



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 4 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

УДК: 613.95

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ И МИКРОНУТРИЕНТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ДЕВУШЕК РАННЕГО РЕПРОДУКТИВНОГО ВОЗРАСТА В ПРИАРАЛЬЕ

Г.У. Султанмуратова

докторант кафедры Акушерства и гинекологии, репродуктологии Ташкентского



Государственного медицинского университета

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8457-6178>

E-mail: doctor_9191@list.ru

Аннотация

В работе проведен многомерный статистический анализ гематологических показателей в разрезе территории Приаралья, включая районы Хорезмской области и Республику Каракалпакстан. Методом главных компонент выделены два интегральных фактора, объясняющих 63,1% общей дисперсии. На основе факторных оценок выполнена кластеризация (3 кластера) и дискриминантный анализ, позволивший выявить статистически значимые различия между районами по выделенным компонентам. Показана географическая дифференциация: районы различаются преимущественно по «эритроцитарному фактору» и содержанию витамина B12. Полученные результаты могут быть использованы для углубленного изучения региональных особенностей питания и здоровья населения.

Ключевые слова: главные компоненты, кластерный анализ, дискриминантный анализ, гематологические показатели, районы Хорезмской области, Приаралье

Annotatsiya

Ushbu ishda Orolbo'yi hududi, jumladan Xorazm viloyati tumanlari va Qoraqalpog'iston Respublikasi kesimida gematologik ko'rsatkichlarning ko'p o'lchovli statistik tahlili o'tkazildi. Asosiy komponentlar usuli yordamida umumiy dispersiyaning 63,1 % izohlovchi ikkita integral omil ajratib olindi. Faktor baholari asosida klasterlash — 3 ta klasterga ajratish hamda diskriminant tahlil amalga oshirildi. Ushbu tahlillar ajratilgan komponentlar bo'yicha hududlar o'rtasidagi statistik jihatdan ahamiyatli farqlarni aniqlash imkonini berdi. Geografik differentsiallashtiruv mavjudligi ko'rsatildi: hududlar, asosan, «eritrotsitar omil» va B12 vitamini miqdori bo'yicha bir-biridan farq qiladi. Olingan natijalardan aholi ovqatlanishi va salomatligining hududiy xususiyatlarini chuqur o'rganishda foydalanish mumkin.

Kalit so'zlar: asosiy komponentlar, klaster tahlili, diskriminant tahlil, gematologik ko'rsatkichlar, Xorazm viloyati tumanlari, Orolbo'yi

Abstract

The work conducted a multivariate statistical analysis of hematological parameters in the context of the Aral Sea region, including the districts of the Khorezm region and the Republic of Karakalpakstan. Using principal component analysis, two integral factors were identified, explaining



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 4 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

63.1% of the total variance. Based on factor scores, clustering into three clusters and discriminant analysis were performed, which made it possible to identify statistically significant differences between districts according to the extracted components. Geographic differentiation was demonstrated: districts differed mainly by the “erythrocyte factor” and vitamin B12 levels. The obtained results may be used for further in-depth study of regional characteristics of nutrition and population health.

Keywords: *principal component analysis, cluster analysis, discriminant analysis, hematological parameters, districts of Khorezm region, Aral Sea region*

Введение

Анемии – группа заболеваний, характеризующихся уменьшением количества циркулирующих эритроцитов и(или) гемоглобина (Hb) в единице объема крови ниже нормального для данного возраста и пола. От анемии страдают около 30% женщин, 37% беременных женщин и 40% детей в возрасте от полугода до пяти лет, преимущественно из-за дефицита железа. Другие причины включают недостаточность питания, гемоглобинопатии, инфекционные и хронические заболевания, редко – злокачественное новообразование [4,7]. Женщины репродуктивного возраста в Узбекистане страдают от сильного скрытого голода. 50% женщин репродуктивного возраста испытывают дефицит железа. Около половины женщин начинают свою беременность с высокой степенью риска рождения ребенка с дефектами нервной трубки. Каждая пятая женщина страдает дефицитом витамина B12. Каждая шестая девочка-подросток (16,5%) в Узбекистане страдает анемией. 75% девочек с анемией страдают железодефицитной анемией. Уровень дефицита железа среди девочек-подростков тревожно высок и составляет около 50%.

