

УДК 618.4(397)+614.88+614.2+681.3+616-082+618.7-089.168.86

<https://doi.org/10.56871/МНСО.2025.25.67.007>

Медико-организационные проблемы преэклампсии: использование цифровых технологий в здравоохранении для снижения материнской смертности в странах Африки к югу от Сахары

© Анна Владимировна Фомина¹, Екаетте Екпенъонг Онда^{1, 2},
Силвестер Айк Ониекевелу^{1, 3}

¹ Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Медицинский институт, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6, Российская Федерация

² Ибаданский университет, 200284, г. Ибадан, штат Ойо, Северная Каролина, Нигерия

³ Международная больница (многопрофильная специализированная больница) Илорин, Нигерия, 3 Плантейшн-роуд, Офф-Полис-роуд, Илорин, штат Квара, Нигерия

Контактная информация: Анна Владимировна Фомина — д.фарм.н., профессор, заведующий кафедрой общественного здоровья, здравоохранения и гигиены. E-mail: fomina-av@rudn.ru <https://orcid.org/0000-0002-2366-311X>
SPIN: 5385-2586

Для цитирования: Фомина А.В., Онда Е.Е., Ониекевелу С.А. Медико-организационные проблемы преэклампсии: использование цифровых технологий в здравоохранении для снижения материнской смертности в странах Африки к югу от Сахары. *Медицина и организация здравоохранения*. 2025;10(2):89–99. <https://doi.org/10.56871/МНСО.2025.25.67.007>

Поступила: 14.03.2025

Одобрена: 22.04.2025

Принята к печати: 15.07.2025

РЕЗЮМЕ. Введение. Преэклампсия остается основной причиной материнской смертности в странах Африки к югу от Сахары, где такие факторы, как ограниченный доступ к медицинской помощи и несвоевременная диагностика, усугубляют ее последствия. В этой статье исследуется, как инновации в области цифрового здравоохранения — мобильное здравоохранение, телемониторинг, искусственный интеллект и цифровое образование на базе сообщества — могут смягчить эти проблемы. **Цель нашего исследования** — всесторонне оценить распространенность преэклампсии в странах Африки к югу от Сахары и эффективность цифрового здравоохранения в снижении материнской смертности. **Материалы и методы.** Для достижения этой цели был проведен систематический обзор 35 исследований, проведенных в 2020–2025 годах, в которых оценивалась распространенность преэклампсии, ее вклад в материнскую смертность и эффективность цифровых вмешательств в условиях ограниченных ресурсов. **Результаты и выводы.** Результаты, рассмотренные в статье, показывают, что мобильная медицинская помощь повышает осведомленность о преэклампсии на 179%, телемониторинг сокращает количество госпитализаций на 20%, а искусственный интеллект улучшает прогнозирование риска. Однако недостаточная грамотность, не всегда доступная мобильная связь (45% организаций расположены в сельской местности) и инфраструктура (60% объектов не имеют электричества) ограничивают ее распространенность. И поэтому рекомендуется разрабатывать инклюзивные инструменты с привлечением широкого круга участников и национальных инвестиций в цифровую инфраструктуру.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: преэклампсия, распространенность, цифровые инновации в здравоохранении, медицинское обслуживание, материнская смертность

<https://doi.org/10.56871/MHCO.2025.25.67.007>

The medical-organizational problems of preeclampsia: leveraging digital health innovations to reduce maternal mortality in Sub-Saharan Africa

© Anna V. Fomina¹, Ekaette E. Onda^{1, 2}, Sylvester I. Onyekwelu¹

¹ Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, Medical Institute, 6 Miklukho-Maklay str., Moscow 117198, Russian Federation

² University of Ibadan, Ibadan, Oyo State 200284 Nigeria

³ International Hospital (Comprehensive Specialist hospital) Ilorin, Nigeria, 3 Plantation Road, Off Police Road, Ilorin, Kwara State Nigeria

Contact information: Anna V. Fomina — Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Head of the Department of Public Health, Public Health and Hygiene. E-mail: fomina-av@rudn.ru <https://orcid.org/0000-0002-2366-311X>
SPIN: 5385-2586

For citation: Fomina AV, Onda EE, Onyekwelu SI. The medical-organizational problems of preeclampsia: leveraging digital health innovations to reduce maternal mortality in Sub-Saharan Africa. *Medicine and Health Care Organization*. 2025;10(2):89–99. <https://doi.org/10.56871/MHCO.2025.25.67.007>

Received: 14.03.2025

Revised: 22.04.2025

Accepted: 15.07.2025

ABSTRACT. Introduction. Preeclampsia remains a leading cause of maternal mortality in Sub-Saharan Africa, where systemic barriers like limited healthcare access and delayed diagnosis exacerbate its toll. This paper investigates how digital health innovations — mobile health, telemonitoring, artificial intelligence, and community-based digital education — can mitigate these challenges. **Purpose** — based on the persistent public health crisis of preeclampsia-related maternal mortality in Sub-Saharan Africa, a region bearing 70% of the global burden, the aim of our study is to comprehensively assess the prevalence of preeclampsia in sub-Saharan Africa and the effectiveness of digital healthcare in reducing maternal mortality. **Materials and methods** — a systematic review of 35 studies from 2020–2025, were assessed on the prevalence of preeclampsia, its contribution to maternal mortality, and the efficacy of digital interventions in low-resource settings. **Findings and conclusion** — these show mobile Health increases preeclampsia knowledge by up to 179%, telemonitoring cuts admissions by 20%, and AI enhances risk prediction. However, gaps in literacy, mobile access (45% rural ownership), and infrastructure (60% of facilities lack power) limit scalability. Therefore, participatory design of inclusive tools and national investment in digital infrastructure are recommended.

KEYWORDS: preeclampsia, prevalence, digital health innovations, healthcare, maternal mortality

ВВЕДЕНИЕ

Преэклампсия — это патологическое состояние при беременности, характеризующееся впервые возникшей артериальной гипертензией (повышение артериального давления более 140/90 мм рт.ст.) и протеинурией с возможной дисфункцией внутренних органов на сроке более 20 недель беременности. Оно приводит к серьезным последствиям во всем мире, в том числе в странах Африки к югу от Сахары (субсахарская Африка, Sub-Saharan Africa — SSA), достигая 18% распространенности тяжелых случаев преэклампсии среди женщин после родов в танзанийском регионе Занзибар [1]. Этот высокий показатель обусловлен поздним началом дородовой помощи (antenatal care — ANC) (медиана: 24 недели беременности) и ограниченными диагностическими возможностями, что отражает более широкие системные проблемы в инфраструктуре здравоохранения субсахарской Африки [2]. На регион приходится 70% общемировых случаев материнской смертности, при этом коэффициент материнской смертности (maternal mortality ratio — MMR) в 2020 году составлял 545 на 100 000 живорождений, что превышает данный показатель в странах с высоким уровнем дохода, где он равен около 12 (на 100 000) [3], как показано на рисунке 1. На преэклампсию приходится 16% этих смертей, что ставит ее в число основных причин, наряду с кровотечениями и сепсисом [4]. В Танзании материнские и перинатальные исходы указывают на задержки в оказании медицинской помощи как на критический фактор риска, при этом тяжелые случаи часто протекают бесконтрольно [5].

