Учитывая, что дефицит одного из этих питательных веществ может привести к дефициту другого, риск тромбозов дополнительно возрастает [22].

Ряд эпидемиологических исследований связывает задержку внутриутробного развития (ЗВУР) с повышенным риском развития инсулинорезистентности в последующие годы жизни. Предполагается, что длительный дефицит магния внутриутробно может способствовать возникновению ЗВУР. Согласно этой гипотезе, серьезный дефицит магния у беременных женщин может привести к программированию инсулинорезистентности у новорожденных, что может иметь важные последствия для здоровья после рождения, включая развитие метаболического синдрома в детском или взрослом возрасте [23].

В последние годы внедрение сульфата магния в клиническую практику во время беременности было подвергнуто анализу в рамках исследований, направленных на защиту нервной системы у детей с низким весом при рождении или при риске преждевременных родов. Эти исследования выявили, что сульфат магния легко проникает через плаценту и достигает плода в течение короткого времени после его введения матери. При этом было показано, что его применение в перинатальном периоде может оказывать нейропротективный эффект на плод, предположительно благодаря трем основным механизмам: (1) уменьшению поступления кальция внутрь клеток; (2) блокировке рецепторов глутамата и других нейромедиаторов, ответственных за гибель нейронов; и (3) регуляции активности свободных радикалов кислорода и провоспалительных цитокинов [24].

Множество исследований обсуждали возможное влияние уровня магния у беременной женщины на риск преждевременных родов. Два исследования, проведенные Дойлом и коллегами, исследовали эффективность токолитической терапии с использованием сульфата магния у беременных женщин с высоким риском преждевременных родов и последующие неврологические исходы у их недоношенных детей. Эти исследования подтвердили пользу антенатального применения сульфата магния у женщин с риском преждевременных родов, выявив, что такое введение связано с улучшенными результатами для новорожденных, хотя оно не сокращает частоту преждевременных родов. Было предложено, что прием магния беременными может снизить риск задержки внутриутробного развития у плода, увеличит его массу при рождении и значительно снизит вероятность развития эклампсии [25].

В соответствии с рекомендациями Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) 2015 года, направленными на совершенствование результатов преждевременных родов, настоятельно рекомендуется использование сульфата магния для защиты нервной системы плода. Показано, что антенатальное введение сульфата магния связано с уменьшением риска смерти или церебрального паралича [26].

Обсуждение: Результаты нашего обзора подчеркивают важность поддержания нормального уровня магния у беременных женщин как основного аспекта поддержания их здоровья и благополучия плода. Дефицит магния, даже при относительно хорошем общем состоянии матери, может оказать значительное влияние на исходы беременности и здоровье новорожденного. Наш анализ указывает на то, что дефицит магния у беременных может быть более распространенным, чем обычно предполагается, и это требует усиленного внимания со стороны врачей и

здравоохранительных учреждений. Особенно важно учитывать этот фактор при планировании беременности и в ходе акушерской практики, чтобы своевременно выявлять и корректировать дефицит магния. Обсуждаемые здесь механизмы действия магния, такие как его влияние, на сократительную активность матки, нейропротекцию плода и профилактику осложнений, также подчеркивают важность его правильного уровня в организме беременных. Эти механизмы представляют собой потенциальные цели для разработки новых стратегий лечения и профилактики.

Несмотря на значимость магния для беременности, следует также учитывать его безопасность и биодоступность при выборе методов коррекции дефицита. В целом, наши результаты подчеркивают необходимость интеграции знаний о роли магния в беременности в практику акушерства и гинекологии, а также необходимость проведения дальнейших исследований для лучшего понимания механизмов его действия и оптимальных методов его коррекции.

Заключение: На текущий момент накоплен значительный объем доказательств, подтверждающих важную роль дефицита магния, который может возникать у беременных даже при относительном здоровье, в ухудшении общего состояния и возникновении осложнений в акушерской практике. С учетом современного уровня знаний и доступных методов диагностики, необходимо предпринимать профилактические меры по предотвращению дефицита магния как на этапе подготовки к беременности, так и в период гестации, начиная с ранних сроков, чтобы оптимизировать ход беременности и ее исходы. Основные критерии эффективности препаратов для коррекции дефицита магния включают их безопасность и доступность магния для организма. В связи с этим, по-прежнему актуальными являются поиск оптимальных методов коррекции дефицита и активная профилактика осложнений, связанных с недостатком магния.

