

Идентификация подтипов ишемического инсульта, определенных профилями воспаления, коагуляции и метаболизма

Источник: Frontiers in AI — Medicine

Оригинал: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2026.1776891>

диагностика

инсульт

кластеризация

машинное обучение

стратификация пациентов

Фон

Ишемический инсульт представляет собой гетерогенное заболевание, на которое влияют воспаление, дисфункция свертывания крови и метаболические нарушения. Однако интегрированный анализ, включающий эти биологические домены для стратификации пациентов, остается ограниченным.

Методы

Проведено ретроспективное исследование 132 пациентов с ишемическим инсультом. Собирались клинические, коагуляционные, воспалительные и метаболические параметры. Для уменьшения размерности и визуализации применялся анализ главных компонент (АГК). Затем использовалась кластеризация K-средних для выявления подтипов с оптимальным числом кластеров, валидированная с помощью локтевого графика и анализа силуэта. Различия между группами кластеров оценивались с использованием дисперсионного анализа (ANOVA) или тестов Краскела-Уоллиса для непрерывных переменных и тестов хи-квадрат для категориальных переменных.

Результаты

АГК выявил лежащую в основе гетерогенность среди пациентов. Валидированная кластеризация К-средних выявила три различных подтипа. Кластер 1 представлял собой подтип с низким воспалением со сниженными воспалительными маркерами. Кластер 2 был подтипом с высоким воспалением и гиперкоагуляцией, характеризующимся повышенным уровнем лейкоцитов (WBC), нейтрофилов (NEU), высокочувствительного С-реактивного белка (hsCRP), фибриногена (FIB), D-димера, протромбинового времени (PT), международного нормализованного отношения (INR), а также более высокой распространенностью ишемической болезни сердца, каротидной бляшки, курения и употребления алкоголя. Кластер 3 был подтипом метаболического риска, характеризующимся относительно более молодым возрастом, повышенными триглицеридами (TG), холестерином (CHOL), липопротеинами высокой плотности (HDL-C), липопротеинами низкой плотности (LDL-C), аполипопротеином В (APOB), аполипопротеином А-1 (APOA-1) и соотношением APOB/APOA1, а также промежуточной воспалительной активностью.

Заключение

Кластеризация на основе данных выявила биологически различные подтипы ишемического инсульта на основе профилей воспаления, свертывания и метаболизма. Эта стратификация подчеркивает гетерогенность ишемического инсульта и может информировать будущие персонализированные подходы к оценке риска и ведению пациентов.