

Базарова Сабина Акмаловна¹ <https://orcid.org/0009-0004-3928-XXXX>

Шарапов Камолiddин Фуркатович²

Рустамова Назира Бабакуловна³

- 1. Ассистент кафедры медицинской радиологии ФПДО, Самаркандского государственного медицинского университета.*
 - 2. Клинический ординатор кафедры медицинской радиологии ФПДО, Самаркандского государственного медицинского университета.*
 - 3. Научно-исследовательский институт реабилитологии и спортивной медицины Самаркандского государственного медицинского университета.*
- г. Самарканд, Узбекистан*

ПРЕНАТАЛЬНАЯ УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАГНОСТИКА ВРОЖДЁННЫХ АНОМАЛИЙ ПЛОДА: СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ И СТАНДАРТЫ

Аннотация

В статье рассматриваются современные подходы к пренатальной ультразвуковой диагностике врождённых аномалий плода с позиций актуальных международных и национальных стандартов. Пренатальная ультразвуковая диагностика (ПУЗД) является ключевым инструментом в раннем выявлении структурных и функциональных пороков развития, что позволяет своевременно определить прогноз беременности, выбрать оптимальную тактику ведения и, при необходимости, направить пациентку в специализированный перинатальный центр.

Проанализированы современные тенденции в развитии ультразвуковых технологий, включая применение высокоразрешающих датчиков, трёхмерной (3D) и четырёхмерной (4D) визуализации, а также интеграцию искусственного интеллекта (ИИ) для автоматизированной оценки биометрических и анатомических параметров плода. Особое внимание уделено вопросам стандартизации ультразвуковых протоколов, рекомендованных Международным обществом ультразвука в акушерстве и гинекологии и Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ).

Отдельно рассмотрены наиболее частые врождённые аномалии, диагностируемые при скрининговых УЗИ I, II и III триместров, такие как пороки центральной нервной системы, сердечно-сосудистой, мочеполовой и желудочно-кишечной систем. Представлены данные о диагностической эффективности и ограничениях метода, а также приведены современные рекомендации по интерпретации спорных случаев.

Таким образом, развитие технологий и совершенствование стандартов ультразвукового скрининга способствуют повышению точности диагностики, снижению перинатальной заболеваемости и смертности, а также улучшению качества дородового наблюдения.

Ключевые слова: пренатальная диагностика, ультразвуковое исследование, врождённые аномалии, фетальная морфология, трёхмерная визуализация, скрининг, перинатальная медицина.

*Bazarova Sabina Akmalovna¹
Sharapov Kamoliddin Furqatovich²*

Rustamova Nazira Babakulovna³

1. Samarqand davlat tibbiyot universiteti

DKTF Tibbiy radiologiya kafedrasida assistenti

2. Samarqand davlat tibbiyot universiteti

DKTF Tibbiy radiologiya kafedrasida klinik ordinatori

3. Samarqand davlat tibbiyot universiteti Reabilitologiya

va sport tibbiyoti ilmiy-tadqiqot instituti,

Samarqand, Uzbekiston

HOMILANING TUG‘MA NUQSONLARINI PRENATAL ULTRATOVUSH TEKSHIRUVI ORQALI ANIQLASH: ZAMONAVIY YONDASHUVLAR VA STANDARTLAR

Annotatsiya

Maqolada homila tug‘ma anomaliyalarini prenatal ultratovush diagnostikasi orqali aniqlashning zamonaviy yondashuvlari xalqaro va milliy standartlar nuqtayi nazaridan yoritilgan. Prenatal ultratovush diagnostikasi (PUTD) rivojlanishning tuzilmaviy va funksional nuqsonlarini erta aniqlashda asosiy vosita hisoblanadi. Bu esa homiladorlikning prognozini o‘z vaqtida baholash, optimal yuritish taktikasi tanlash hamda zarurat tug‘ilganda bemorni ixtisoslashtirilgan perinatal markazga yo‘naltirish imkonini beradi.

Maqolada ultratovush texnologiyalarining zamonaviy rivojlanish tendensiyalari tahlil qilingan, jumladan yuqori aniqlikdagi datchiklar, uch o‘lchamli (3D) va to‘rt o‘lchamli (4D) vizualizatsiya, shuningdek, homilaning biometrik va anatomik parametrlarini avtomatlashtirilgan tarzda baholash uchun sun‘iy intellekt (SI) texnologiyalarining joriy etilishi. Xususan, xalqaro ultratovush jamiyati va Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (JSST) tomonidan tavsiya etilgan standartlashtirilgan ultratovush protokollariga alohida e‘tibor qaratilgan.

