

Сеть долгой краткосрочной памяти с интерпретируемостью SHAP для динамического прогнозирования делирия в ОИТ: разработка и внешняя валидация

Источник: Frontiers in Digital Health

Оригинал: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fdgth.2026.1856311>

LSTM

SHAP

ОИТ

валидация

делирий

интерпретируемость

критическая медицина

нейросети

прогнозирование

Делирий в отделении интенсивной терапии (ОИТ) является распространённым и серьёзным осложнением у критически больных пациентов, однако существующие модели прогнозирования преимущественно опираются на статические данные и лишены интерпретируемой логики принятия решений, что ограничивает их клиническую применимость. В это ретроспективное когортное исследование были включены 464 пациента ОИТ из Первой аффилированной больницы Медицинского университета Цзуньи в качестве внутренней когорты и 70 пациентов из Второй аффилированной больницы в качестве внешней тестовой выборки. Система переменных, включающая девять базовых характеристик и 24 динамические переменные, была разработана посредством систематического синтеза доказательств и клинического пилотного исследования. Динамические переменные были организованы в 24-часовые скользящие окна наблюдения (T1-T7), и была разработана двухслойная двунаправленная сеть с долговременной краткосрочной памятью (LSTM), включающая механизм маскирования и коррекцию весов классов, для прогнозирования возникновения делирия в каждом окне на основе всех предшествующих последовательных входных данных.

Модель достигла площади под кривой рабочей характеристики приёмника (AUCROC) 0,835 (95% ДИ: 0,724–0,946), чувствительности 0,696 и специфичности 0,894 на внутренней тестовой выборке, с удовлетворительной калибровкой и клинической чистой пользой на этой выборке в широком диапазоне пороговых значений вероятности. Внешняя валидация yielded AUCROC 0,830 (95% ДИ: 0,716–0,944), при этом анализ калибровки и кривой решений во внешней когорте дополнительно подтвердили надёжность оценок вероятности и клиническую чистую пользу, указывая на стабильную межучрежденческую обобщаемость.

Анализ SHapley Additive exPlanations (SHAP) выявил клинически согласованный, фазозависимый переход в доминирующих предикторах: инвазивная искусственная вентиляция лёгких преобладала в течение T1–T3 (пиковое среднее |SHAP| = 0,286 при T3), артериальный рН и шкала оценки последовательного органного отказа (SOFA) emerged как основные драйверы в течение T4–T6, и шкала SOFA сохранила наивысшую атрибуцию при T7, коллективно обеспечивая основанную на доказательствах рациональность для временно дифференцированных стратегий мониторинга и вмешательства.