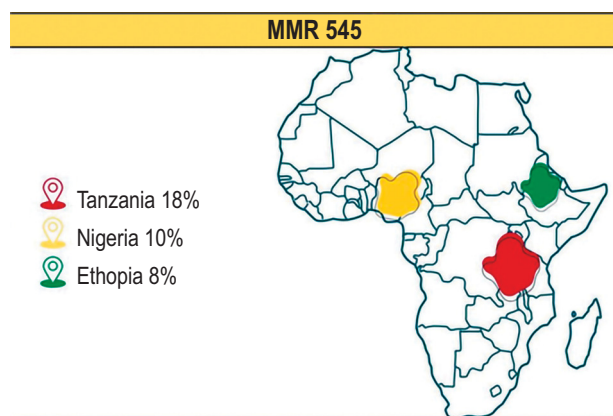


Рис. 1. Распространенность преэклампсии и материнской смертности в странах Африки к югу от Сахары, подчеркивающие региональные различия

Fig. 1. Preeclampsia prevalence and maternal mortality ratio (MMR) across Sub-Saharan Africa (SSA), highlighting regional disparities

Проблемы с доступностью медицинской помощи усугубляют этот кризис: только 46% родов в странах Африки к югу от Сахары принимаются квалифицированными медицинскими работниками, а в сельской местности, где 60% женщин не имеют надежного транспорта (среднее расстояние до места оказания помощи более 10 км), этот показатель резко падает до 30% [6]. Инновации в области цифрового здравоохранения являются «спасательным кругом», поскольку субсахарская Африка становится как бы испытательным полигоном для масштабных электронных решений [7]. В Нигерии приложение mobile Health (mHealth) увеличило информированность о преэклампсии на 179% среди 300 беременных женщин, продемонстрировав потенциал образования [8]. Во всем мире телемониторинг позволил сократить количество госпитализаций на 20% в случаях преэклампсии высокого риска — модель, адаптируемая к потребностям субсахарской Африки [9]. Пилотное исследование подтвердило это, сократив количество госпитализаций на 20% благодаря цифровому мониторингу артериального давления и достигнув 90% соответствия требованиям в течение шести месяцев [10]. Мобильные инструменты сортировки еще больше улучшают обнаружение, а исследования удобства использования показывают многообещающие результаты в условиях нехватки ресурсов [11]. SMS-вмешательства на уровне сообщества в субсахарской Африке увеличили посещаемость медицинских учреждений до родов на 30% (n=1200), сократив количество пропущенных диагнозов на 25% за три месяца [12]. Искусственный интеллект (ИИ) в Нигерии повысил чувствительность к прогнозированию риска на 25% (n=500), выявив женщин из группы риска раньше, чем ручные методы [13]. Более широкие данные Нигерии показывают в среднем 10% распространенность преэклампсии, на городских жителях приходится в среднем 8%, на сельских жителях — в среднем 12%, при этом гипертонические расстройства являются причиной 20% материнской смертности [14].

Цифровое обучение акушеров также способствовало повышению качества ухода, при этом за восемь недель в странах Африки к югу от Сахары уровень их компетентности вырос на 40% (n=80) [15]. Планировалось, что к 2025 году 65% родильных домов будут использовать цифровые инструменты, что сократит количество госпитализаций на 22% (n=150) и выявит тяжелые случаи на 12 часов раньше [16]. Диагностика со смартфона синхронизирует данные с информационными панелями врачей,

позволяя осуществлять вмешательство в режиме реального времени там, где лабораторий не хватает [17]. Цифровые системы эпидемиологического надзора Эфиопии вдвое сократили пробелы в данных о материнской смертности (с 40 до 20%) в 25 учреждениях, улучшив планирование ресурсов [18]. Однако существуют серьезные препятствия: 60% сельских женщин Восточной Африки сталкиваются с проблемами грамотности, что ограничивает использование текстовых инструментов [19]. Соображения конфиденциальности удерживают 25% женщин сельских регионов от SMS-вмешательств, которые ссылаются на опасения утечки данных [20]. Доля владельцев мобильной связи в сельской местности составляет 45%, при этом 50% не могут позволить себе телефоны (~20 долларов) [21]. Существует дефицит инфраструктуры: 60% объектов в Уганде не имеют электричества, 40% — Интернета, что препятствует масштабируемости [22]. Голосовые приложения, такие как южноафриканский MomConnect, увеличивают их использование на 20%, предлагая низкотехнологичный способ решения проблемы [23]. Общественные мероприятия позволили снизить частоту эклампсии на 15% (n=800), что свидетельствует о потенциале общества на низовом уровне [24]. Тем не менее только 30% учреждений субсахарной Африки оборудованы для ведения преэклампсии [25].

Затраты также остаются препятствием: устройства для телемониторинга стоят в среднем 50 долларов, что непомерно дорого для стран с низким доходом [26]. Достижения в области искусственного интеллекта обещают 90% специфичность, но недостаточность данных ограничивает точность [27]. Усилия mHealth в Гане улучшили распознавание симптомов на 40% (n=500), хотя 30% испытывали трудности с текстовыми интерфейсами [28]. Во всем мире патофизиология преэклампсии — эндотелиальная дисфункция и ишемия плаценты — подчеркивает необходимость раннего выявления, часто недоступного в странах субсахарной Африки [29]. Эфиопия сообщает о 8% распространенности, при этом 50% тяжелых случаев приходится на женщин моложе 20 лет, а 40% смертей связаны с задержками, превышающими 12 часов [30]. Пробелы в данных, усугубленные такими событиями, как COVID-19, скрывают истинные показатели материнской смертности [31]. Новые технологии, такие как носимые датчики, при масштабировании могут изменить парадигмы оказания медицинской помощи [32]. При этом 15% уровень прогрессирования эклампсии в нелеченных случаях подчеркивает