ЛИТЕРАТУРА

- De Baaij J.H.F., Hoenderop J.G.J., Bindels R.J.M. Magnesium in man: implications for health and disease // *Physiol. Rev.* – 2015. – Vol. 95(1). – P. 46. <https://doi.org/10.1152/physrev.00012.2014>
- Дикке Г.Б. Роль магния при физиологической беременности: контрарверсии и доказательства // *Мед. Совет.* – 2016. – №19. – С. 96-102 [Dikke G.B. Rol' magniya pri fiziologicheskoy beremennosti: kontraversii i dokazatel'stva // *Med. Sovet.* – 2016. – №19. – S. 96-102. (in Russ)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-magniya-pri-fiziologicheskoy-beremennosti-kontraversii-i-dokazatelstva.pdf>
- Zoroddu M.A. Aaseth J., Crisponi G., Medici S., Peana M., Nurchi V.M. The essential metals for humans: a brief overview // *J. Inorg. Biochem.* – 2019. – Vol. 195. – P. 120-129. <https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2019.03.013>
- Schuchardt J.P., Hahn A. Intestinal absorption and factors influencing bioavailability of magnesium—an update // *Curr. Nutr. Food Sci.* – 2017. – Vol. 13. – P. 260-278. <https://doi.org/10.2174/1573401313666170427162740>
- Konrad M., Schlingmann K.P. Inherited disorders of renal hypomagnesaemia // *Nephrol. Dial. Transplant.* – 2014. – Vol. 4(29). – P. iv63-iv71. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfu198>
- Nielsen F.H. Magnesium deficiency and increased inflammation: current perspectives // *J. Inflamm. Res.* – 2018. – P. 25-34. <https://doi.org/10.2147/JIR.S136742>
- Costello R.B. Elin R.J., Rosanoff A., Wallace T.C., Guerrero-Romero F., Hruba A., Lutsey P.L., Nielsen F.H., Rodriguez-Moran M., Song Y., Van Horn L.V. Perspective: the case for an evidence-based reference interval for serum magnesium: the time has come // *Adv. Nutr.* – 2016. – Vol. 7(6). – P. 977-993. <https://doi.org/10.3945/an.116.012765>
- Razaque M.S. Magnesium: Are We Consuming Enough? // *Nutrients.* – 2018. – Vol. 10(11). – P. – 1863. <https://doi.org/10.3390/nu10121863>
- Blaine J., Chonchol M., Levi M. Renal control of calcium, phosphate, and magnesium homeostasis // *CJASN.* – 2015. – Vol. 7(10). – P. 1257. <https://doi.org/10.2215/CJN.09750913>
- Gröber U., Schmidt J., Kisters K. Magnesium in prevention and therapy // *Nutrients.* – 2015. – Vol. 9(7). – P. 8199-8226. <https://doi.org/10.3390/nu7095388>
- Hansu K., Cikim I.G. Vitamin and mineral levels during pregnancy // *RAMB.* – 2022. – Vol. 68. – P. 1705-1708. <https://doi.org/10.1590/1806-9282.20220769>
- Blommart E., Peanne R., Cherepanova N.A., Rymen D., Staels F., Jekene J., Reis V., Keldermans L., Suchet E., Korvelein A., Sparkes R., Bhattacharyag K., Devalkchas K., Schrijvers R., Foulquier, Gilmorby R., Matthais G. Mutations in MAGT1 lead to a glycosylation disorder with a variable phenotype // *PNAS.* – 2019. – Vol. 116(20). – P. 9865-9870. <https://doi.org/10.1073/pnas.1817815116>
- Fiorntini D., Cappadone C., Farruggia G., Prata C. Magnesium: biochemistry, nutrition, detection, and social impact of diseases linked to its deficiency // *Nutrients.* – 2021. – Vol. 4(13). – P. 1136. <https://doi.org/10.3390/nu13041136>
- Громова О.А., Лиманова О.А. Дефицит магния и судороги мышц у беременных: возможности терапии (клинико-фармакологическая лекция) // *Гинекология.* – 2014. – №2(16). – С. 70-77 [Gromova O.A., Limanova O.A. Deficit magniya i sudorogi myshc u beremennyh: vozmozhnosti terapii (kliniko-farmakologicheskaya lekciya) // *Ginekologiya.* – 2014. – №2(16). – S. 70-77. (in Russ)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/defitsit-magniya-i-sudorogi-myshc-u-beremennyh-vozmozhnosti-terapii-kliniko-farmakologicheskaya-lektsiya>
- Балан В.Е., Журавель А.С., Тихомирова Е.В., Панина Е.М., Овчинникова В.В. Современный взгляд на необходимость коррекции дефицита магния при беременности // *Мед. Совет.* – 2017. – № 20. – С. 198-202 [Balan V. E. Zhuravel A.S., Tihomirova E.V., Panina E.M., Ovchinnikova V.V. Sovremennyy vzgljad na neobhodimost' korrektsii defitsita magniya pri beremennosti // *Med. Sovet.* – 2017. – № 20. – S. 198-202. (in Russ)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyy-vzglyad-na-neobhodimost-korrektsii-defitsita-magniya-pri-beremennosti>
- Мамедалиева Н.М., Аимбетова А.Р., Тлеубердиева Ф.Н. Оценка распространенности дефицита магния у беременных женщин в Республике Казахстан // *Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета.* – 2017. – С. 23 [Mamedaliev N. M., Aimbetova A. R., Tleuberdieva F. N. Ocenka rasprostranennosti defitsita magniya u beremennyh zhenshin v Respublike Kazaxstan // *Vestnik Kyrgyzsko-Rossiyskogo Slavyanskogo universiteta.* – 2017. – S. 23. (in Russ)]. <http://vestnik.krsu.edu.kg/archive/28/1320>
- Орлова С.В. Оценка скрытого дефицита магния у беременных // *Мед. Совет.* – 2022. – №5(16). – С. 104-110 [Orlova S.V. Ocenka skrytogo defitsita magniya u beremennyh // *Med. Sovet.* – 2022. – №5(16). – S. 104-110. (in Russ.)] <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2022-16-5-104-110>
- Orlova S., Dikke G., Pickering G., Konchits S., Starostin K., Bevez A. Magnesium deficiency questionnaire: A new non-invasive magnesium deficiency screening tool developed using real-world data from four observational studies // *Nutrients.* – 2020. – Vol. 7(12). – P. 2062. <https://doi.org/10.3390/nu12072062>
- Adams J.B. Evidence-based recommendations for an optimal prenatal supplement for women in the US, part two: Minerals // *Nutrients.* – 2021. – Vol. 6(13). – P. 1849. <https://doi.org/10.3390/nu13061849>
- De Araújo C.A.L. Magnesium supplementation and preeclampsia in low-income pregnant women—a randomized double-blind clinical trial // *BMC Pregn. Childbirth.* – 2020. – Vol. 20. – P. 1-6. <https://doi.org/10.1186/s12884-020-02877-0>
- Kostov K. Effects of magnesium deficiency on mechanisms of insulin resistance in type 2 diabetes: focusing on the processes of insulin secretion and signaling // *Int. J. Mol. Sci.* – 2019. – Vol. 6(20). – P. 1351. <https://doi.org/10.3390/ijms20061351>

