Разработка и внутренняя валидация моделей машинного обучения для профилактики тромбоза глубоких вен после эндопротезирования бедра при переломе шейки бедра: оценка признаков синдрома традиционной китайской медицины

Источник: Frontiers in AI — Medicine

Оригинал: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2026.1798230

диагностика | машинное обучение | прогнозирование | тромбоз | хирургия

Введение

Постоперационный тромбоз глубоких вен (ТГВ) нижних конечностей остается клинически значимым осложнением после эндопротезирования тазобедренного сустава по поводу перелома шейки бедра. Мы оценили, добавляют ли особенности синдромов традиционной китайской медицины (ТКМ) предиктивную информацию сверх конвенциональных предоперационных переменных, а также изучили связь между индексом триглицерид-глюкоза (TyG) и постоперационным ТГВ.

Методы

Это ретроспективное одноцентровое исследование включало 380 пациентов. Групповое ограниченное разбиение и ресэмплинг предотвратили пересечение идентичных заранее определенных многомерных профилей через границы оценки, что позволило сформировать набор для разработки модели (n = 267; 74 случая ТГВ) и набор для валидации с разделенными

профилями (n = 113; 31 случай). Были оценены девять алгоритмов машинного обучения с использованием фиксированной панели из восьми переменных, включающих D-димер, фибриноген, количество тромбоцитов, сахарный диабет 2 типа, уровень глюкозы крови натощак, индекс TyG, синдром застоя ци с кровяным стазом (QSBS) и синдром дефицита ци с кровяным стазом (QDBS). Алгоритм случайного леса (RF) был выбран на основе вневыборочной производительности на наборе для разработки перед валидацией на отложенной выборке.

Результаты

Постоперационный ТГВ развился у 105 пациентов (27,6%). RF показал объединенную вневыборочную AUC с учетом групп на наборе для разработки 0,774 (95% ДИ 0,710–0,837) и AUC на отложенной валидационной выборке 0,859 (95% ДИ 0,782–0,935). В течение 30 повторных групповых ограниченных разбиений средняя AUC валидации составила 0,792. В единственном разбиении с разделенными профилями для валидации порог 0,298, полученный на основе модели разработки, обеспечил чувствительность 0,903, специфичность 0,720, положительную прогностическую ценность 0,549 и отрицательную прогностическую ценность 0,952; в том же разбиении наклон калибровки составил 1,136 (95% ДИ 0,753–1,867), отношение наблюдаемого к ожидаемому — 0,846, а индекс Бриера — 0,132. Добавление QSBS и QDBS не привело к существенному улучшению дискриминации (AUC 0,855 против 0,859; ΔAUC = 0,003; p = 0,746 по тесту Делонга). Более высокий уровень TyG оставался связанным с ТГВ после многомерной корректировки (ОШ на 1 стандартное отклонение 1,550, 95% ДИ 1,186–2,026; p = 0,001); ограниченные кубические сплайны подтвердили общую ассоциацию (p = 0,007) без значимых доказательств нелинейности (p = 0,082).

Заключение

RF показал благоприятную дискриминацию в отложенной когорте, но более умеренную производительность при повторных групповых ограниченных разбиениях. Две сохраненные переменные синдромов ТКМ не обеспечили существенного прироста AUC, тогда как более высокий TyG оставался связанным с постоперационным ТГВ после многомерной корректировки. Перед клиническим внедрением необходимы внешняя валидация и оценка перекалибровки.

Перевод выполнен: 31.10.2026 | ai4med.ru
Машинный перевод. Рекомендуем сверять с оригиналом при клиническом использовании.