

УДК 615.849.114:62–519

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕЛЕГАММАТЕРАПИИ**В.А. Овчинников<sup>1</sup>, В.Н. Волков<sup>1</sup>, В.Н. Колодко<sup>2</sup><sup>1</sup> Кафедра онкологии с курсом лучевой диагностики и лучевой терапии  
УО «Гродненский государственный медицинский университет»<sup>2</sup> УОЗ «Гродненская областная клиническая больница»

*В статье представлены сведения об усовершенствованной программе ввода цифровых копий компьютерных томограмм в компьютерную систему планирования облучения для телегамматерапии, предложен комплекс лучевых исследований для подготовки к лучевой терапии рака гортани и глотки, включающий компьютерную томографию и сонографию.*

**Ключевые слова:** компьютерная программа, планирование лучевой терапии, компьютерная томография, сонография, рак, гортань, глотка.

*The paper presents data on the advanced program of digital repetitions input of computer tomograms in the system of planning of irradiation for external gamma photon therapy, the complex of radiological examinations for preparation for radiotherapy of larynx and pharynx cancer including computer tomography and ultrasound is offered.*

**Key words:** computer program, planning of radiotherapy, computer tomography, ultrasound, cancer, larynx, pharynx.

**Введение**

Лучевая терапия в современной онкологии является одним из ведущих специальных методов лечения злокачественных опухолей [1]. Результаты лучевой терапии во многом зависят от качества клинической топографии, предназначенной для точного наведения пучка излучения на планируемый объем облучения. Ошибка в точности наведения пучка излучения допускается не более 2% [9].

Происходит техническое переоснащение отделений лучевой терапии, связанное с использованием линейных ускорителей и комплексов пространственного дозового планирования лучевой терапии, включая компьютерные системы для объемного трехмерного планирования [1, 2, 12, 13].

Вместе с тем, в обозримом будущем будет применяться и телегамматерапия (<sup>60</sup>Co), так как этот метод лучевой терапии по распределению энергии излучения соответствует большинству клинических ситуаций в радиационной онкологии и более экономичен, чем линейные ускорители [7]. Имеющиеся в Республике Беларусь, в том числе и в радиологическом отделении УОЗ «Гродненская областная клиническая больница», аппараты для телегамматерапии оснащены компьютерными программами «Празур» и «Гаммаплан» двумерного планирования. Однако вышеуказанные компьютерные системы планирования облучения (КСПО) не предусматривают непосредственное введение цифровых копий диагностических изображений в рабочую станцию КСПО, что вызывает необходимость манипуляций, связанных с изготовлением «твердых» копий изображений и использованием дигитайзера.

**Материал и методы**

Расчет дозового распределения при телегамматерапии проводился на программно-аппаратном комплексе «Празур». Использовался для оптими-

зации планирования телегамматерапии программный модуль «Tracer», разработанный на курсе лучевой диагностики и лучевой терапии ГрГМУ.

Проведены наблюдения за оценкой топографических параметров опухоли и здоровых тканей при КТ у 51 больного раком гортани и глотки. У 25 больных был рак гортани (49,0%), у 15 (29,4%) больных – рак гортанной части глотки, у 11 (21,6%) – рак ротоглотки. Преобладала распространенность первичной опухоли T<sub>3</sub> и T<sub>4</sub> – 31 больной (60,8%). Метастатическое поражение шейных лимфатических узлов было отмечено в 26 случаях (51,0%).

Диагноз морфологически верифицирован. Все больные – мужчины. Возраст от 40 до 80 лет. Всем больным проведено клиническое обследование, ларинго- и фарингоскопия, компьютерная томография (КТ), сонография шеи. КТ проводилась на рентгеновском компьютерном томографе «Somatom-ARC» по общепринятой методике. УЗИ (ультразвуковое исследование) шейных лимфатических узлов выполнялось методом двумерной сонографии детектором с частотой 7,5 МГц.

**Результаты и обсуждение**

Одним из первых моментов подготовки к лучевой терапии с помощью КСПО является определение контуров основных анатомических и патологических образований. Кроме того, особое внимание уделяется степени интеграции составляющих КСПО, поскольку это отражается на точности расчета.

На курсе лучевой диагностики ГрГМУ было разработано программное обеспечение «Tracer», позволяющее на основе цифровых изображений производить расчет дозного распределения на уровне конформной лучевой терапии (рис. 1). Имеющееся КСПО «Празур» в радиологическом отделении УОЗ «Гродненская областная клиническая больница» исходно является неинтегрированной

системой из-за отсутствия единого формата используемых данных. Одна лишь система перевода цифровой копии компьютерной томограммы в пленочную форму формата 35 мм для проецирования отмасштабированного изображения на дигитайзер приводит к неизбежным высоким погрешностям. Созданный программный модуль "Tracer" обеспечивает непосредственное введение цифровых копий с компьютерного томографа "Somatom - ARC" в КСПО "Празур".