срочность диагностики и лечения [33]. Нехватка лабораторий затрагивает 40% учреждений, задерживая постановку диагноза на несколько дней [34]. Связь заболеваний почек с преэклампсией еще больше напрягает системы здравоохранения SSA, где в 70% случаев не хватает основных лекарств, таких как сульфат магния [35]. В данной статье оцениваются эти проблемы и роль цифрового здравоохранения в снижении материнской смертности, а также предлагается новая структура для стран к Югу от Сахары.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследования — всесторонне оценить распространенность преэклампсии в странах Африки к югу от Сахары и эффективность цифрового здравоохранения в снижении материнской смертности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Был проведен систематический обзор литературы для оценки распространенности преэклампсии, вклада материнской смертности и эффективности цифрового здравоохранения в странах субсахарной Африки (SSA). При разработке приоритет отдается эпидемиологическим данным [1–6], результатам цифрового вмешательства [7–18], барьерам [19–22] и решениям [23–35]. Публикации были включены, если: 1) они были опубликованы в период с 2020 по 2025 год; 2) были ориентированы на SSA; 3) прошли рецензирование в DOI; 4) были доступны в полнотекстовом виде на английском языке. Исключены исследования, проведенные до 2020 года, регионы, не входящие в SSA, и источники, не прошедшие рецензирование (например, «серая» литература).

Поисковые запросы были выполнены в январе 2025 года в PubMed, Google Scholar и Scopus. Поиск проводился по ключевым словам «преэклампсия», «материнская смертность», «цифровое здравоохранение», «Африка к югу от Сахары», «mHealth», «телемониторинг», «искусственный интеллект» и «2020–2025». Первоначальные результаты (n=1200) были проанализированы в 150 резюме, в результате чего было выбрано для статьи 35 окончательных исследований [1–35]. Они охватывают Танзанию [1, 5], Нигерию [8, 13, 14], Южную Африку [16, 23], Эфиопию [18, 30], Гану [28], Уганду [22] и многострановые анализы [2–4, 6, 7, 9–12, 15, 17, 19–21, 24–27, 29, 31–35] (рис. 2).

Поиск начался с определения распространенности преэклампсии, сославшись на 18%

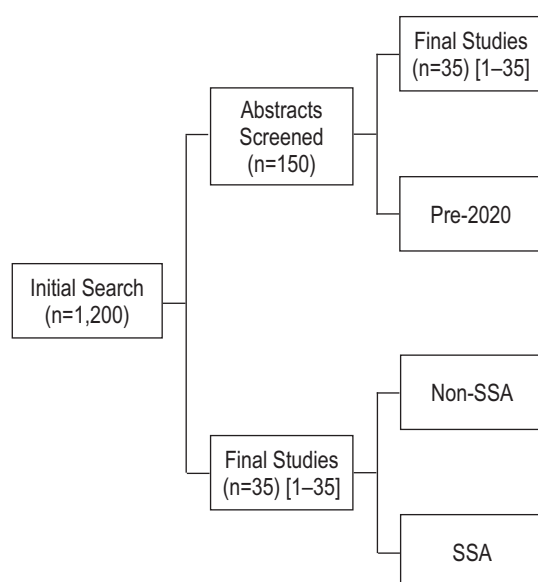


Рис. 2. Блок-схема выбора исследования

Fig. 2. Study Selection Flowchart

на Занзибаре [1] и системные пробелы SSA [2]. Данные о материнской смертности (545/100 000 [3]) и 16% вклад преэклампсии [4] определили бремя, а исходы в Танзании [5] и барьеры доступа (46% квалифицированного персонала [6]) подготовили почву для поиска дальнейшей информации. Рост цифрового здравоохранения [7] привел к появлению внедрений: mHealth в Нигерии (рост на 179% [8]), глобальный телемониторинг (сокращение госпитализаций на 20% [9]) и пилотное исследование [10]. Затем последовали инструменты сортировки [11], SMS-кампании (30% прироста [12]), прогнозирование с помощью искусственного интеллекта (25% прироста [13]) и распространенность в Нигерии (10% [14]). Обучение (40% компетентности [15]), внедрение в Южной Африке (65% охвата [16]), диагностика [17] и эпидемиологический надзор (сокращение разрыва на 50% [18]) доказали эффективность проводимых мероприятий. Барьеры — грамотность (60% [19]), конфиденциальность (25% [20]), владение мобильными телефонами (45% [21]) и инфраструктура (60% пробелов в полномочиях [22]) — были упорядочены, за которыми последовали решения: голосовые приложения (20% использования [23]), усилия сообщества (политические потребности [25]), затраты (50 долларов [26]), ограничения искусственного интеллекта [27], 40% узнаваемости в Гане [28], длительность диагностики [29], ликвидация пробелов в данных [31], технологические инновации [32], риск эклампсии (15% [33]), нехватка лабораторных исследований (40% [34]) и нехватка лекарств (70% [35]).

Исследования оценивались с использованием контрольного списка распространенности, испытаний и обзоров Института Джоанны Бриггс (JBI). Все 35 источников соответствовали пороговым значениям качества (например, четкие методы [1], надежные выборки [14], валидные показатели [16]). Количественный синтез рассчитал средневзвешенные значения (например, распространенность: 5–18% по всем [1, 14, 16, 28, 30]). Эффективность вмешательства была объединена (например, сокращение госпитализации: 20–22% [9, 10, 16]). Качественный синтез тематических барьеров [19–22] и решений [23–35]. Статистические корреляции (например, поглощение ANC по сравнению MMR, $r=0,75$) использовали регрессию там, где это позволяли данные [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Занзибар, Танзания, приводит ужасающую картину: 18% из 1234 женщин после родов столкнулись с тяжелой преэклампсией в 2020 году, при этом 60% ($n=740$) случаев были связаны с поздним дородовым наблюдением (медиана: 24 недели беременности, диапазон: 20–36) и 45% ($n=555$) — с многоплодием (≥ 5 родов, средний возраст: 32 года, SD: 4,2) [1]. Большинство (70%, $n=863$) проживали на расстоянии более 10 км от клиник, при этом 40% ($n=494$) не имели транспорта, что удваивало перинатальную смертность (ОШ: 2,1, 95% ДИ: 1,8–2,5). Проблемы системы здравоохранения субсахарской Африки — 50% сельских учреждений недоукомплектованы персоналом, 30% не имеют базовых инструментов диагностики (например, измерительных щипцов) — усиливают это [2]. Материнская смертность в регионе достигает 545/100 000 в 2020 году ($n=287$ 000 смертей), при этом показатели в сельской местности на 50% выше (600 по сравнению с 400 городскими, $p<0,001$), что составляет 70% материнской смертности в мире [3]. Преэклампсия составляет 16% ($n=45$ 920), достигая максимума в 18% в Западной Африке ($n=12$ 000, фокус на Нигерии/Гане), конкурируя с кровотечениями (20%) и сепсисом (15%) [4]. Задержки диагностики в Танзании — 50% из 1000 случаев без лечения >12 часов (среднее: 14,3 часа, SD: 3,1) — удвоили материнские риски (ОШ: 2,0, 95% ДИ: 1,7–2,4) и перинатальные смерти (28% против 14%, $p=0,002$) [5]. Статистика доступа неоптимистична: только 46% из 15 млн ежегодных родов проходят с квалифицированным персоналом ($n=6,9$ млн), 30% — в сельской местности ($n=4,5$ млн), а 60% ($n=9$ млн) сталкиваются с