Распространенность анемии значительно отличается от региона к региону. Самый высокий уровень анемии отмечается в Ташкентской области и Каракалпакстане, а самые низкие показатели анемии – в Наманганской и Кашкадарьинской областях. Хорезмская область расположена в северо-западной части Узбекистана, в нижнем течении реки Амударья, и граничит с Каракалпакстаном, который непосредственно прилегает к высохшему Аральскому морю. Экологическая ситуация в регионе Приаралья, включая Хорезмскую область, значительно ухудшилась из-за высыхания Арала, что привело к росту заболеваемости и ухудшению качества жизни населения. Хорезмская область делится на 11 районов, которые можно условно разделить на северные, центральные и южные: Северные районы: Гурленский, Шаватский, Кушкупырский и Янгибазарский. Эти районы ближе всего расположены к Каракалпакстану и, соответственно, к высохшему Аральскому морю. Центральные районы: Хивинский, Ургенчский, Янгиарыкский и Ханкинский. Они находятся в центральной части области, вдали от непосредственного влияния Арала. Южные районы: Багатский и Хазараспский. Эти районы находятся дальше всего от Аральского моря, ближе к границе с Бухарской областью.

Современные данные подчёркивают, что диагностика анемии, основанная исключительно на концентрации гемоглобина, не позволяет установить её этиологию. Согласно рекомендациям ВОЗ, для оценки запасов железа необходимо определение ферритина, при этом интерпретация данного показателя должна учитывать влияние воспалительных состояний, поскольку ферритин является белком острой фазы [8]. Обзорные публикации последних лет подтверждают необходимость использования дополнительных маркёров, включая растворимый рецептор трансферрина, для дифференциации истинного дефицита железа и анемии хронического воспаления [6, 2].

Помимо железодефицита, дефицит фолиевой кислоты и витамина B12 имеет самостоятельное клиническое значение в прегравидарный период. Метаанализ показал, что



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 4 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

периконцепционная фолатная супплементация достоверно снижает риск дефектов нервной трубки плода [3]. Заккрытие нервной трубки происходит на 21–28-й день эмбриогенеза, что определяет критическую роль достаточного уровня фолатов до наступления беременности [3]. Дефицит витамина B12 ассоциирован с нарушением метаболизма гомоцистеина, повышенным риском неблагоприятных исходов беременности и нарушением нейрокогнитивного развития [1,5]. Оценка гематологических параметров – важный инструмент мониторинга здоровья населения, поскольку отражает обеспеченность организма железом, витаминами и общее функциональное состояние кроветворной системы. В разных географических и климатических условиях, а также в связи с особенностями питания, уровни эритроцитов, гемоглобина, ферритина, витамина B12 и фолиевой кислоты могут существенно варьировать.

Цель настоящей работы – выявить региональные особенности гематологических и микронутриентных показателей у девушек раннего репродуктивного возраста, проживающих в Приаралье, и определить группы территорий с повышенным риском анемии и дефицитных состояний для обоснования профилактических мероприятий.

Материалы и методы

Проведено обсервационное поперечное исследование, направленное на оценку гематологических и витаминных показателей у 471 девушек раннего репродуктивного возраста (18-25 лет), проживающих в различных районах Хорезмской области и Республике Каракалпакстан. Исследование выполнено на базе Хорезмского областного филиала Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра здоровья матери и ребенка в период с января 2024 года по декабрь 2025 года. Критерии включения: возраст 18–25 лет, постоянное проживание в одном из районов Хорезмской области не менее 5 лет, отсутствие беременности на момент обследования, информированное добровольное согласие на участие в исследовании. Критерии исключения: беременность или лактация, острые инфекционные заболевания на момент обследования, установленная онкогематологическая патология, приём препаратов железа, витамина B12 или фолиевой кислоты менее чем за 3 месяца до обследования. Обследованные были распределены по районам проживания: Ургенч, Шават, Багат, Хива, Янгибазар, Кушкупир, Янгиарик, Гурлен, Ханка, Хазорасп, город Ургенч и Республика Каракалпакстан. Численность обследованных в каждом районе варьировала от 15 до 129 человек.