Данная технология повышает точность передачи и использования КТ-изображения в компьютерной системе планирования облучения, поскольку устраняются дополнительные этапы передачи КТ-изображения: 1) увеличение компьютерно-томографического снимка в натуральную величину с помощью фотоувеличителя или диапроектора; 2) передача полученного изображения с использованием дигитайзера.

Применение дигитайзера не позволяет передать все детали КТ-изображения, а только контуры опухоли и основные критические структуры здоровых тканей.

При оценке новой системы ввода КТ-изображения было установлено полное соответствие геометрических параметров переданного в КСПО КТ-изображения с КТ-изображением, полученным непосредственно на компьютерном томографе. Это гарантирует качество данного этапа планирования и высокую точность геометрических параметров исследуемых структур, присущих КТ (не < 1 мм) [5].

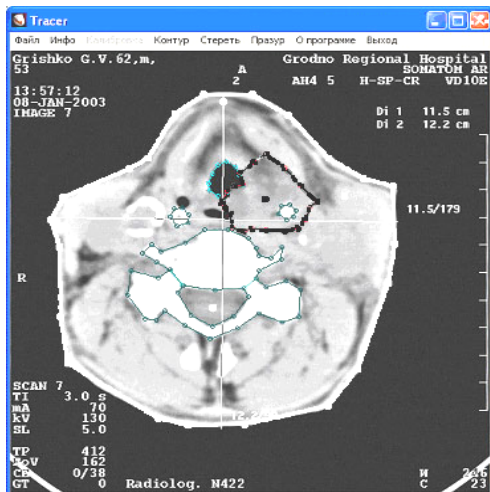


Рис. 1. Программа "Tracer" для создания контуров на компьютерной томограмме для расчета дозного распределения.

Основной проблемой на сегодняшний день является отсутствие математических алгоритмов, позволяющих в автоматическом режиме детектировать контуры на диагностических изображениях с высокой степенью точности. Это связано как с индивидуальными топографическими особенностями пациента, так и с ограничениями самих методов лучевой диагностики по тканевой разрешающей способности. Более того, дифференцировка

степени инфильтрации злокачественных образований по диагностическим изображениям затруднена в большинстве случаев. Данные условия предполагают использование комплексных систем, включая комплексные лучевые исследования с созданием контурных изображений в ручном или полуавтоматическом режимах.

Сложность анатомического строения структур при диагностике и планировании телегамматерапии у больных раком гортани и глотки приобретает особое значение для комплексной лучевой диагностики, необходимой для планирования специального лечения.

Одним из основных этапов предлучевой подготовки является детальная оценка опухолевого роста, подразумевающая размеры, степень инвазии, поражение регионарных лимфатических узлов.

Переход от стандартных рентгенологических исследований к сложным диагностическим комплексам, включающим высокотехнологичные методы лучевой диагностики КТ, УЗИ, МРТ (магнитно-резонансную томографию), ПЭТ (позитронную эмиссионную компьютерную томографию), создал условия для более точной оценки опухолевого роста. Одновременно возникают проблемы с выбором метода исследования для получения необходимой и достаточной информации для планирования лучевой терапии. Это обстоятельство делает актуальным поиск наиболее адекватных методов лучевой диагностики для определения топометрических параметров опухоли и здоровых тканей [11].

Данное положение может быть проиллюстрировано на примере диагностики злокачественных новообразований гортани и глотки, характеризующихся сложностью анатомического строения структур и неудовлетворительной тканевой дифференцировкой по данным диагностических изображений.

При КТ у наблюдаемого контингента пациентов установлена степень инфильтрации опухоли в окружающие ткани (n=23, 45,1%), что не было выявлено при других способах визуализации (ларинго- и фарингоскопия, УЗИ, рентгенография). КТ во всех случаях позволила определить точные геометрические параметры здоровых тканей, включая критические структуры (кожу, спинной мозг, хрящи гортани). Метастазы в лимфатические узлы шеи пальпаторно, УЗИ и КТ установлены у 26 больных (51,0%). При КТ установлены признаки метастатического поражения лимфатических узлов у 15 больных (29%), при УЗИ – у 26 больных (51,0%), пальпаторно – у 20 больных (39,2%). По этому показателю КТ существенно уступала УЗИ (p<0,05). Это обстоятельство связано с трудностью дифференцировки ввиду близкого коэффициента абсорбции рентгеновского излучения лимфатическими узлами, мышцами и сосудами шеи при КТ без усиления контрастными средствами.

Данные сравнительной характеристики методов лучевой диагностики по выявляемости основных морфологических характеристик онкологических

заболеваний гортани и глотки позволили определить комплекс инструментальных исследований, необходимых для планирования лучевой терапии (рис. 2)

При аналогичном анализе ценности диагностических методов для характеристики опухолевых процессов других локализаций (средостение, малый таз и т.д.), изменения в схеме обследования носили принципиальный характер [6, 8, 14].

