

Раннее выявление аномальной частоты сердечных сокращений у критически больных пациентов на основе машинного обучения: исследование на реальном клиническом наборе данных с интеграцией автоматизированной системы оповещения

Источник: Frontiers in AI — Medicine

Оригинал: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2026.1879609>

кардиология

критическая медицина

машинное обучение

мониторинг

раннее выявление

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются глобальной проблемой здравоохранения, особенно в условиях ограниченных ресурсов, где поздняя диагностика ухудшает исходы. Аномальная частота сердечных сокращений (тахикардия/брадикардия) является модифицируемым независимым фактором риска, который выигрывает от раннего автоматизированного выявления.

Методы

Мы использовали крупный набор данных реальной клинической практики из больницы Санта-Мария, Лиссабон (23 122 пациента, январь 2019 г. – ноябрь 2021 г., охватывающий период пандемии COVID-19). Были оценены два операционных определения исхода: (i) определение на основе межквартильного размаха (IQR), специфичное для конкретного пациента, использованное для сравнения четырёх классификаторов (логистическая

регрессия, метод k-ближайших соседей, случайный лес, наивный байесовский классификатор), и (ii) стандартные клинические пороговые значения для тахикардии/брадикардии, применённые к модели с наилучшими показателями. Следуя методологии CRISP-DM, модели обучались и оценивались с помощью группированной по пациентам скользящей кросс-валидации временных рядов для предотвращения утечки данных на уровне пациентов.

Результаты

Логистическая регрессия показала наилучшие результаты. При определении на основе IQR: AUROC 0,78, полнота 85,4%, точность 66,1%, F1-мера 74,5%. При определении на основе стандартных клинических порогов: AUROC 0,81, полнота 91,7%, точность 68,8%, F1-мера 78,6%. Представлены расширенные метрики (распространённость событий, частота ложноположительных срабатываний, нагрузка на систему оповещения, калибровка, доверительные интервалы). Прототип системы оповещения по электронной почте в реальном времени был продемонстрирован как подтверждение концепции осуществимости и неформально оценён двумя кардиологами.

Обсуждение

Полноты и AUROC сами по себе недостаточно для установления клинической полезности. Ключевые ограничения включают одноцентровой дизайн, значительную долю пропущенных данных по переменным этнической принадлежности и диагноза, малую выборку клинической оценки ($n = 2$) и сбор данных в период пандемии. Данная работа представлена как методологически усиленное подтверждение концепции, при этом проспективная многоцентровая внешняя валидация с участием нескольких клиницистов определена как необходимый следующий шаг.