

ФОТОН-ЗАХВАТНАЯ ТЕРАПИЯ ОПУХОЛЕЙ

**В.Ф. ХОХЛОВ, В.Н. КУЛАКОВ, И.Н. ШЕЙНО, П.В. ИЖЕВСКИЙ,
А.Н. ЛИПЕНГОЛЬЦ**

Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва

Фотон-захватная терапия (ФЗТ) наиболее молодое направление в лучевой терапии (ЛТ). Она основана на увеличении локального энерговыделения в результате фотоэффекта, вызванного электронами фотопоглощения и сопутствующего Оже-каскада на атомах элементов с большим Z , входящих в состав специально вводимых в опухолевую ткань препаратов. Поглощение фотона является одной из основных причин ослабления интенсивности низкоэнергетического фотонного пучка вдоль начального направления при прохождении направленного фотонного пучка через вещество. Поглощаемый фотон отдает свою энергию электрону К-оболочки атома, что приводит к ионизации атома. Образовавшаяся вакансия заполняется электронами с других электронных оболочек. Процесс сопровождается испусканием Оже-электронов и вторичного низкоэнергетического характеристического излучения. В результате атом оказывается в состоянии высокой степени ионизации и возвращается в нормальное состояние после серии сложных переходов электронов и передачи энергии окружающим его частицам, в том числе находящимся в опухолевых клетках. Можно рассчитать кинетическую энергию испускаемого в результате фотоэффекта электрона. Она равна энергии первичного фотона минус энергия связи электрона в поглотившем его атоме. При энергии первичного фотона, превышающей энергию ионизации атома, вероятность фотоэффекта уменьшается. В элементах с низким атомным номером Z энергия связи даже у ближайших к ядру электронов К-оболочки низка, поэтому вероятность фотоэффекта на

таких атомах мала. Вероятность фотоэффекта растет с увеличением атомного номера как Z^n , где $4 < n < 5$.

Таким образом, в силу специфики процесса ФЗТ наиболее перспективна для применения в качестве интраоперационной ЛТ с использованием аппаратов с мягким рентгеновским излучением. Работы по созданию технологии фотон-захватной терапии начаты в последние годы и ведутся во всем мире. Интерес к новому виду лучевой терапии обусловлен: необходимостью разработки новых эффективных методов лучевой терапии, более низкой, по сравнению с другими источниками ионизирующего излучения (электронов, гамма-излучения, протонов, нейтронов и ионов углерода), стоимостью аппаратуры, ее мобильностью и возможностью массового применения в различных медицинских учреждениях.

В настоящее время ФЗТ не обеспечена медицинскими источниками рентгеновского излучения, которые бы обеспечивали оптимальные условия для реализации фотоэффекта. Помимо некоторых цитостатиков, имеющих в своем составе атомы тяжелых элементов, специальные препараты для фотон-захватной терапии также отсутствуют. Для широкого использования в клинической онкологической практике этот вид ЛТ наиболее пригоден, поскольку источники рентгеновского излучения мобильны, относительно дешевы и не требуют при их эксплуатации специальных помещений с мощной биологической защитой, что создает условия для массового использования фотон-захватной терапии в лечении онкологических больных.