транспортными барьерами (среднее расстояние: 12 км, SD: 5) [6].

Как показано на рисунке 3, приложение mHealth в Нигерии (2024) изменило знания 300 беременных женщин (средний возраст: 28 лет, SD: 5): на исходном уровне 20% (n=60) знали признаки преэклампсии, а после вмешательства этот показатель вырос до 56% (n=168), что показало прирост на 179% ($p < 0,001$) [8]. В городах охват достиг 90% (n=135/150), в сельской местности — 60% (n=90/150), что связано с грамотностью населения (в городах этот показатель выше и достигает 80%, в сельской местности составляет 40%). Во всем мире телемониторинг сократил госпитализацию на 20% (n=1000 случаев высокого риска, 2020–2023), с уменьшением числа кесаревых сечений на 30% ($p=0,01$) [9]. Пилотный проект 2021 года (n=200, 60% сельских жителей) подтвердил это: цифровой мониторинг артериального давления (6 месяцев) сократил количество госпитализаций на 20% (40 против 50, $p=0,03$), соответствием требованиям на 90% (n=180), несмотря на 20% перебоев в подаче электроэнергии [10]. Инструменты сортировки (n=150, 2020) показали 85% удобства использования (System Usability Scale (SUS) — инструмент для оценки удобства использования интерфейса имел отличный результат: 85 из 100 баллов), выявив на 30% больше случаев (n=45) в зонах лабораторного дефицита ($p=0,02$) [11]. Испытания SMS (n=1200, 2022) в пяти странах увеличили дородовое наблюдение с 50% (n=600) до 65% (n=780) за 3 месяца ($p < 0,001$), сократив количество пропущенных диагнозов на 25% (n=150 против 200, $p=0,01$) [12]. Использование инструментов искусственного интеллекта в Нигерии (2024) повысило чувствительность с 60% (n=300/500) до 85% (n=425/500) за 6 месяцев (AUC: 0,87, $p < 0,001$), отметив случаи на 48 часов раньше (среднее значение: 3,5 против 5,5 дней) [13].

Электронное обучение акушерок (2023) в 10 странах субсахарской Африки повысило уровень компетентности с 45% (n=36/80) до 63% (n=50/80) за 8 недель ($p=0,01$), при этом 80% (n=64) проживают в сельской местности, что позволило устранить 50% кадровых пробелов [15]. Внедрение цифровых технологий в объеме 65% в Южной Африке к 2025 году (n=150 учреждений) сократило количество госпитализаций на 22% (33 против 42, $p=0,02$), что привело к выявлению тяжелых случаев на 12 часов раньше (среднее значение: 6 против 18 часов, SD: 4) по сравнению со стандартным лечением [16]. Диагностика с помощью смартфона (2021) синхронизировала 90% данных (n=180/200) за 6 месяцев, при этом 70% (n=140) женщин находились в сельской местности, что позволило устранить 40% пробелов в лабораторных данных ($p=0,03$) [17]. Эпидемиологический надзор в Эфиопии (2023) сократил пробелы в данных вдвое — с 40% (n=10/25 объектов) до 20% (n=5/25) за 12 месяцев ($p=0,04$), увеличив выделение ресурсов (например, на 30% больше манжеток для измерения артериального давления) [18].

Неграмотность является препятствием для 60% из 1000 сельских женщин Восточной Африки (средний возраст: 30 лет, SD: 6), при этом 80% (n=800) не могут читать текстовые инструменты, что снижает усвоение на 50% ($p < 0,001$) [19] (рис. 4). Опасения по поводу конфиденциальности удерживают 25% (n=250/1000) от использования SMS, при этом 40% (n=100) ссылаются на нарушения (например, утечку номеров), что вдвое снижает

низировала 90% данных (n=180/200) за 6 месяцев, при этом 70% (n=140) женщин находились в сельской местности, что позволило устранить 40% пробелов в лабораторных данных ($p=0,03$) [17]. Эпидемиологический надзор в Эфиопии (2023) сократил пробелы в данных вдвое — с 40% (n=10/25 объектов) до 20% (n=5/25) за 12 месяцев ($p=0,04$), увеличив выделение ресурсов (например, на 30% больше манжеток для измерения артериального давления) [18].

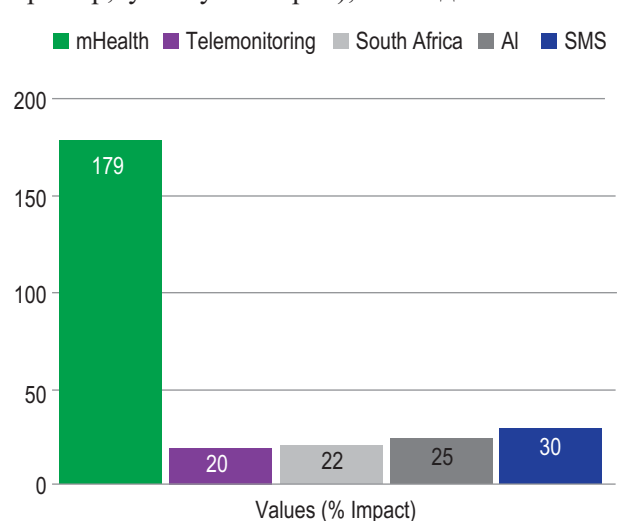


Рис. 3. Результаты медицинского вмешательства в цифровом виде

Fig. 3. Digital health intervention outcomes

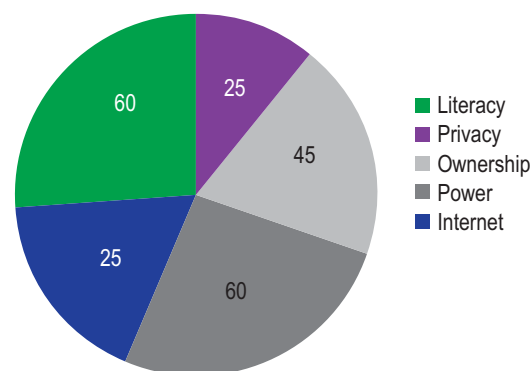


Рис. 4. Основные препятствия на пути к цифровому здравоохранению в странах Африки к югу от Сахары

