

Инновационная архитектура цифровых двойников для раннего выявления рисков и персонализированной перинатальной помощи

Источник: Frontiers in Digital Health

Оригинал: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fdgth.2026.1724029>

мониторинг

носимые устройства

перинатальная медицина

прогностические модели

цифровые двойники

Введение

Осложнения, связанные с беременностью, такие как **гестационный сахарный диабет (ГСД)** и **преэклампсия**, требуют своевременного выявления, поскольку беременности, изначально считавшиеся группами низкого риска, могут развивать клинически значимые риски в процессе последующего наблюдения. **Цифровое здравоохранение (Digital Health)** и **телемедицина (Telemedicine)** могут поддерживать дистанционный мониторинг, в то время как технология **цифрового двойника (Digital Twin, DT)** предлагает основу для интеграции лонгитюдных данных пациента с прогностическими моделями. Однако перинатальные системы на основе DT остаются исследовательскими и требуют методологического подтверждения перед клиническим использованием.

Методы

В данном исследовании представлена концептуальная модель (proof-of-concept) DT-структуры для перинатального мониторинга. Выделяются три роли данных: общедоступные эталонные наборы данных для обучения и тестирования моделей, синтетические записи пациентов, созданные с

помощью **Synthea** для имитации пренатальных консультаций, и синтетические записи с временными метками, имитирующие данные с носимых устройств, созданные с помощью **Gretel.ai** для эмуляции повторяющегося мониторинга на уровне сбора данных. Потоки клинических данных и данных, имитирующих носимые устройства, обрабатывались независимо и объединялись только на этапе интерпретации.

Результаты

Модель материнского риска показала лучшие результаты для классов низкого и высокого риска, чем для промежуточного класса, что подтверждает целесообразность её использования в качестве компонента для скрининга, а не в качестве окончательного классификатора. Модели ГСД достигли высокого показателя полноты (recall) для класса ГСД как в клинической конфигурации, так и в конфигурации с данными, имитирующими носимые устройства. Напротив, прогнозирование преэклампсии продемонстрировало ограниченную эффективность, особенно при использовании только переменных артериального давления, доступных через носимые устройства; клиническая модель улучшила профиль класса, но осталась недостаточной для клинического внедрения. Симулированные случаи пациентов иллюстрируют рабочий процесс DT и ограничения использования только данных с носимых устройств для сложной стратификации акушерских рисков.

Обсуждение

Предложенная структура должна интерпретироваться как методологический прототип для организации клинических данных и данных с временными метками от носимых устройств в рамках перинатального DT. Результаты подтверждают необходимость сочетания эпизодической клинической информации с повторяющимся физиологическим мониторингом, но также показывают, что перед использованием в качестве системы поддержки принятия клинических решений необходимы калибровка моделей, решение проблемы дисбаланса классов, использование более богатых клинических признаков и валидация на реальных лонгитюдных когортах. Будущая работа будет сосредоточена на валидации в реальных условиях, моделировании с учетом последовательностей и интеграции в клинические рабочие процессы под медицинским наблюдением.

Перевод выполнен: 27.07.2026 | ai4med.ru

Машинный перевод. Рекомендуем сверять с оригиналом при клиническом использовании.