

В.А.КЛИМАНОВ, С.Г.КЛИМАНОВ, А.В.КРЯНЕВ
Московский государственный инженерно-физический институт
(технический университет)

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ЗАДАННОГО КОЛИЧЕСТВА ПОРТОВ ОБЛУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИЗИЧЕСКИХ ЦЕЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ

Разработан алгоритм выбора оптимальных расположений заданного количества портов облучения. В алгоритме используются физические целевые функции. В качестве управляющих параметров в задаче оптимизации выбора портов облучения берутся геометрическое местоположение портов и интенсивности облучения в условиях их постоянства для каждого порта.

На сегодняшний день одной из важных задач в лучевой терапии является правильное определение местоположение ракурсов (портов) облучения. При решении данной проблемы часто используется только клинический опыт специалистов по планированию лучевой терапии. Но, как показали численные эксперименты, даже незначительное смещение направления облучения может приводить к существенному изменению распределения дозы в органах риска.

На протяжении нескольких лет нами проводились исследования по постановке и численному решению задачи оптимизации профиля интенсивности облучения с использованием физических и биологических целевых функций [1-2]. В результате этих исследований был разработан программный модуль, осуществляющий расчет оптимального профиля интенсивности облучения опухоли с учетом наличия органов риска.

Так как в разработанных методах используется воксельная модель, то есть, осуществляется вычисление дозы в определённых объемах облучаемых тканей, то становится возможным использование указанных методов и для определения оптимального расположения заданного количества портов облучения.

К настоящему времени реализован алгоритм оптимального выбора портов с использованием физических целевых функций. В качестве базовых целевых функций рассматривались: сумма квадратичных отклонений от установленной дозы в контролируемых вокселях, принадлежащих опухоли, и суммы квадратичных отклонений дозы от нулевого уровня для вокселей, принадлежащих органам риска. Комплексная целевая функция формировалась как суперпозиция базовых целевых функций с весами, соответствующими значимости органов

риска. Кроме того, в комплексную целевую функцию был введен коэффициент компромисса между опухолью и органами риска в целом.

На первом этапе сконструированного алгоритма в результате решения вышеуказанной оптимизационной задачи получаем геометрическое местоположение портов и соответствующие значения интенсивностей. На следующем этапе из совокупности полученных портов выбирается заданное их количество, причем критерием отбора служат следующие признаки:

1. выбираются порты с большими значениями интенсивности излучения;
2. если отбираемые по предыдущему признаку порты расположены геометрически близко, то из них выбирается один порт с максимальной интенсивностью относительно соседних портов.

Применение описанного выше алгоритма для модельного варианта опухоли простаты позволили получить приемлемое дозовое распределение в опухоли и в органах риска. Следует особо отметить, что оптимальное решение для рассмотренного варианта опухоли простаты получено при 6 выбранных портах, в то время как их общее число до решения задачи выбора равнялось 360.

Численные эксперименты показали, что данный алгоритм требует достаточно больших затрат машинного времени. В настоящее время разрабатывается алгоритм, позволяющий существенно снизить временные затраты на решение задачи выбора оптимальных расположений заданного количества портов облучения. Предполагается, что разрабатываемая модификация алгоритма выбора портов облучения позволит получить приемлемые по точности результаты за меньшее расчетное время.

Список литературы

1. A.V.Kryanev, V.A.Klimanov, S.G.Klimanov, D.A.Rubinsky, A.G.Zrajun. Profiles Beams Optimization Problems for Remote Radiation Therapy as Multicriterion Problem. Chicago-2000 World Congress.
2. Klimanov V.A., Kryanev A.V., Rubinsky D.A. Numeric Solution for Radiation Therapy Dose Planning Optimization Problem Based on the Pencil Beam Algorithm and Large-Scaled Elements Methods. Physica Medica, v.15, 1999.