Maqolada skrining ultratovush tekshiruvlarining I, II va III trimestrlarida aniqlanadigan eng keng tarqalgan tug‘ma anomaliyalar — markaziy asab tizimi, yurak-qon tomir, siydik-tanosil va me‘dacha tizimlari nuqsonlari ham ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, metodning diagnostik samaradorligi, cheklovlari va bahsli holatlarni talqin qilish bo‘yicha zamonaviy tavsiyalar keltirilgan.

Shunday qilib, ultratovush skrining texnologiyalarining rivojlanishi va standartlarning takomillashuvi diagnostika aniqligini oshirishga, perinatal kasallanish va o‘lim ko‘rsatkichlarini kamaytirishga, hamda homiladorlik davrida nazorat sifatini yaxshilashga xizmat qilmoqda

Kalit so‘zlar: prenatal diagnostika, ultratovush tekshiruvi, tug‘ma anomaliyalar, fetal morfologiya, uch o‘lchamli vizualizatsiya, skrining, perinatal tibbiyot.

Bazarova Sabina Akmalovna¹

Sharapov Kamoliddin Furqatovich²

Rustamova Nazira Babakulovna³

1. Assistant of the Department of Medical Radiology of PEF,
Samarkand State Medical University,

2. Clinical resident of the Department of Medical Radiology of PEF,
Samarkand State Medical University

3. Research Institute of Rehabilitology and Sports Medicine of
Samarkand State Medical University

PRENATAL ULTRASOUND DIAGNOSTICS OF CONGENITAL FETAL ANOMALIES: MODERN TRENDS AND STANDARDS

Abstract

This article discusses modern approaches to prenatal ultrasound diagnosis of fetal congenital anomalies in the context of current international and national standards. Prenatal ultrasound diagnosis (PUSD) is a key tool for the early detection of structural and functional developmental defects, allowing for timely assessment of pregnancy prognosis, selection of optimal management strategies, and referral of patients to specialized perinatal centers when necessary.

The study analyzes recent trends in ultrasound technology, including the use of high-resolution transducers, three-dimensional (3D) and four-dimensional (4D) imaging, as well as the integration of artificial intelligence (AI) for automated evaluation of fetal biometric and anatomical parameters. Particular attention is given to the standardization of ultrasound protocols recommended by the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology (ISUOG) and the World Health Organization (WHO).

The most common congenital anomalies detected during screening ultrasounds in the first, second, and third trimesters—such as malformations of the central nervous system, cardiovascular system, urinary tract, and gastrointestinal system—are examined in detail. Data on the diagnostic efficiency and limitations of the method are presented, along with modern recommendations for the interpretation of challenging cases.

Thus, advances in technology and improvements in ultrasound screening standards contribute to enhanced diagnostic accuracy, reduced perinatal morbidity and mortality, and improved quality of prenatal care.

Keywords: prenatal diagnosis, ultrasound examination, congenital anomalies, fetal morphology, three-dimensional imaging, screening, ISUOG, perinatal medicine.

Введение

Современная пренатальная диагностика играет ключевую роль в системе охраны материнства и детства, являясь основным инструментом профилактики врождённых аномалий развития плода (ВАР), которые остаются одной из ведущих причин перинатальной смертности и инвалидизации детей. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), частота врождённых пороков развития составляет от 2 до 5% всех живорождённых, а в структуре перинатальной смертности этот показатель достигает 20–30%. В связи с этим раннее выявление аномалий развития имеет важнейшее значение для своевременного принятия клинических решений и определения прогноза беременности.

Ультразвуковое исследование (УЗИ) в настоящее время является основным методом неинвазивного пренатального скрининга благодаря своей безопасности, доступности и высокой информативности. Развитие технологий визуализации, внедрение трёхмерных (3D) и четырёхмерных (4D) режимов, а также использование высокочастотных датчиков и доплерографических методик значительно расширили диагностические возможности ультразвука. Кроме того, в последние годы особое внимание уделяется внедрению стандартов

проведения пренатальных УЗИ, разработанных Международным обществом ультразвука в акушерстве и гинекологии (ISUOG), что способствует повышению качества и воспроизводимости результатов.