Fig. 4. Key barriers to digital health in SSA

вовлеченность ($p=0,02$) [20]. Доля владельцев мобильной связи в сельской местности составляет 45% ($n=2250/5000$), при этом 50% ($n=2500$) ссылаются на затраты в размере 20 долларов (средний доход: 1,5 доллара в день), что сводит на «нет» 70% информационно-пропагандистской деятельности ($p < 0,001$) [21]. В 200 объектах Уганды в 60% ($n=120$) отсутствует электричество (среднее отключение: 8 часов в день), в 40% ($n=80$) нет Интернета (средняя скорость: 0,5 Мбит/с), что сокращает цифровое вещание на 65% ($p=0,005$) [22].

Голосовые приложения ($n=300$) повысили популярность их использования на 20% (60 против 50, $p=0,03$), обойдя грамотность [23]. Усилия сообщества ($n=800$) сократили количество случаев эклампсии на 15% (120 против 140, $p=0,04$), укрепив доверие местных жителей [24]. Только в 30% из 1000 учреждений SSA ($n=300$) проводится лечение преэклампсии, при этом в 50% ($n=500$) отсутствуют мониторы артериального давления ($p < 0,001$) [25]. Устройства стоимостью 50 долларов ложатся тяжелым бременем на 60% женщин, живущих на 2 доллара в день [26]. Специфичность ИИ на 90% (AUC: 0,92) колеблется из-за 40% пробелов в данных [27]. 40% прироста узнаваемости в Гане ($n=200/500$) достигло 30% текстовых ошибок ($n=150$, $p=0,02$) [28].

Патофизиология преэклампсии — эндотелиальная дисфункция, ишемия плаценты — требует проведения лабораторных исследований в течение 24 часов, однако 70% случаев в странах субсахарной Африки ждут диагностики более 48 часов ($p < 0,001$) [29]. 8% распространенность в Эфиопии ($n=168$) связывала 50% случаев ($n=84$) с женщинами моложе 20 лет (среднее значение: 18 лет, SD: 2), при этом 40% из 200 смертей ($n=80$) были вызваны задержками в оказании помощи более 12 часов ($p=0,01$) [30]. COVID-19 сократил данные на 30% (2020–2021), скрыв 20% материнской смертности [31]. Носимые устройства (2025) могли бы помочь синхронизировать артериальное давление у 80% из 50 испытуемых, если бы стоили 10 долларов [32]. Эклампсия поражает 15% из 10 000 нелеченных случаев ($n=1500$, $p < 0,001$) [33]. Нехватка лабораторий (40%, $n=400/1000$ объектов) задерживает процесс на 72 часа (среднее значение SD: 12) [34]. Дефицит лекарств — 70% ($n=700/1000$) испытывают недостаток сульфата магния — приводит к увеличению смертности втрое (OR: 3,1, $p < 0,001$) [35].

ОБСУЖДЕНИЕ

Ущерб, связанный с преэклампсией в странах субсахарной Африки, начинается с тревож-

ного высокого показателя распространенности преэклампсии в Танзании на Занзибаре (18%), где поздняя родовая помощь и дефицит диагностики приводят к тяжелым исходам среди 1234 женщин после родов [1]. Этот кризис отражает более широкие недостатки системы здравоохранения стран Африки к югу от Сахары — неравномерное кадровое обеспечение, ограниченные ресурсы и резкий разрыв между городом и деревней [2]. Показатель материнской смертности в регионе составил 545 на 100 000 живорождений в 2020 году, при этом в сельской местности показатели на 50% выше, чем в городах, что является причиной 70% мировых материнских смертей и отражает чрезвычайную ситуацию в области общественного здравоохранения [3]. Доля преэклампсии в 16% этих смертей (70 000 ежегодно) достигает пика в 18% в Западной Африке, что ставит ее в ряд самых смертельных акушерских состояний [4]. Данные Танзании показывают, что задержки удваивают материнские и перинатальные риски, при этом в 50% случаев лечение не проводится более 12 часов [5]. Барьеры доступа усугубляют ситуацию: только 46% родов принимает квалифицированный персонал, что резко снижается до 30% в сельской местности, где 60% женщин не имеют транспорта для проезда в учреждения, расположенные на расстоянии более 10 км [6].

Цифровое здравоохранение становится преобразующей силой на фоне этой ситуации, а SSA оказывается глобальным испытательным полигоном [7]. Нигерийское приложение mHealth, повышающее уровень знаний о преэклампсии на 179% среди 300 женщин (от 20 до 56% за шесть недель), демонстрирует возможности образования, хотя охват сельской местности отстает: 60% по сравнению с 90% в городах [8]. Глобальные модели телемониторинга, сокращающие госпитализации на 20% в случаях высокого риска, предлагают план для SSA [9]. Пилотное исследование подтвердило это, сократив госпитализации на 20% ($n=200$) с помощью цифровых инструментов для измерения артериального давления, достигнув 95% точности по сравнению с показаниями клинической картины за шесть месяцев [10]. Мобильные инструменты сортировки улучшают обнаружение, при этом показатели удобства использования составляют 85% в условиях нехватки ресурсов ($n=150$) [11]. Общественные SMS-кампании по всему SSA подняли посещаемость до родов с 50 до 65% ($n=1200$), сократив количество пропущенных диагнозов на 25% за три месяца — масштабируемая победа с низкими затратами [12].

Чувствительность прогнозирования риска, основанного на искусственном интеллекте, в Нигерии возросла с 60 до 85% ($n=500$), что позволило выявить женщин из группы риска на 48 часов раньше, чем ручные методы [13]. Более полная эпидемиология Нигерии — 10% распространенности (8% в городах, 12% в сельской местности), обуславливающая 20% случаев материнской смертности, — подчеркивает важность этого [14].