**Заключение**

Предложена новая программа ввода цифровых копий компьютерных томограмм в компьютерную систему планирования облучения "Празур" для телегамматерапии. Указанная программа повышает точность передачи и использования компьютерно-томографического изображения, поскольку устраняются дополнительные этапы передачи изображения в компьютерную программу планирования облучения. Предложен комплекс инструментальных исследований для планирования лучевой терапии у больных раком гортани и глотки, включающий лучевые исследования: компьютерную томографию и сонографию. Комплексные лучевые исследования повышают информативность подготовки к планированию лучевой терапии. Так, компьютерная томография дает более точную топометрическую информацию о первичном опухолевом очаге, а сонография – о состоянии лимфатических узлов шеи.

**Литература**

1. Бойко А.В., Дарьялова С.Л., Черниченко А.В. Эволюция идеологии лучевой терапии на основе ее коренного технического перевооружения // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2006. – Т. 51. - №1. – С.46-53.
2. А.Браме. Последние достижения в оптимизации планирования и проведения лучевой терапии // Медицинская радиология и радиационная безопасность. - 1995. - Т. 40. - № 5. - С. 70-81.
3. Волков В.Н., Колодко В.Н., Овчинников В.А. "Программный модуль для планирования ЛТ больных раком гортани и глотки", ГОКБ, рац. предложение №2466 от 27.11.2003.
4. Волков В.Н., Серова Н.С., Овчинников В.А. "Способ оптимизации дозового распределения при телегамматерапии рака шейки матки", ГОКБ рац. предложение №2523 от 15.02.2004.
5. Габуня Р.И., Колесникова Е.К. Компьютерная томография в клинической практике. – М.: Медицина, 1996. – 352 с.
6. Ловягин Е. В., Митрофанов Н. А. Компьютерная и магнитно-резонансная томографии в стадировании рака легкого // Вопросы онкологии, 2002, Т.48. - № 6. - С.656-660.
7. Лучевая терапия рака. Практическое руководство. ВОЗ. – М.: Медицина, 2000. – 338 с.
8. Овчинников В.А., Шапоров И.Н., Довнар О.С. Зависимость результатов лучевой терапии рака легкого от возможностей рентгенологической визуализации опухоли // Материалы V съезда специалистов лучевой диагностики Республики Беларусь "Лучевая диагностика: настоящее и будущее" / Под ред А.Н.Михайлова. – Гомель, 2005. – С. 22-25.



Рис. 2. Схема инструментальных исследований при опухолях гортани и глотки

9. Пышняк В.Л. Вычисление дозы и мониторинговых единиц в пучках фотонов высокой энергии // Модернизация ядерной медицины. – Минск, БелЦНМИ. – 2000. – С.15-19.
- 10.Тарутин И.Г., Нетецкий Ю.В., Страх А.Г. Трехмерное планирование дистанционного облучения и пути его реализации // Новые технологии в клинической онкологии. Минск, НИИ-ОМР. – 1999. – С.99-109.
- 11.Allen A.M., Siracuse K.M., Hagman I.A, Balter I.M. Evaluation of the influence of breathing on the movement of lung tumors // Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. – 2004. – Vol.58 – № 4. – P.1251-1257.
- 12.Siochi R. Alfredo C., Celi J.C. IMRT Basics // Сборник науч. трудов "Здоровье – системное качество человека". – Ставрополь. – 1999. – С. 230-231.
- 13.Tibiana M., Eschwege F. Intensity modulated radiotherapy // Acta Oncol. – 2000. – № 39. – Vol. 5. – P. 555-567.
- 14.Yang DM, Jung DH, Kim H, Kang JH, Kim SH, Kim JH, Hwang HY. Retroperitoneal cystic masses: CT, clinical, and pathologic findings and literature review. // Radiographics. – 2004. – Vol. 24. – № 5. – P. 1353-1365.

**Resume**

COMPUTER OPTIMIZATION OF EXTERNAL GAMMA PHOTON THERAPY

V. A. Ovchinnikov, V. N. Volkov, V. N. Kolodko  
Grodno State Medical University  
Grodno Regional Clinical Hospital

A new program of digital repetitions input of computerized tomograms in computer system of irradiation planning «Prazur» for external gamma photon therapy is offered. The specified program increases the accuracy of transfer and use of computerized tomography images as additional stages of transfer of the image in the computer program of irradiation planning are eliminated. The complex of instrumental examinations for planning radiotherapy for patients with cancer of larynx and pharynx including radiological examinations: a computer tomography and ultrasound. Complex radiological examinations improve information preparations for planning radiotherapy. So, the computer tomography gives more exact information about the primary tumor, and ultrasound - about lymph nodes of neck.

Поступила 27.04.06