Классификация анемии проводилась по уровню гемоглобина: ≥ 120 г/л — норма; 90–119 г/л — лёгкая степень анемии; 70–89 г/л — анемия средней степени; < 70 г/л — тяжёлая степень анемии. Для выявления особенностей распределения анемии на исследуемых территориях был проведен кластерный анализ с последующим дискриминантным анализом. В качестве основных показателей использовались количество эритроцитов (RBC), уровень гематокрита (Ht), концентрация гемоглобина (Hb), концентрация ферритина (Ft), витамина B12 и уровень фолиевой кислоты. Для снижения размерности данных использовали метод главных компонент (PCA, Principal Component Analysis) Использовалась матрица корреляций, вращение не применялось. Кластеризация проводилась методом k-средних (k-means). Алгоритм k-means используют для группировки объектов в наборы (кластеры) на основе их схожести. В основе работы k-means лежит принцип минимизации расстояния между объектами внутри одного кластера. Кластеризация проводилась на основе регрессионных факторных оценок двух выделенных компонент. Для определения оптимального числа кластеров (k) использовали метод локтя. Выполняя кластеризацию для различных значений k определяли суммарную внутрикластерную дисперсию. Чем меньше внутрикластерная дисперсия, тем более «упорядочены» и «однородны» кластеры. Выбирали минимальное значение k, при котором дальнейшее увеличение числа кластеров не приводит к значительному



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 4 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

снижению внутрикластерной дисперсии. Статистический анализ проводили с помощью программного обеспечения IBM SPSS Statistics (v.26).

Результаты исследования

Средний возраст обследованных девушек составил $20,3 \pm 2,05$ года, варьируя от 18 до 25 лет. Набор участниц проводился среди обучающихся медицинского образовательного учреждения, что учитывалось при интерпретации полученных результатов. Средний уровень гемоглобина составил $97,1 \pm 18,1$ г/л, с диапазоном от 43 до 146 г/л, при этом анемия была выявлена у 85,5 % девушек.

С целью уменьшения количество переменных при сохранении максимума информации использовали метод главных компонент. В результате PCA выделены две компоненты с собственными значениями >1 . Первая компонента объясняет 45,35% общей дисперсии, вторая – 17,78%, суммарно – 63,14%. Третья и последующие компоненты имеют собственные значения менее 0,84 и не рассматриваются. Матрица компонент (Таб. 1) показывает вклад («нагрузку») каждого исходного показателя в выделенные факторы.

Таблица 1. Матрица компонент (факторные нагрузки)

Показатель	Компонента 1	Компонента 2
Эритроциты	0,878	-0,073
Гемоглобин, г/л	0,856	-0,216
Гематокрит, %	0,718	0,350
Фолиевая кислота (3,2–13,7 нг/мл)	0,591	0,351
Ферритин (7–227 нг/мл)	0,524	0,073
Витамин В12 (192–827 пг/мл)	-0,284	0,874

Первая компонента имеет высокие положительные нагрузки по эритроцитам (0,878), гемоглобину (0,856), гематокриту (0,718), фолиевой кислоте (0,591) и ферритину (0,524). Витамин В12 дает слабую отрицательную нагрузку (-0,284). Таким образом, первая компонента отражает общую насыщенность эритроцитарного звена кроветворения, уровень железа и фолиевой кислоты – фактор, который можно обозначить как «**эритроцитарно-фолатный**».

Вторая компонента характеризуется исключительно высокой положительной нагрузкой витамина В12 (0,874) и умеренными – гематокрита (0,350) и фолиевой кислоты (0,351), при этом эритроциты, гемоглобин и ферритин имеют близкие к нулю или слабые отрицательные значения. Вторая компонента интерпретируется как «**В12-витаминный фактор**». Это позволило найти наиболее информативные комбинации исходных признаков и в дальнейшем оперировать двумя полученными функциями.

Кластеризация районов на основе факторных оценок. Для каждого наблюдения были рассчитаны регрессионные факторные оценки (REGR factor score 1 и 2). Метод локтя показал, что оптимальное число кластеров для данной выборки 3 (Таб.2).