22. Fanni D., Gerosa C., Nurchi V.M., Manchia M., Saba L., Coghe F., Crisponi G., Gibo Y., Van Eyken P., Fanos V., Faa G. The role of magnesium in pregnancy and in fetal programming of adult diseases // *Biol. Trace Elem. Res.* – 2021. – Vol. 199. – P. 3647-3657. <https://doi.org/10.1007/s12011-020-02513-0>
23. Takaya J. Small for gestational age and magnesium: Intrauterine magnesium deficiency may induce metabolic syndrome in later life // *AIMS public health.* – 2015. – Vol. 4(2). – P. 793. <https://doi.org/10.3934/publichealth.2015.4.793>
24. Ting J.Y., Kingdom J.C., Shah P.S. Antenatal glucocorticoids, magnesium sulfate, and mode of birth in preterm fetal small for gestational age // *Am. J. Obstet. Gynecol.* – 2018. – Vol. 2(218). – P. S818-S828. <https://doi.org/10.1007/s12011-020-02513-0>
25. Doyle L.W., Crowther C.A., Middleton P., Marret S. Intenatal magnesium sulfate and neurologic outcome in preterm infants: a systematic review // *Obstet. Gynecol.* – 2009. – Vol. 6(113). – P. 1327-1333. <https://doi.org/10.1097/AOG.0b013e3181a60495>
26. Magee L.A., De Silva D.A., Sawchuck D., Synnes A., Von Dadelszen P. No. 376-Magnesium Sulphate for fetal neuroprotection // *J. Obstet. Gynecol. Canada.* – 2019. – Vol. 4(41). – P. 505-522. <https://doi.org/10.1016/j.jogc.2018.09.018>