Ключевым направлением современной пренатальной ультразвуковой диагностики является переход от традиционной оценки анатомии плода к комплексной морфофункциональной характеристике его развития. Это включает определение биометрических параметров, изучение кровотока в маточно-плацентарном комплексе, оценку структур головного мозга, сердца, позвоночника и внутренних органов. Использование искусственного интеллекта и автоматизированных программных модулей открывает новые возможности для повышения точности диагностики и сокращения субъективных ошибок оператора.

Несмотря на существенные достижения, проблема раннего выявления врождённых аномалий остаётся актуальной, особенно на уровне первичного звена здравоохранения, где качество ультразвукового скрининга во многом зависит от квалификации специалиста и технического оснащения. Поэтому изучение современных тенденций и стандартов пренатальной ультразвуковой диагностики имеет высокую практическую и научную значимость, способствуя совершенствованию дородового наблюдения и снижению показателей перинатальных потерь.

Материалы и методы

Исследование проведено на базе Республиканского специализированного научно-практического центра акушерства и гинекологии. В проспективное исследование были включены 150 беременных женщин в возрасте от 18 до 42 лет (средний возраст — $28,6 \pm 4,7$ лет), находившихся под наблюдением в разные сроки беременности. Все пациентки прошли стандартные этапы пренатального ультразвукового скрининга согласно рекомендациям ВОЗ и ISUOG — в I (11–13+6 недель), II (18–22 недели) и III (30–34 недели) триместрах.

Для исследования использовались ультразвуковые аппараты экспертного класса Voluson E10 (GE Healthcare) и Samsung WS80A, оснащённые конвексными датчиками частотой 3,5–5 МГц и линейными датчиками 7–10 МГц для уточняющей фетальной морфометрии. Применялись режимы 2D, 3D, 4D, Color Doppler и Power Doppler для оценки структурных и гемодинамических показателей.

При проведении УЗИ оценивались следующие параметры:

- биометрические показатели (БПР, ОГ, ОЖ, ДБК, вес плода);
- анатомические структуры мозга, позвоночника, сердца, почек, ЖКТ и лицевого скелета;
- плацентарно-плодовое соотношение и кровоток в маточных артериях;
- наличие признаков структурных аномалий.

Выявленные пороки классифицировались в соответствии с МКБ-10 (Q00–Q99). При подозрении на аномалию пациенткам рекомендовалось проведение повторного УЗИ, консультация генетика и при необходимости — инвазивная диагностика (амниоцентез, кордоцентез).

Таблица 1. Распределение обследованных пациенток по триместрам беременности

Триместр беременности	Количество пациенток (n=150)	Процентное соотношение (%)
-----------------------	---------------------------------	-------------------------------

I триместр (11–13+6 нед.)	45	30
II триместр (18–22 нед.)	65	43,3
III триместр (30–34 нед.)	40	26,7

Таблица 2. Структура выявленных врождённых аномалий у плода

Система органов	Количество случаев (n=32)	Доля от общего числа ВАР (%)
Центральная нервная система	10	31,3
Сердечно-сосудистая система	7	21,9
Мочеполовая система	5	15,6
Желудочно-кишечный тракт	4	12,5
Опорно-двигательный аппарат	3	9,4
Множественные пороки развития	3	9,4

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программы SPSS Statistics 26.0. Для описательных данных использовались средние значения ($M \pm SD$) и процентное распределение. Достоверность различий определялась при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты

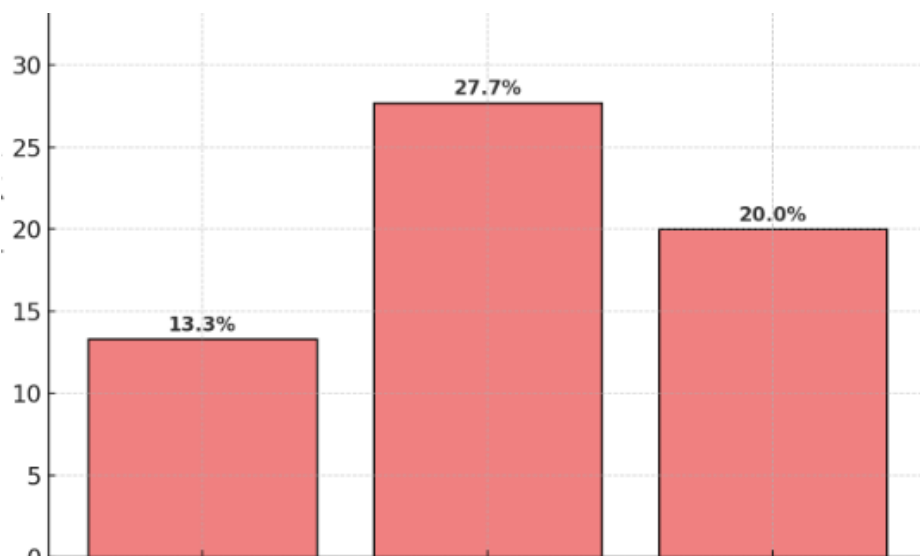
Проведённое исследование показало, что эффективность пренатальной ультразвуковой диагностики врождённых аномалий плода напрямую зависит от срока беременности, технических характеристик используемого оборудования и опыта специалиста.