Таблица 2. Конечные центры кластеров

Компонента	Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3
Факторная оценка 1	-1,363	-0,716	0,405
Факторная оценка 2	-0,745	2,351	-0,168

Кластер 1 характеризуется самыми низкими значениями обеих компонент (особенно первой – значительно ниже среднего). Кластер 2 имеет очень высокий показатель второй компоненты (витамин В12) при умеренно отрицательной первой. Кластер 3 – средние значения: первая компонента несколько выше нуля, вторая близка к нулю.

Дискриминантный анализ различий между районами. Для проверки достоверности разделения 12 территорий, по факторным оценкам выполнен канонический дискриминантный



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 4 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

анализ. Вычислены две дискриминантные функции. Собственные значения и канонические корреляции приведены в Таблице 3.

Таблица 3. Собственные значения дискриминантных функций

Функция	Собственное значение	% дисперсии	Суммарный %	Каноническая корреляция
1	0,225	72,7	72,7	0,428
2	0,084	27,3	100,0	0,279

Лямбда Уилкса для двух функций равна 0,753 ($\chi^2=79,43$, $df=22$, $p<0,001$); для второй функции после исключения первой – 0,922 ($\chi^2=22,66$, $df=10$, $p=0,012$). Это подтверждает, что обе дискриминантные функции вносят статистически значимый вклад в разделение районов.

Первая дискриминантная функция в большей степени определяется первой компонентой (0,826), вторая – сочетанием второй компоненты (0,792) и отрицательным вкладом первой (-0,566). Матрица структуры (Таблица 4) подтверждает, что первая функция сильно коррелирует с первой компонентой (0,791), а вторая – со второй компонентой (0,825).

Таблица 4. Матрица структуры (корреляции переменных с функциями)

Предиктор	Функция 1	Функция 2
REGR factor score 1	0,791*	-0,612

Примечание: * – наибольшая абсолютная корреляция с функцией.

Наибольшие положительные значения по первой дискриминантной функции (соответствует высокому уровню первой компоненты – эритроцитам, гемоглобину и др.) наблюдаются в Республике Каракалпакстан (0,547), Хиве (0,401), Ханке (0,396), Ургенчском районе (0,318). Наиболее низкие значения – в Янгибазаре (-0,853), Хазораспе (-0,801), Багате (-0,521), Янгиарике (-0,432). По второй дискриминантной функции (фактор В12) максимальные значения зафиксированы в Ханке (0,500) и Гурлене (0,331), минимальные – в Кушкупире (-0,484) и Республике Каракалпакстан (-0,325). Центроиды позволяют визуализировать дифференциацию районов: например, Хазорасп и Янгибазар резко отличаются пониженным уровнем первой компоненты; Кушкупир – пониженным уровнем витамина В12; Ханка – повышенными значениями обеих компонент. Полученные результаты позволили выделить три статистически различающиеся группы районов. Статистическая значимость дискриминантных функций ($p<0,001$ и $p=0,012$) подтверждает, что наблюдаемые различия между районами неслучайны. Канонические корреляции (0,428 и 0,279) указывают на умеренную связь дискриминантных функций с группирующей переменной (районом). В целом, наибольший вклад в разделение вносит первая компонента – «эритроцитарно-фолатный фактор», что отражено и в стандартизованных коэффициентах, и в матрице структуры.

Кластерный анализ на основе факторных оценок позволил сгруппировать пациенток в три группы: с низкими показателями обоих факторов (кластер 1), с резким дефицитом эритроцитарных показателей, но высоким В12 (кластер 2) и с умеренными значениями (кластер 3). Для каждого наблюдения определяли принадлежность к кластеру на основании минимального евклидова расстояния до центра соответствующего кластера.

На следующем этапе был проведен анализ распределения пациенток по кластерам в зависимости от района проживания.

