

УДК 543.067.3; 543.068.8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПОСТТРАНСПЛАНТАЦИОННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПО ОБРАЗЦАМ ПЛАЗМЫ КРОВИ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Карась Б.Ю. (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Научный руководитель – к.х.н Ситникова В.Е.

(федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Работа посвящена анализу ИК спектров плазм крови пациентов с сепсисом, цитомегаловирусной (ЦМВ) инфекции и плазм крови пациентов без признаков данных заболеваний. Получены две нейронных сети решающие задачу классификации спектров, а также проведена интерпретация моделей, что позволит выделить наиболее информативные полосы исходных спектров для дальнейшего исследования заболеваний.

Введение. Искусственный интеллект и его основное направление, машинное обучение, начали широко применяться в медицине, в том числе в области трансплантации органов. Можно определить шесть основных областей трансплантации, на которых сосредоточены исследования искусственного интеллекта: рентгенологическая оценка аллотрансплантата, патологоанатомическая оценка, включая молекулярную оценку ткани, прогнозирование выживания трансплантата, оптимизация дозы иммуносупрессии, диагностика отторжения и прогнозирование ранней функции трансплантата. Частым осложнением после трансплантации является цитомегаловирусная (ЦМВ) инфекция и сепсис. Для выяснения конкретного типа осложнений необходимо проводить целый ряд клинических испытаний. Цитомегаловирусную инфекцию и сепсис можно предотвратить с помощью профилактики или упреждающей терапии. Поэтому разработка быстрых методов диагностики посттрансплантационных осложнений является актуальной задачей.

Основная часть. Машинное обучение предлагает принципиальный подход к разработке сложных, автоматических и объективных алгоритмов для анализа многомерных и мультимодальных биомедицинских данных. Жидкая биопсия представляет собой очень удобный, быстрый и неинвазивный метод, который позволяет выполнять многократный отбор проб и динамическое обнаружение патологий. Биомаркеры, полученные из жидкой биопсии, могут быстро отражать изменения в белковом профиле образцов плазмы крови. В данной работе мы стремились проанализировать полезность глубокого обучения для предварительной классификации образцов жидкой биопсии (плазма крови) на три основные широкие категории (т. е. норма, сепсис и ЦМВ) в качестве потенциальной системы сортировки жидких биоптатов, ориентированной на определение типичных посттрансплантационных патологий.

В данной работе разработан подход для определения типа осложнения после трансплантации на основе ИНС. В работе в качестве набора данных использовались ИК спектры плазмы крови контрольной группы и посттрансплантационных пациентов с сепсисом, ЦМВ и совместным заболеванием ЦМВ-сепсис. Калибровочный набор включал 243 (70 %) спектра, а проверочный набор — 195 (30 %) спектров.

Для анализа был взят диапазон $900-1700\text{ см}^{-1}$ второй производной спектров. В наших спектрах данной полосе соответствует 1177 точек, из которых дополнительно были выбраны наиболее информативные промежутки, всего входными значениями для нейронной сети являются 167 точек исходного спектра. Для решения задачи были обучены 2 сети, для одной целевой задачей являлось определение ЦМВ, а для другой сепсиса, т.е. обе сети учились на одних и тех же данных, но с разной разметкой. Следующим этапом явилась интерпретация работы нейронных сетей, наша гипотеза состоит в том разница работы моделей обученных

классифицировать две разные болезни, покажет различие в спектрах при протекании исследуемых заболеваний.

Основываясь на данных пациентов с ЦМВ и сепсисом, ИНС точно предсказывал положительный или отрицательный результат с общей точностью $> 85\%$.

Выводы. Методы машинного обучения обеспечивают повышенную автоматизацию, что приводит к более быстрой оценке и стандартизации, а также демонстрируют более высокую производительность по сравнению с традиционным статистическим анализом. Алгоритмы ИНС могут играть эффективную роль в диагностике посттрансплантационных осложнений, которую можно применять в качестве вспомогательного инструмента. Современные компьютерные технологии должны быть обучены диагностике для быстрого лечения заболеваний.