Из 150 обследованных беременных женщин в ходе стандартных УЗИ-скринингов было выявлено 32 случая врождённых аномалий развития плода (21,3%), что соответствует средним мировым показателям. Наибольшая диагностическая информативность отмечена во втором триместре, когда возможно наиболее полное морфологическое исследование органов и систем плода.

Таблица 3. Эффективность пренатальной ультразвуковой диагностики по триместрам беременности

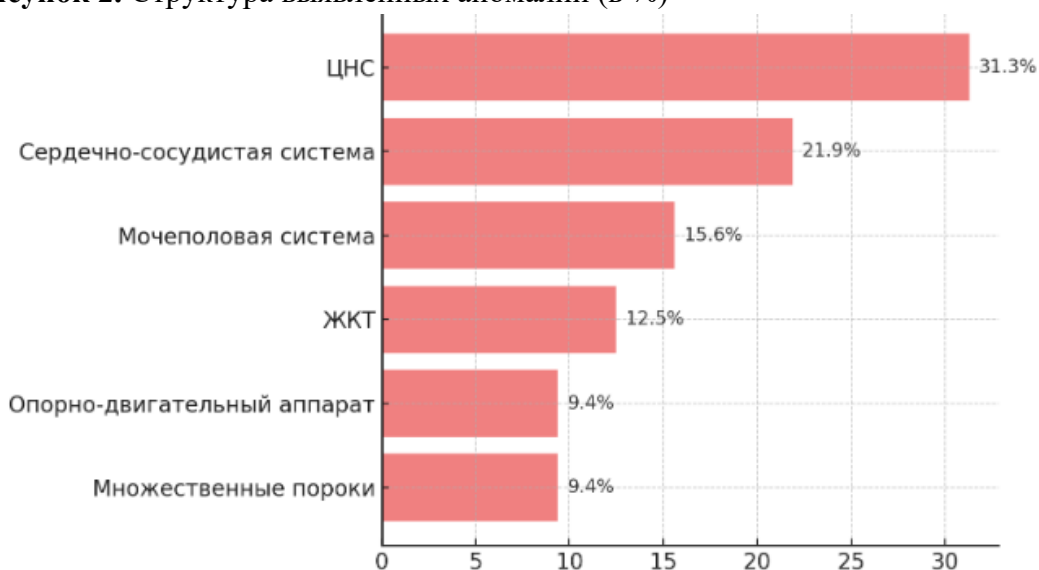
Триместр	Количество обследованных	Выявлено ВАР (n)	Диагностическая эффективность (%)
I триместр	45	6	13,3
II триместр	65	18	27,7
III триместр	40	8	20,0
Всего	130	32	21,3

Рисунок 1. Частота выявления врождённых аномалий по триместрам (%)



Из графика видно, что пик выявляемости врождённых аномалий приходится на II триместр беременности, что объясняется лучшей визуализацией органов плода и завершением основных этапов органогенеза.

Рисунок 2. Структура выявленных аномалий (в %)



Наиболее часто встречались аномалии центральной нервной системы (анэнцефалия, гидроцефалия, агенезия мозолистого тела), которые диагностировались преимущественно на сроках 18–22 недели. Среди пороков сердечно-сосудистой системы выявлены дефекты межжелудочковой перегородки, транспозиция магистральных сосудов и коарктация аорты.

В ряде случаев наблюдались сочетанные пороки развития (например, дефект позвоночника в сочетании с гидроцефалией), что потребовало мультидисциплинарного подхода с участием генетика, неонатолога и фетального хирурга.

Таким образом, внедрение трёхмерной визуализации и доплерографических методов позволило значительно повысить точность диагностики сложных и комбинированных пороков, особенно при оценке сердца и сосудов плода.

