

Разработка базы данных радиобиологических параметров для оптимизации фотонной и нейтронной лучевой терапии

Селихова Екатерина Александровна

Аспирант

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Физико-технический институт, Томск, Россия

E-mail: aas2828aj@gmail.com

Лучевая терапия остается одним из наиболее эффективных методов борьбы с злокачественными опухолями, однако её успех напрямую зависит от точности планирования, которое должно учитывать как максимальное поражение раковых клеток, так и минимальное воздействие на здоровые ткани. Ключевым ограничением при этом является радиобиологический эффект — ответная реакция организма, проявляющаяся в виде лучевых осложнений. Вероятность и тяжесть таких реакций определяются множеством факторов: видом ионизирующего излучения, режимом фракционирования дозы, локализацией опухоли, индивидуальной радиочувствительностью пациента, а также его физиологическими особенностями и сопутствующими заболеваниями.

Прогнозирование радиобиологического ответа требует интеграции данных из математических моделей, таких как TCP (вероятность контроля опухоли), NTCP (вероятность осложнений в нормальных тканях), BED (биологически эффективная доза) и EQD₂ (эквивалентная доза при стандартном фракционировании). Эти модели позволяют количественно оценить влияние облучения на ткани, оптимизировать дозы и режимы лечения. Такие модели содержат разные радиобиологические параметры. Однако при практическом использовании данных моделей возникает проблема недостаточной систематизации радиобиологических параметров, многие из которых слабо подтверждены клиническими данными или разрознены в научной литературе.

Целью данной работы стало создание единой базы данных радиобиологических параметров для фотонной и нейтронной лучевой терапии, объединяющей результаты анализа более 100 научных исследований. В исследовании учтены разнообразные клинические и технические аспекты: режимы фракционирования (стандартное, умеренное и экстремальное гипофракционирование), энергия источников излучения, размеры облучаемых объемов, а также индивидуальные параметры пациентов, включая возраст, уровень гемоглобина и наличие сопутствующих патологий. Особое внимание уделено нейтронной терапии, где радиобиологические модели дополнены параметрами ОБЭ (относительная биологическая эффективность) и ВДФ (время-доза-фракционирование), рассчитанными для пучков быстрых нейтронов циклотрона У-120.

Результатом работы стала специализированная база данных, интегрированная в веб-приложение с функцией фильтрации по локализациям опухолей, типам тканей и режимам облучения. Инструмент позволяет быстро получать значения ключевых параметров, таких как α , β , γ_{50} и TD_{50} (доза, вызывающая 50% осложнений), что критически важно для персонализации лечения. База данных также связана с программным обеспечением «Калькулятор TCP/NTCP», автоматизирующим прогнозирование клинических исходов.

В перспективе планируется расширение функционала веб-приложения за счет включения данных о новых методах лучевой терапии и регулярное обновление параметров на основе последних клинических исследований.