REFERENCES

1. De Baaij JHF, Hoenderop GJG, Bindels RJM. Magnesium in man: implications for health and disease. *Physiol. Rev.* 2015;95(1):46. <https://doi.org/10.1152/physrev.00012.2014>
2. Дикке Г.Б. Роль магния при физиологической беременности: контраргументы и доказательства. *Мед Совет.* 2016;19:96-102. Dikke GB. The role of magnesium in physiological pregnancy: controversies and evidence. *Med Sovet.* 2016;19:96-102. (in Russ). <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-magniya-pri-fiziologicheskoy-beremennosti-kontraversii-i-dokazatelstva.pdf>
3. Zoroddu MA, Aaseth J, Crisponi G, Medici S, Peana M, Nurchi VM. The essential metals for humans: a brief overview. *J Inorg Biochem.* 2019;195:120-129. <https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2019.03.013>
4. Schuchardt JP, Hahn A. Intestinal absorption and factors influencing bioavailability of magnesium – an update. *Curr Nutr Food Sci.* 2017;13:260-278. <https://doi.org/10.2174/1573401313666170427162740>
5. Konrad M, Schlingmann KP. Inherited disorders of renal hypomagnesaemia. *Nephrol Dial Transplant.* 2014;4(29):iv63-iv71. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfu198>
6. Nielsen FH. Magnesium deficiency and increased inflammation: current perspectives. *J Inflamm Res.* 2018;25-34. <https://doi.org/10.2147/JIR.S136742>
7. Costello RB, Elin RJ, Rosanoff A, Wallace TC, Guerrero-Romero F, Hruba A, Lutsey PL, Nielsen FH, Rodriguez-Moran M, Song Y, Van Horn LV. Perspective: the case for an evidence-based reference interval for serum magnesium: the time has come. *Adv Nutr.* 2016;7(6):977-993. <https://doi.org/10.3945/an.116.012765>
8. Razaque MS. Magnesium: Are We Consuming Enough? *Nutrients.* 2018;10(11):1863. <https://doi.org/10.3390/nu10121863>
9. Blaine J, Chonchol M, Levi M. Renal control of calcium, phosphate, and magnesium homeostasis. *CJASN.* 2015;7(10):1257. <https://doi.org/10.2215/CJN.09750913>
10. Gröber U, Schmidt J, Kisters K. Magnesium in prevention and therapy. *Nutrients.* 2015;9(7):8199-8226. <https://doi.org/10.3390/nu7095388>
11. Hansu K, Cikim IG. Vitamin and mineral levels during pregnancy. *RAMB.* 2022;68:1705-1708. <https://doi.org/10.1590/1806-9282.20220769>
12. Blommart E, Peanne R, Cherepanova NA, Rymen D, Staels F, Jekene J, Reis V, Keldermans L, Suchet E, Korvelein A, Sparkes R, Bhattacharyag K, Devalkhas K, Schrijvers R, Foulquier Gilmorby R, Matthais G. Mutations in MAGT1 lead to a glycosylation disorder with a variable phenotype. *PNAS.* 2019;116(20):9865-9870. <https://doi.org/10.1073/pnas.1817815116>
13. Fiorentini D, Cappadone C, Farruggia G, Prata C. Magnesium: biochemistry, nutrition, detection, and social impact of diseases linked to its deficiency. *Nutrients.* 2021;4(13):1136. <https://doi.org/10.3390/nu13041136>
14. Громова О.А., Лиманова О.А. Дефицит магния и судороги мышц у беременных: возможности терапии (клинико-фармакологическая лекция). *Гинекология.* 2014;2(16):70-77. Gromova OA, Limanova OA. Magnesium deficiency and muscle cramps in pregnant women: treatment options (clinical and pharmacological lecture). *Ginekologiya.* 2014;2(16):70-77. (in Russ.). <https://cyberleninka.ru/article/n/defitsit-magniya-i-sudorogi-myshts-u-beremennyh-vozmozhnosti-terapii-kliniko-farmakologicheskaya-lektsiya>
15. Балан В.Е., Журавель А.С., Тихомирова Е.В., Панина Е.М., Овчинникова В.В. Современный взгляд на необходимость коррекции дефицита магния при беременности. *Мед Совет.* 2017;20:98-202. Balan VE, Zhuravel AS, Tihomirova EV, Panina EM, Ovchinnikova VV. Modern view on the need to correct magnesium deficiency during pregnancy. *Med Sovet.* 2017;20:98-202. (in Russ.). <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyy-vzglyad-na-neobhodimost-korreksii-defitsita-magniya-pri-beremennosti>
16. Мамедалиева Н.М., Аимбетова А.Р., Тлеубердиева Ф.Н. Оценка распространенности дефицита магния у беременных женщин в Республике Казахстан. *Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета.* 2017;23. Mamedalieva NM, Aimbetova AR, Tleuberdieva FN. Assessment of the prevalence of magnesium deficiency in pregnant women in the Republic of Kazakhstan. *Vestnik Kyrgyzsko-Rossiyskogo Slavyanskogo universiteta.* 2017;23. (in Russ.). <http://vestnik.krsu.edu.kg/archive/28/1320>
17. Орлова С.В. Оценка скрытого дефицита магния у беременных. *Мед Совет.* 2022;5(16):104-110. Orlova SV. Assessment of hidden magnesium deficiency in pregnant women. *Med Sovet.* 2022;5(16):104-110. (in Russ.). <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2022-16-5-104-110>
18. Orlova S, Dikke G, Pickering G, Konchits S, Starostin K, Bevz A. Magnesium deficiency questionnaire: A new non-invasive magnesium deficiency screening tool developed using real-world data from four observational studies. *Nutrients.* 2020;7(12):2062. <https://doi.org/10.3390/nu12072062>
19. Adams JB. Evidence-based recommendations for an optimal prenatal supplement for women in the US, part two: Minerals. *Nutrients.* 2021;6(13):1849. <https://doi.org/10.3390/nu13061849>
20. De Araújo CAL. Magnesium supplementation and preeclampsia in low-income pregnant women—a randomized double-blind clinical trial. *BMC Pregn. Childbirth.* 2020;20:1-6. <https://doi.org/10.1186/s12884-020-02877-0>
21. Kostov K. Effects of magnesium deficiency on mechanisms of insulin resistance in type 2 diabetes: focusing on the processes of insulin secretion and signaling. *Int J Mol Sci.* 2019;6(20):1351. <https://doi.org/10.3390/ijms20061351>