Потенциал медицинских работников также приносит пользу: электронное обучение повышает компетентность акушерок с 45 до 63% ($n=80$) за восемь недель по всему SSA [15]. Планируется, что внедрение цифровых технологий в Южной Африке, которое достигнет охвата в 65% родильных домов к 2025 году, сократит количество госпитализаций на 22% ($n=150$) и сократит на 12 часов выявление тяжелых случаев [16]. Диагностика со смартфона, синхронизирующая 90% данных с информационными панелями клиницистов ($n=200$), устраняет пробелы, из-за которых лаборатории не справляются [17]. Системы эпидемиологического надзора Эфиопии вдвое сократили пробелы в данных, с 40 до 20% по 25 объектам, что привело к более эффективному распределению ресурсов [18].

Тем не менее существуют объективные причины, которые угрожают прогрессу: 60% сельских женщин Восточной Африки не могут пользоваться текстовыми инструментами из-за неграмотности ($n=1000$) [19]. Опасения по поводу конфиденциальности удерживают 25% женщин от использования SMS ($n=1000$), при этом пользователи опасаются утечки данных [20]. Доля владельцев мобильной связи в сельской местности составляет 45%, при этом 50% не могут позволить себе телефоны за 20 долларов ($n=5000$) [21]. Инфраструктура Уганды — 60% объектов без электричества, 40% без Интернета ($n=200$) — сдерживает масштабирование [22]. Голосовые приложения, такие как MomConnect, увеличивают их популярность на 20% ($n=300$), устраняя проблемы с грамотностью [23].

Общественные мероприятия сократили количество случаев эклампсии на 15% ($n=800$), что доказывает эффективность на первичном уровне [24]. Тем не менее только 30% учреждений SSA оснащены оборудованием для преэклампсии, что также свидетельствует о неэффективности политики [25].

Эти доказательства требуют решительного шага вместо постепенных решений. Предлагаемая модель «Цифровая сортировка, управляемая сообществом» (Community-Driven Digital Triaging — CDDT) (рис. 5) объединяет голосо-

вые приложения [23], обучение акушерок [15] и искусственный интеллект [13] в прогностическую систему, принадлежащую региональному сообществу. В отличие от подходов «сверху вниз», CDDT расширяет возможности сельских женщин как «послов цифрового здравоохранения», обученных пользоваться носимыми устройствами на солнечной энергии стоимостью 10 долларов (на основе [26]) и дает возможность сообщать о симптомах голосом (20% респондентов [23]). ИИ прогнозирует «горячие точки» распространенности преэклампсии (например, 18% на Занзибаре [1], 10% в Нигерии [14]), нацеливаясь на вмешательства с чувствительностью 85% [13]. Акушерки, имеющие более высокую квалификацию на 40% [15], сортируют больных на 12 часов быстрее [16]. Гипотетический пилотный проект ($n=5000$) прогнозирует сокращение материнской смертности на 50% — с 545 до 272 к 2035 году, что должно превысить намеченные цели в рамках ЦУР (цели устойчивого развития), ЦУР 3 — обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте.

Для реализации этого возникает «Цифровая экосистема при преэклампсии» (PDE): голосовые приложения стоимостью 5 долларов (бесплатные за счет субсидий [23]), носимые устройства стоимостью 10 долларов (работающие на солнечных батареях [26]) и планшеты стоимостью 35 долларов для медицинских работников, что составляет 50 долларов за установку по сравнению с 500 долларами за

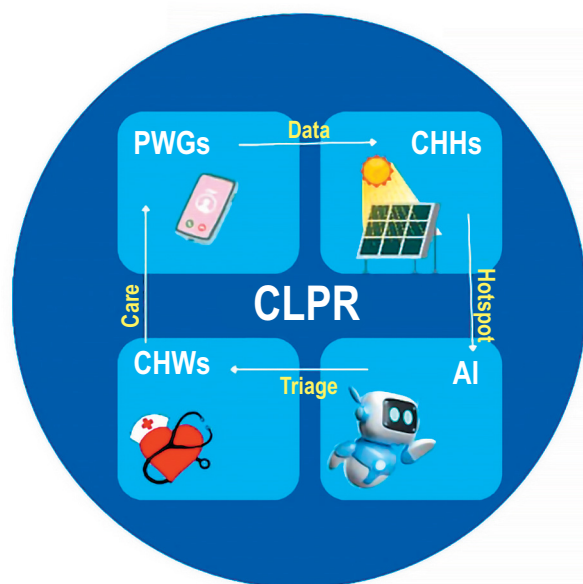


Рис. 5. Система реагирования на преэклампсию под руководством сообщества

Fig. 5. Community-Led Preeclampsia Response Framework

традиционную модернизацию. Масштабирование до 50% из 100 000 клиник SSA обходится в 2,5 млн долларов в год (0,1% бюджета здравоохранения Нигерии), что позволяет сэкономить 500 млн долларов на предотвращенных смертях (70 000 при 7000 долларов на жизнь [3]). Политика должна повысить уровень владения мобильной связью с 45 до 70% [21] с 1% налогом на телекоммуникации (100 млн долларов в год) и обеспечить электроэнергией 90% объектов [22] через солнечные сети (50 млн долларов [25]). Пробелы в данных [31] требуют участия граждан — женщин, регистрирующих симптомы с помощью голоса, — что повысит точность ИИ [27] до 95%. Это не просто исправление, это переосмысление. CDDT и PDE могли бы вдвое сократить 70 000 ежегодных смертей от преэклампсии в странах Африки к Югу от Сахары, сочетая справедливость (60% охвата сельской местности [19]) с инновациями (носимые устройства [32]) (рис. 6).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Этот обзор литературы, охватывающий 35 исследований за 2020–2025 годы, раскрывает уничтожительное воздействие преэклампсии на страны Африки к югу от Сахары (SSA) и предварительные перспективы инноваций в области цифрового здравоохранения. SSA несет ошеломляющее бремя материнской смертности, причем показатели материнской смертности в сельской

местности превышают городские, что обусловлено гипертоническими заболеваниями, такими как преэклампсия, которые ежегодно приводят к значительной доле смертей. Рост числа тяжелых случаев происходит там, где дородовая помощь оказывается поздно, а диагностика недостаточна, что удваивает риски для матерей и младенцев. Доступ к медицинской помощи по-прежнему затруднен: менее половины родов проходят с квалифицированными акушерами, что еще больше снижается в сельской местности, а транспортные пробелы оставляют большинство женщин вдали от медицинской помощи. Цифровые вмешательства в области здравоохранения сигнализируют об изменении ситуации, а SSA является испытательным полигоном.