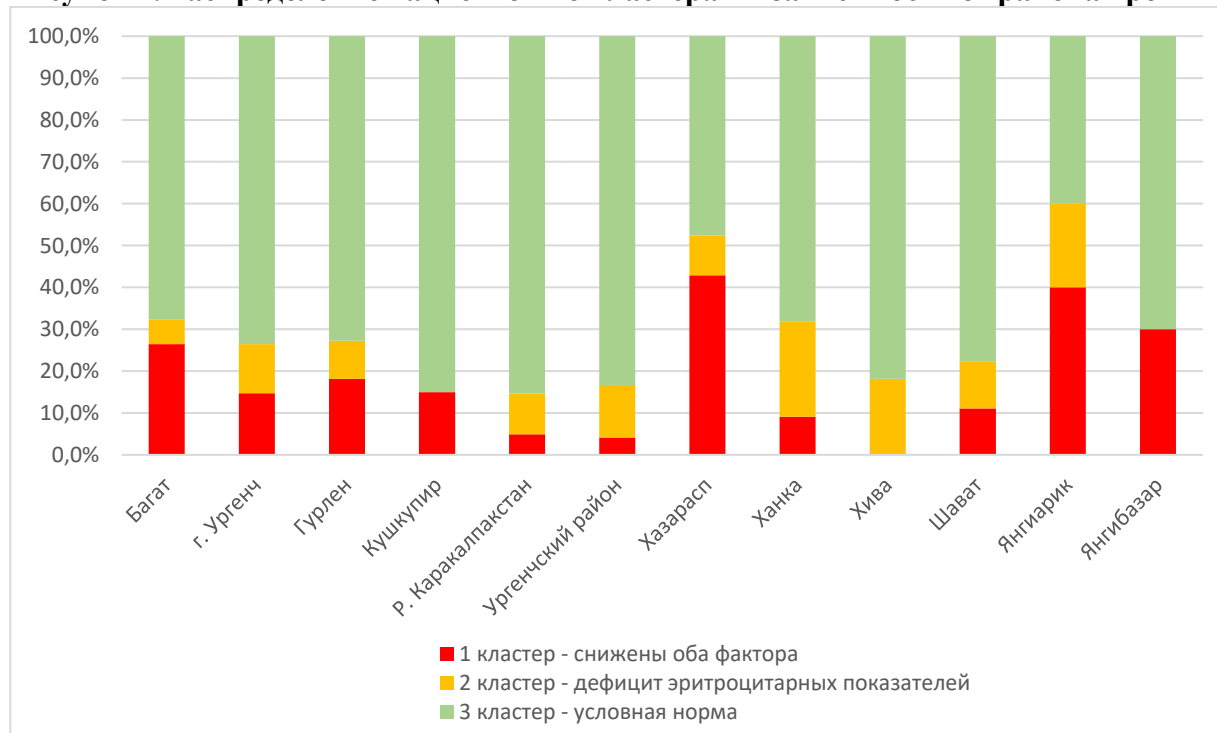


URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 4 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

Рисунок 1. Распределение пациенток по кластерам в зависимости от района проживания.



Обсуждение результатов

Полученные результаты свидетельствуют о выраженной региональной неоднородности гематологических характеристик в Приаралье. Выделение двух главных компонент подтверждает известную физиологическую независимость системы витамина В12 от показателей «красной крови» и ферритина (нагрузки В12 на вторую компоненту существенно выше, чем на первую). Вследствие этого витамин В12 играет более специфическую роль в формировании отдельных территориальных особенностей. Фолиевая кислота и гематокрит занимают промежуточное положение, что может указывать на их связь с обоими процессами. Так, районы с наиболее низкими значениями первой компоненты (Янгибазар, Хазорасп) и отрицательной второй компоненты (Янгибазар) могут быть отнесены к кластеру 1, а Ханка (положительная первая и высокая вторая) – скорее к кластеру 2 или 3.

Несмотря на то, что во всех районах преобладали пациентки из 3 кластера, обращает на себя внимание районы Хазорасп и Янгиарик, а также Янгибазар и Багат с высокой долей пациенток из кластера 1 (42,9, 40, 30, 26,5% соответственно). При этом в районе Янгиарик, также, как и в Ханке и Хиве наблюдалась высокая доля пациенток из 2 кластера (20, 22,7, 18,2% соответственно). Если предположить, что данные особенности могут быть связаны с географическим положением, то можно ожидать, что г. Ургенч и частично Ургенчский район попадают в кластер 1 (см. рисунок). В пользу этого предположения говорит относительно высокая доля пациенток из кластера 1 в г. Ургенч (14,7%). Примерно такие же цифры наблюдаются и в смежных районах: Гурлен и Кушкупир (18,2, 15,0%), что может свидетельствовать о частичном «захвате» территории этих районов. На основании полученных данных мы попытались отобразить кластеризацию районов на карте.