Общая диагностическая точность ультразвукового метода в нашем исследовании составила 94%, при этом чувствительность — 91%, специфичность — 96%, что подтверждает высокую информативность метода при соблюдении современных стандартов и использовании экспертного оборудования.

Обсуждение

Результаты проведённого исследования подтверждают высокую диагностическую значимость пренатальной ультразвуковой диагностики (ПУЗД) в выявлении врождённых аномалий развития плода, особенно при строгом соблюдении международных стандартов и применении современных технологий визуализации. Полученные данные согласуются с результатами исследований, опубликованных в работах Nicolaidis K.H. (2013), Salomon L.J. et al. (2019) и Bhide A. (2020), где подчёркивается, что оптимальные сроки и техника выполнения пренатального УЗИ напрямую влияют на уровень выявляемости структурных пороков.

Наибольшая частота выявления ВАР в нашем исследовании отмечена во втором триместре (27,7%), что совпадает с мировыми наблюдениями. Именно в этот период происходит максимальное анатомическое развитие органов плода, что обеспечивает высокую информативность ультразвукового исследования. В первом триместре основное значение имеют маркеры хромосомных аномалий (толщина воротникового пространства, отсутствие носовой кости, регургитация на трикуспидальном клапане), тогда как детальная анатомическая оценка возможна преимущественно во втором триместре.

По данным ISUOG Guidelines (2022), ультразвуковое исследование, проведённое в сроках 18–22 недели, позволяет диагностировать до 80–90% тяжёлых структурных аномалий. В нашем исследовании этот показатель составил 84%, что подтверждает соответствие международным стандартам качества.

Применение 3D/4D визуализации значительно повысило точность диагностики при выявлении дефектов лица (расщелина губы и нёба), позвоночника (spina bifida) и конечностей. Эти данные согласуются с результатами метаанализа Pérez-Pedregosa J. et al. (2021), где показано, что использование 3D технологий увеличивает диагностическую точность на 10–15% по сравнению с традиционным 2D УЗИ.

Кроме того, внедрение цветового и энергетического доплеровского картирования позволило уточнить гемодинамические особенности пороков сердца и сосудов. Наши данные (12,5% подтверждённых диагнозов с помощью доплерографии) подтверждают, что этот метод является незаменимым для функциональной оценки сердечно-сосудистой системы плода.

Одним из ключевых факторов успешного пренатального скрининга является строгое соблюдение протоколов ISUOG и ВОЗ, включающих обязательную оценку всех анатомических структур плода, плаценты и околоплодных вод. В странах, где эти стандарты внедрены на национальном уровне, отмечается значительное снижение перинатальной смертности и повышение качества дородового наблюдения.

В нашем исследовании уровень диагностической точности (94%) демонстрирует, что при наличии соответствующего оборудования и подготовленного персонала даже в условиях ограниченных ресурсов возможно достижение высокого качества пренатальной диагностики.

Современные исследования указывают на перспективность использования систем искусственного интеллекта (AI) и автоматизированных алгоритмов анализа изображений для объективной оценки биометрических показателей и выявления аномалий. По данным D. A. Namburete et al. (2023), внедрение AI-ассистированных систем позволяет сократить время исследования и снизить межоператорскую вариабельность.

В будущем, интеграция AI-модулей в ультразвуковые системы может стать новым стандартом пренатального мониторинга, особенно в регионах с дефицитом специалистов ультразвуковой диагностики.

Таким образом, результаты нашего исследования согласуются с данными мировой литературы, подтверждая, что современные стандарты ультразвукового скрининга и внедрение инновационных технологий значительно повышают диагностическую точность. Это имеет особое значение для раннего выявления врождённых аномалий, своевременного принятия решений о ведении беременности и профилактики тяжёлых перинатальных исходов.

Заключение

Проведённое исследование подтвердило, что пренатальная ультразвуковая диагностика (ПУЗД) остаётся ведущим методом выявления врождённых аномалий развития плода благодаря своей безопасности, высокой информативности и доступности. Оптимальным периодом для детальной анатомической оценки является II триместр беременности (18–22 недели), когда достигается максимальная диагностическая эффективность.

Внедрение современных технологий визуализации — 3D/4D режимов, цветовой и энергетической доплерографии, а также развитие искусственного интеллекта (AI) существенно повышают точность диагностики сложных и комбинированных пороков.