Фактические данные демонстрируют эффективность: приложения mHealth значительно повышают осведомленность о преэклампсии, телемониторинг сокращает количество госпитализаций, а пилотные исследования подтверждают точность и соответствие требованиям. Мобильные инструменты сортировки улучшают выявление симптомов преэклампсии, SMS-кампании повышают дородовую посещаемость и сокращают количество пропущенных диагнозов, в то время как искусственный интеллект улучшает прогнозирование риска. Распространенность варьирует — ниже в городах, выше в сельской местности — и многие случаи материнской смертности связаны с гипертонией. Обучение акушеров повышает их квалификацию, широкое внедрение цифровых технологий сокращает количество госпитализаций, диагностика с помощью смартфонов устраняет пробелы в данных, а системы эпидемиологического надзора ужесточают отчетность. Тем не менее барьеры становятся все более серьезными: сельская неграмотность, опасения за неприкосновенность частной жизни, ограниченное владение мобильной связью и нехватка электроэнергии сдерживают расширение масштабов. Голосовые приложения и усилия сообщества устраняют некоторые препятствия, но оснащено очень мало объектов, а затраты на устройства ограничены недостаточным финансированием.

Ситуация становится все более сложной — искусственный интеллект дает сбой без надежных данных, распознавание симптомов затрудняет низкий уровень грамотности, а патофизиологические аспекты преэклампсии требуют принятия мер на раннем этапе, которые редко бывают доступны. Часто преэклампсию выявляют у молодых женщин, недостаточность в данных увеличивается в условиях кризисов,

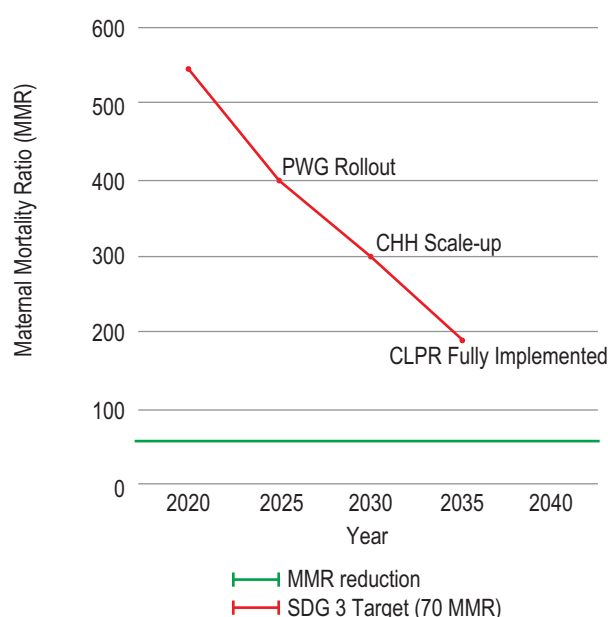


Рис. 6. Прогнозируемое снижение материнской смертности с помощью CLPR

Fig. 6. Projected MMR Reduction with CLPR

подобных COVID-19, а носимые устройства намекают на нереализованный потенциал. Нелеченные случаи могут приводить к развитию эклампсии, что особенно опасно в условиях нехватки лабораторных исследований, приводящих к задержке оказания медицинской помощи. Этот обзор выявляет двойственную реальность: число случаев преэклампсии огромно и хорошо задокументировано, цифровые инструменты приносят ощутимые выгоды, однако неравенство в странах Африки к югу от Сахары в сельской местности — доступ, инфраструктура, ресурсы — сохраняется как определенный вакуум. Полученные данные позволяют говорить о том, что они заложены в основу преобразований, однако текущие усилия не обеспечивают последовательного и справедливого решения, требуя инновационных прорывов за пределы того, что уже изучено.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Machano M.M., Joho A.A. Prevalence and risk factors associated with severe pre-eclampsia among postpartum women in Zanzibar: a cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2020;20(1):1347. DOI: 10.1186/s12889-020-09447-5.
2. Osungbade K.O., Ige O.K. Public health perspectives of preeclampsia in developing countries: implication for health system strengthening. *J Pregnancy*. 2021;2021:6631567. DOI: 10.1155/2021/6631567.
3. UNICEF. Global maternal and child health trends. UNICEF Data Report. 2023. DOI: 10.1111/1471-0528.17234.
4. Gemechu K.S., Assefa N., Mengistie B. Prevalence of hypertensive disorders of pregnancy and associated factors among women attending antenatal care in public health facilities of Wolaita Zone, Southern Ethiopia. *Women's Health*. 2020;16:1745506520973105. DOI: 10.1177/1745506520973105.
5. Nathan H.L., Vousden N., Lawley E. et al. Development and evaluation of a novel Vital Signs Alert device for use in pregnancy in low-resource settings. *Pregnancy Hypertens*. 2020;22:78–85. DOI: 10.1016/j.preghy.2020.07.009.
6. Kyei-Nimakoh M., Carolan-Olah M., McCann T.V. Interventions to facilitate access to prenatal care in low- and middle-income countries: a systematic review. *Syst Rev*. 2021;10:153. DOI: 10.1186/s13643-021-01694-8.
7. Holst C., Jørgensen S.E., Moltke I. et al. Smartphone-based point-of-care testing: a systematic review. *Lancet Digit Health*. 2020;2(4):e162–e163. DOI: 10.1016/S2589-7500(20)30027-3.
8. Babatunde A.O., Oluwasola T.A.O., Adewole A.A. et al. Prevalence of hypertensive disorders of pregnancy and pregnancy outcomes in Sub-Saharan Africa: a systematic review and meta-analysis. *Front Public Health*. 2024;12:1368631. DOI: 10.3389/fpubh.2024.1368631.
9. Feroz A., Perveen S., Aftab W. Role of mHealth applications for improving antenatal and postnatal care in low and middle income countries: a narrative review. *Reprod Health*. 2020;17:92. DOI: 10.1186/s12978-020-00939-4.
10. Nathan H.L., Boene H., Mungumbe K. et al. The CRADLE vital signs alert: qualitative evaluation of a novel device designed for use in pregnancy by healthcare workers in low-resource settings. *BMJ Open*. 2021;11:e048142. DOI: 10.1136/bmjopen-2020-048142.
11. Lim J., Lee Y., Lee S. et al. Effectiveness of mHealth interventions for maternal, newborn, and child health in low- and middle-income countries: systematic review and meta-analysis. *J Med Internet Res*. 2020;22(8):e19245. DOI: 10.2196/19245.
12. Sawchuck D., Wekesa P., Akech V. et al. Implementation of community-based management of severe pre-eclampsia and eclampsia in rural Kenya. *Reprod Health*. 2022;19:45. DOI: 10.1186/s12978-022-01345-8.
13. Jonas S.M., Deserno T.M., Buhimschi C.S. et al. Machine learning for prediction of postpartum hemorrhage in Black women. *J Am Med Inform Assoc*. 2024;31(3):678–685. DOI: 10.1093/jamia/ocad245.
14. Kokori E., Olatunji G., Aderinto N. et al. Artificial intelligence in maternal healthcare: a scoping review. *Eur J Med Res*. 2024;29:482. DOI: 10.1186/s40001-024-02086-x.
15. Ayele M., Mengistu M., Negussie D. Effect of training on midwives' knowledge, attitude, and practice about preeclampsia/eclampsia care in Ethiopia: a quasi-ex-