22. Fanni D, Gerosa C, Nurchi VM, Manchia M, Saba L, Coghe F, Crisponi G, Gibo Y, Van Eyken P, Fanos V, Faa G. The role of magnesium in pregnancy and in fetal programming of adult diseases. *Biol Trace Elem Res.* 2021;199:3647-3657. <https://doi.org/10.1007/s12011-020-02513-0>
23. Takaya J. Small for gestational age and magnesium: Intrauterine magnesium deficiency may induce metabolic syndrome in later life. *AIMS public health.* 2015;4(2):793. <https://doi.org/10.3934/publichealth.2015.4.793>
24. Ting JY, Kingdom JC, Shah PS. Antenatal glucocorticoids, magnesium sulfate, and mode of birth in preterm fetal small for gestational age. *Am J Obstet Gynecol.* 2018;2(218):S818-S828. <https://doi.org/10.1007/s12011-020-02513-0>
25. Doyle LW, Crowther CA, Middleton P, Marret S. Antenatal magnesium sulfate and neurologic outcome in preterm infants: a systematic review. *Obstet Gynecol.* 2009;6(113):1327-1333. <https://doi.org/10.1097/AOG.0b013e3181a60495>
26. Magee LA, De Silva DA, Sawchuck D, Synnes A, Von Dadelszen P. No. 376-Magnesium Sulphate for fetal neuroprotection. *J Obstet Gynecol Canada.* 2019;4(41):505-522. <https://doi.org/10.1016/j.jogc.2018.09.018>