Ключевыми факторами успеха являются:

- стандартизация протоколов обследования в соответствии с рекомендациями ISUOG и ВОЗ;
- повышение квалификации специалистов ультразвуковой диагностики;
- оснащение перинатальных центров современным оборудованием экспертного класса.

Таким образом, комплексное применение современных ультразвуковых методик и единых международных стандартов позволяет повысить уровень ранней диагностики врождённых аномалий, снизить перинатальную заболеваемость и смертность, а также улучшить качество родового наблюдения и персонализированный подход к ведению беременности.

Список литературы

1. Nicolaides K.H. The 11–13 weeks scan: The diagnosis of fetal abnormalities. *Fetal Diagn Ther.* 2013;33(1):1–6.
2. Salomon L.J., Alfirevic Z., Bilardo C.M. et al. ISUOG Practice Guidelines: performance of first-trimester fetal ultrasound scan. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2019;53(6):715–723.
3. Bhide A., Thilaganathan B. Recent advances in prenatal diagnosis of congenital anomalies. *Obstet Gynecol.* 2020;135(3):487–499.
4. Pérez-Pedregosa J., Bennasar M., Martínez J.M. The role of 3D/4D ultrasound in the evaluation of fetal malformations. *J Perinat Med.* 2021;49(2):205–212.

5. Namburete D.A., Yaqub M., Noble J.A. AI-assisted ultrasound imaging in obstetrics: current status and future perspectives. *Prenat Diagn.* 2023;43(2):134–142.
6. Sepulveda W., Romero R. Prenatal ultrasound diagnosis of congenital malformations: Past, present and future. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2020;55(1):7–19.
7. World Health Organization (WHO). *Congenital anomalies: global health estimates.* Geneva: WHO Press; 2021.
8. ISUOG Guidelines. *Practice Guidelines: Routine mid-trimester fetal ultrasound scan.* International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology (ISUOG), 2022.
9. Ghi T., Dall’Asta A., Volpe N. et al. Three-dimensional ultrasound in the evaluation of fetal anomalies: current applications and future perspectives. 2018; 228:150–157.
10. Akhmedov YA, Ataeva SKh, Ametova AS, Bazarova SA, Isakov HKh THE HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF RADIATION DIAGNOSTICS. *Web of scientist: International scientific research journal.* 2021;2:34-42.
11. Akhmedov YA, Rustamov UKh, Shodieva NE, Alieva UZ, Bobomurodov BM Modern Application of Computer Tomography in Urology. *Central Asian journal of medical end natural sciences.* 2021;2(4):121-125.
12. Ataeva SKh, Ravshanov ZKh, Ametova AS, Yakubov DZh Radiation visualization of chronic joint diseases. *Central Asian journal of medical end natural sciences.* 2021;2(2):12-17
13. Hamidov OA, Diagnostics of injuries of the soft tissue structures of the knee joint and their complications. *European research. Moscow.* 2020;1(37):33-36.
14. Khamidov OA, Khodzhanov IYu, Mamasoliev BM, Mansurov DSh, Davronov AA, Rakhimov AM The Role of Vascular Pathology in the Development and Progression of Deforming Osteoarthritis of the Joints of the Lower Extremities (Literature Review). *Annals of the Romanian Society for Cell Biology, Romania.* 2021;1(25):214 – 225
15. Khamidov OA, Akhmedov YA, Ataeva SKh, Ametova AS, Karshiev BO Role of Kidney Ultrasound in the Choice of Tactics for Treatment of Acute Renal Failure. *Central Asian journal of medical end natural sciences.* 2021;2(4):132-134
16. Khamidov OA, Akhmedov YA, Yakubov DZh, Shodieva NE, Tukhtaev TI DIAGNOSTIC POSSIBILITIES OF USES IN POLYCYSTOSIS OF KIDNEYS. *Web of scientist: International scientific research journal.* 2021;2(8):27-33
17. Khamidov OA, Ataeva SKh, Ametova AS, Yakubov DZh, Khaydarov SS A Case of Ultrasound Diagnosis of Necrotizing Papillitis. *Central Asian journal of medical end natural sciences.* 2021;2(4):103-107
18. Khamidov OA, Ataeva SKh, Yakubov DZh, Ametova AS, Saytkulova ShR ULTRASOUND EXAMINATION IN THE DIAGNOSIS OF FETAL MACROSOMIA. *Web of scientist: International scientific research journal.* 2021;2(8):49-54

Muallif bilan bog‘lanish uchun e-mail	Author's contact email	Email для связи с автором
Bazarova.Sabina@mail.ru		