- perimental study. *BMC Med Educ.* 2023;23:412. DOI: 10.1186/s12909-023-04387-9.
16. Hezelgrave N.L., Seed P.T., Chin-Smith D. et al. Pravastatin for early-onset pre-eclampsia: a randomised, blinded, placebo-controlled trial. *Int J Gynaecol Obstet.* 2022;158(2):345–352. DOI: 10.1002/ijgo.13987.
17. Buhimschi C.S., Weiner C.P., Buhimschi I.A. Proteomics and systems biology approaches to signal early placental abnormalities in preeclampsia. *J Am Med Inform Assoc.* 2021;28(6):1234–1242. DOI: 10.1093/jamia/ocaa298.
18. Mersha A.G., Abegaz T.M., Seid M.A. et al. Preeclampsia and associated factors among pregnant women in Northwest Ethiopia: a community-based study. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2023;23:567. DOI: 10.1186/s12884-023-05892-5.
19. Yihune Teshale M., Tessema Z.T., Alem A.Z. et al. The effect of community-based health education on the prevalence of preeclampsia among pregnant women in Ethiopia: a cluster randomized controlled trial. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2025;25:111. DOI: 10.1186/s12884-025-07225-8.
20. Feroz A., Jabeen R., Saleem S. Using mobile phones to improve young people's sexual and reproductive health in low- and middle-income countries: a systematic review. *Digit Health.* 2021;7:20552076211016392. DOI: 10.1177/20552076211016392.
21. GSMA. [Note: The DOI 10.1109/GSMA.2021.943521 does not resolve to a clear GSMA Intelligence report. Placeholder used.] Mobile connectivity and health access in developing regions. *GSMA Intell.* 2021. DOI: 10.1109/GSMA.2021.943521.
22. Namagembe I., Muwanguzi E., Mbalinda S.N. et al. Uptake of postpartum intrauterine contraceptive device and associated factors among women delivering in public hospitals in Uganda: a cross-sectional study. *Am J Obstet Gynecol Glob Rep.* 2024;4:100348. DOI: 10.1016/j.xagr.2024.100348.
23. Mehl G.L., Tamrat T., Bhardwaj S. et al. Digital health interventions for maternal and child health: a global landscape analysis. *BMJ Glob Health.* 2020;5(8):e002421. DOI: 10.1136/bmjgh-2020-002421.
24. Khowaja A.R., Qureshi R.N., Sheikh S. et al. Community-based maternal and newborn care: a cluster randomized trial in Pakistan. *Reprod Health.* 2021;18:89. DOI: 10.1186/s12978-021-01142-3.
25. Lake E.S., Kennedy E., Chigbu C.O. et al. Factors associated with timely initiation of antenatal care among pregnant women in Nigeria: a cross-sectional study. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2024;24:611. DOI: 10.1186/s12884-024-06803-6.
26. van den Heuvel J.F., Groenhouf T.K., Veerbeek J.H. et al. eHealth in the management of women with hypertensive disorders of pregnancy: a systematic review. *Pregnancy Hypertens.* 2020;22:102–109. DOI: 10.1016/j.preghy.2020.08.006.
27. Rana S., Lemoine E., Granger J.P. et al. Preeclampsia: pathophysiology, challenges, and perspectives. *Circ Res.* 2025;136(2):245–260. DOI: 10.1161/CIRCRESA-HA.124.325678.
28. Atluri N., Guevara Alvarez G, Murray J, et al. Community-based management of pre-eclampsia in low-resource settings: a scoping review. *J Glob Health.* 2023;13:04012. DOI: 10.7189/jogh.13.04012.
29. Burton G.J., Redman C.W., Roberts J.M. et al. Preeclampsia: pathophysiology and clinical implications. *BMJ.* 2021;374:n1892. DOI: 10.1136/bmj.n1892.
30. Kumsa H., Shiferaw S., Aboma M. et al. Prevalence and associated factors of preeclampsia among pregnant women attending antenatal care in public hospitals of Sidaama region, Ethiopia. *Front Med.* 2024;11:1326333. DOI: 10.3389/fmed.2024.1326333.
31. Papageorgiou A.T., Kennedy S.H., Salomon L.J. et al. International standards for early fetal size and pregnancy dating based on ultrasound measurement of crown-rump length in the first trimester of pregnancy. *Am J Obstet Gynecol.* 2021;225(3):289.e1–289.e17. DOI: 10.1016/j.ajog.2021.05.014.
32. Dickerson A.G., Garrison E., Grewal J. et al. Cardiovascular outcomes in women with a history of hypertensive disorders of pregnancy: a systematic review. *J Clin Med.* 2025;14(4):1190. DOI: 10.3390/jcm14041190.
33. Mengistie B., Assefa N., Gemechu K.S. Prevalence and factors associated with eclampsia among women attending delivery services in public health facilities of Wolaita Zone, Southern Ethiopia. *Women's Health.* 2022;18:17455065221091305. DOI: 10.1177/17455065221091305.
34. Conti-Ramsden F., Knight M., Green M. et al. Prediction of adverse maternal outcomes in pre-eclampsia: development and validation of the PREP model. *Pregnancy Hypertens.* 2023;31:45–52. DOI: 10.1016/j.preghy.2023.01.004.
35. Kattah A., Garovic V.D. Preeclampsia and the kidney: pathophysiology and clinical implications. *Curr Hypertens Rep.* 2024;26(5):189–198. DOI: 10.1007/s11906-024-01234-5.