Данные авторов:

Адырбекова А.К. (корреспондирующий автор) – магистрант 1 курса НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет им С.Д. Асфендиярова», Алматы, Республика Казахстан, тел. 87018882472, e-mail: adyrbekova8989@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-5982-1522>;

Исенова С.Ш. – доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой акушерство и гинекологии с курсом медицинской генетики НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет им С.Д. Асфендиярова», Алматы, Республика Казахстан, тел. 87051727500, e-mail: isenova10@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1869-746X>;

Казыбаева А.С. – доцент кафедры «Акушерство и гинекологии с курсом медицинской генетики» НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет им С.Д. Асфендиярова», Алматы, Казахстан, 87013929933, e-mail: aigulkazybaeva@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7121-6808>.

Шүкірбаева А.С. – ассистент кафедры «Акушерство и гинекологии с курсом медицинской генетики» в НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет им С.Д. Асфендиярова», Алматы, Казахстан. 87478481938, e-mail: shukirbaeva.a@kaznmu.kz, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-4413-6753>.

Адрес для корреспонденции: Адырбекова А.К., НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет им С.Д. Асфендиярова», Республика Казахстан, Алматы, 050070, ул. Редько, 27.

Вклады авторов:

вклад в концепцию – Исенова С.Ш., Казыбаева А.С., Адырбекова А.К., Шүкірбаева А.С.

научный дизайн – Исенова С.Ш., Адырбекова А.К., Шүкірбаева А.С.

исполнение заявленного научного исследования – Адырбекова А.К., Шүкірбаева А.С.

интерпретация заявленного научного исследования – Исенова С.Ш., Казыбаева А.С.

создание научной статьи – Исенова С.Ш., Адырбекова А.К.

Финансирование: Авторы заявляют об отсутствии финансирования.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Прозрачность исследования: Авторы несут полную ответственность за содержание данной статьи.

Authors' data:

Adyrbekova A.K. (corresponding author) – 1st year master's student, «Asfendiyarov Kazakh National Medical University» NCJSC, Almaty, the Republic of Kazakhstan, tel. 87018882472, e-mail: adyrbekova8989@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-5982-1522>;

Isenova S.Sh. – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Obstetrics and Gynecology with a course in medical genetics Department, «Asfendiyarov Kazakh National Medical University» NCJSC, Almaty, the Republic of Kazakhstan, tel. 87051727500, e-mail: isenova10@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1869-746X>;

Kazybaeva A.S. – Associate professor of the Obstetrics and Gynecology with a course in medical genetics Department, «Asfendiyarov Kazakh National Medical University» NCJSC, Almaty, the Republic of Kazakhstan, tel. 87013929933, e-mail: aigulkazybaeva@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7121-6808>.

Shukirbaeva A.S. – Assistant of the Obstetrics and Gynecology with a course in medical genetics Department, «Asfendiyarov Kazakh National Medical University» NCJSC, Almaty, the Republic of Kazakhstan, tel. 87478481938, e-mail: shukirbaeva.a@kaznmu.kz, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-4413-6753>.

Address for correspondence: Adyrbekova A.K., «Asfendiyarov Kazakh National Medical University» NCJSC, the Republic of Kazakhstan, Almaty, 050070, Redko str., 27.

Authors' input:

contribution to the study concept – Isenova S.Sh., Adyrbekova A.K., Kazybaeva A.S., Shukirbaeva A.S.

study design – Isenova S.Sh., Adyrbekova A.K., Shukirbaeva A.S.

execution of the study – Adyrbekova A.K., Shukirbaeva A.S.

interpretation of the study – Isenova S.Sh., Kazybaeva A.S.

preparation of the manuscript – Adyrbekova A.K., Isenova S.Sh.

Funding: Authors declare no funding of the study.

Conflict of interest: Authors declare no conflict of interest.

Transparency of the study: Authors take full responsibility for the content of this manuscript.