

Разработка и валидация моделей искусственного интеллекта на основе визуализации для предраковых поражений аденокарциномы легкого и ранней аденокарциномы легкого, проявляющейся в виде легочных узлов

Источник: Frontiers in AI — Medicine

Оригинал: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2026.1889248>

аденокарцинома легкого

диагностика

компьютерное зрение

легочные узлы

онкология

радиология

Введение

Точная предоперационная оценка инвазивности легочного узелка остается сложной задачей. Мы разработали внутренне валидированную мультимодальную модель, объединяющую представления КТ, полученные из замороженной визуальной фундаментальной модели, с клиническими переменными.

Методы

Это ретроспективное одноцентровое исследование включало 1179 патологически подтвержденных легочных узелков: 247 предраковых железистых поражений, включая атипичную альвеолярную гиперплазию и аденокарциному *in situ*, и 932 инвазивных поражения, включая минимально инвазивную и инвазивную аденокарциному. Объемы КТ были ресемплированы до изотропного разрешения 0,5 мм и разрезаны на патчи размером 64 × 64 × 64 вокселей. Представления на уровне срезов извлекались с использованием предварительно обученного замороженного

бэббона DINOv3 и агрегировались обучаемым механизмом Attention Probe. Кодированные клинические переменные и представления изображений интегрировались с помощью механизмов self-attention и двунаправленного cross-attention, после чего применялась классификация с использованием нейронных деревьев классификации и регрессии (NCART). Внутренняя валидация проводилась с использованием пятикратной процедуры ротации обучающей, валидационной и тестовой выборок, при этом каждая выборка один раз служила в качестве независимой тестовой выборки.

Результаты

Значения площади под ROC-кривой (AUC) для независимых тестовых выборок составили 0,848, 0,864, 0,867, 0,882 и 0,822, что дало среднее значение AUC 0,8566. Пулированные прогнозы вне выборок (out-of-fold) показали AUC 0,847, точность (accuracy) 0,809, чувствительность 0,806, специфичность 0,822 и балл F1 0,873. DINOv3 и NCART достигли наивысших точечных оценок AUC среди оцененных экстракторов признаков и классификаторов соответственно, хотя большинство попарных различий не были статистически значимыми. Промежуточное слияние признаков (intermediate fusion) значительно превзошло оценку по шкале Гулда (Gould score) и модель, использующую только клинические данные, но не превзошло модели, использующие только данные визуализации или применяющие позднее слияние (late-fusion). В заранее определенной вторичной анализе модель достигла AUC 0,780 для различения аденокарциномы in situ и атипичной альвеолярной гиперплазии.

Заключение

Предложенная модель достигла внутренней валидации в отношении дискриминации инвазивности легочного узелка. Перед внедрением в клиническую практику требуется внешняя многоцентровая и проспективная валидация.

Машинный перевод. Рекомендуем сверять с оригиналом при клиническом использовании.