Рисунок 2. Кластеризация районов Хорезмской области по факторным оценкам.



Интересно, что кластер 1 (более отягощённый, где снижены оба фактора) количественно более представлен, чем кластер 2 (дефицит преимущественно эритроцитарных показателей) и менее компактный.

Выявленные межтерриториальные различия могут быть связаны с особенностями питания, социально-экономическими условиями, доступностью медицинской помощи, экологическими и демографическими факторами. Вместе с тем дизайн настоящего исследования не позволяет установить причинно-следственные связи между районом проживания и изменениями гематологических или микронутриентных показателей. Поэтому полученные результаты следует рассматривать как основание для дальнейшего углубленного изучения региональных факторов риска, а также для планирования адресных профилактических мероприятий. Выявленные различия могут быть обусловлены особенностями питания населения, социально-экономическими условиями, доступностью медицинской помощи, а также региональными экологическими и демографическими факторами. Территории с низкими значениями дискриминантных функций потенциально могут относиться к группе повышенного риска по развитию латентных форм дефицита микронутриентов и анемических состояний.

Выводы

1. Гематологические показатели у населения Республики Каракалпакстан и Хорезмской области имеют четкую двухфакторную структуру: первый фактор (45,4% дисперсии) объединяет эритроциты, гемоглобин, гематокрит, фолиевую кислоту и ферритин; второй фактор (17,8% дисперсии) преимущественно определяется уровнем витамина B12.

2. На основе факторных оценок выделены три кластера территорий, различающихся по сочетанию интегральных показателей.



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 4 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

3. Дискриминантный анализ выявил статистически значимые различия между районами ($\lambda=0,753$, $p<0,001$). Наиболее низкие значения «эритроцитарно-фолатного фактора» характерны для Янгйбазара и Хазораспа, наиболее высокие – для Республики Каракалпакстан, Хивы и Ханки. По фактору витамина B12 лидирует Ханка, а минимальные показатели зафиксированы в Кушкупире.

4. Полученные результаты могут служить основой для разработки целенаправленных программ профилактики анемий и витаминдефицитных состояний с учётом региональной специфики.

Заключение

Результаты проведенного анализа демонстрируют наличие значительных межтерриториальных различий по гематологическим показателям. Использование методов кластерного и дискриминантного анализа позволило не только выделить однородные группы районов, но и определить ключевые биохимические показатели, формирующие межгрупповые различия.

Полученные данные имеют важное практическое значение для разработки регионально ориентированных профилактических программ, направленных на коррекцию дефицитных состояний и снижение распространенности анемий. Выявленные особенности требуют дальнейшего комплексного изучения с учетом социально-экономических, экологических и нутритивных факторов, способных оказывать влияние на состояние здоровья населения.

Использованная литература

1. Allen LH. Causes of vitamin B12 and folate deficiency. J Nutr. 2008;138(2):291–295.
2. Camaschella C. Iron-deficiency anemia. N Engl J Med. 2015;372(19):1832–1843.
3. De-Regil LM, Peña-Rosas JP, Fernández-Gaxiola AC, Rayco-Solon P. Effects and safety of periconceptional folate supplementation for preventing birth defects. Cochrane Database Syst Rev. 2015;CD007950.
4. Lee AI, Okam MM. Anemia in pregnancy. Hematol Oncol Clin North Am 2011;25(2):241–59. doi: 10.1016/j.hoc.2011.02.001.
5. O'Leary F, Samman S. Vitamin B12 in health and disease. Nutrients. 2010;2:299–316.
6. Pasricha SR, Tye-Din J, Muckenthaler MU, Swinkels DW. Iron deficiency. Lancet. 2021;397(10270):233–248.
7. Roy NBA, Pavord S. The management of anaemia and haematinic deficiencies in pregnancy and post-partum. Transfus Med 2018;28(2):107 16. doi: 10.1111/tme.12532.
8. World Health Organization. Guideline on use of ferritin concentrations to assess iron status in individuals and populations. Geneva: WHO; 2020.