Оценка уровня HbA1c на основе камеры с использованием дистанционной фотоплетизмографии: разработка, независимая оценка и анализ базовых сравнений

Источник: Frontiers in Digital Health

Дата публикации: 2024-05-01

Оригинал: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fdgth.2026.1978726

remote photoplethysmography | диабет | диагностика | компьютерное зрение | нейросети | цифровые биомаркеры

Сахарный диабет 2 типа широко распространен и часто остается недиагностированным, однако тестирование на гликированный гемоглобин (HbA1c) требует забора крови и лабораторной инфраструктуры, что ограничивает его применение для бесконтактного скрининга нарушений углеводного обмена. Удаленная фотоплетизмография (rPPG) записывает цветовые сигналы лица с помощью стандартной камеры и была предложена в качестве платформы для цифровых биомаркеров кардиометаболического риска. Мы проверили, содержат ли временные ряды цветовых сигналов лица, полученные методом rPPG, информацию о лабораторном уровне HbA1c, выходящую за рамки простых контрольных значений.

В проспективном одноцентровом исследовании, проведенном в Сингапурской общей больнице, 254 участника имели как пригодную для анализа запись лица, так и результат лабораторного определения HbA1c. Каждая запись была сведена к средним значениям красного, зеленого и синего каналов для шести областей лица в течение 8,53 с. Модель NervoHbA1c, сверточная нейронная сеть с 4,27 миллиона параметров и входными демографическими данными, оценивалась с помощью объединенной 5-кратной перекрестной

проверки, повторенной три раза, оценки с оставлением одной когорты (leave-one-cohort-out), анализа кривой обучения и тестирования на двух независимых когортах, снятых на смартфоны, по сравнению со средними, медианными и только демографическими контрольными значениями, настроенными в каждом обучающем сплите.

В рамках когорты разработки сравнивались 16 моделей, охватывающих диапазон от 0 до 4,27 миллиона подгоняемых параметров, включая линейные считыватели с замороженным энкодером и традиционные признаки обработки сигналов. В объединенной выборке из 254 участников модель NervoHbA1c показала среднюю абсолютную ошибку (MAE) 1,081% (95% ДИ 0,973–1,193), по сравнению с 1,230% для медианной базовой линии, 1,237% для только демографических данных и 1,254% для средней базовой линии (p по Нейдеу–Бенджио = 0,008–0,042), а ее прогнозы коррелировали с лабораторным уровнем HbA1c (r = 0,505). Модель продемонстрировала наименьшую ошибку во всех сплитах с оставлением одной когорты, а ее ошибка стабильно снижалась по мере увеличения обучающей выборки.

В когорте разработки ошибка уменьшалась с ростом емкости модели: каждая модель с меньшей емкостью имела более высокую ошибку по сравнению с полной моделью (MAE 0,732% против 0,844% для средней базовой линии). Модель, использующая только сигналы, была умеренно коррелирована с HbA1c (r = 0,368). Опубликованный контрольный образец, обученный на 53 участниках с веб-камер, не перенесся на когорты смартфонов (MAE 1,478% в SGH-6 против 1,205% для только демографических данных); этот разрыв объясняется изменением устройства захвата (веб-камера против смартфона, AUROC 1,000).

Таким образом, короткие записи rPPG лица содержат умеренную, но восстанавливаемую информацию о HbA1c помимо демографических данных, при условии совпадения обучающих данных и устройства захвата. Перед тем как цифровые биомаркеры на основе камер смогут продвинуться к клиническому применению, необходимы оценка на уровне отдельных участников, кросс-когортное тестирование и использование простых контрольных значений, а также запланировано исследование с большей когортой полного_precision_.

Перевод выполнен: 05.11.2026 | ai4med.ru
Машинный перевод. Рекомендуем сверять с оригиналом при клиническом использовании.