

УДК [621.384.64:539.1.089.6]: 615.849.1

МАКСИМ НИКОЛАЕВИЧ ПЕТКЕВИЧ, ЕГОР ВЛАДИМИРОВИЧ ТИТОВИЧ,
ИГОРЬ ГЕРМАНОВИЧ ТАРУТИН, ГЕОРГИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ ГАЦКЕВИЧ

ГУ «РНПЦ онкологии и медицинской радиологии им. Н. Н. Александрова»,
а/г Лесной, Минский район, Беларусь

ОРГАНИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ ДОЗИМЕТРИЧЕСКОМУ ПЛАНИРОВАНИЮ ДИСТАНЦИОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ФИЗИКОВ И ИНЖЕНЕРОВ РАДИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ ОТДЕЛЕНИЙ В РНПЦ ОМР им. Н. Н. АЛЕКСАНДРОВА

Цель работы. Разработать и внедрить программу обучения медицинских физиков и инженеров отделений лучевой терапии (ЛТ), которая позволит быстро интегрировать новых сотрудников в работу онкологической службы и организовать непрерывное профессиональное обучение инженерных специалистов.

Материалы и методы. Разработана инструкция по типовым операциям персонала отдела по инженерному обеспечению лучевой терапии на русском языке и модульная программа обучения для подготовки специалистов, эксплуатирующих радиотерапевтическое оборудование.

Результаты. Проведено обучение для всех сотрудников отдела по инженерному обеспечению лучевой терапии РНПЦ ОМР им. Н. Н. Александрова в соответствии с их должностными обязанностями и с использованием разработанной инструкции следующим процедурам эксплуатации аппаратов дистанционной лучевой терапии: базовые функции систем планирования Eclipse и MasterPlan, передача данных с компьютерного томографа на сервер, совмещение СТ-изображений с MR-исследованиями (в т. ч. с PET), передача (импорт) данных пациентов в систему планирования Eclipse, создание 3D-планов облучения на системе планирования Eclipse, создание IMRT-планов облучения на системе планирования Eclipse, создание VMAT-планов облучения на системе планирования Eclipse, создание 3D-планов облучения на системе планирования MasterPlan, анализ планов облучения, сопровождение предлучевой подготовки и лечебного процесса на аппаратах лучевой терапии.

Выводы. Введение разработанной инструкции в клиническую практику РНПЦ ОМР им. Н. Н. Александрова позволило упорядочить процесс обучения сотрудников отдела по инженерному обеспечению лучевой терапии и грамотно подойти к оценке знаний, полученных при осуществлении эксплуатации радиотерапевтического оборудования инженерным персоналом.

Ключевые слова: лучевая терапия, дозиметрическое планирование, программа обучения.

В связи с экономическими и другими обстоятельствами в странах бывшего Советского Союза в отделах лучевой терапии наблюдается значительная текучка инженерно-физического персонала [1] (средний возраст сотрудников отдела по инженерному обеспечению лучевой терапии (ЛТ) и медицинских физиков в РНПЦ ОМР им. Н. Н. Александрова составляет 28 лет).

Для обеспечения высокого качества услуг по ЛТ для онкологических пациентов необходимо разработать и внедрить программу обучения медицинских физиков и инженеров, которая позволит быстро интегрировать новых сотрудников в работу отдела и организовать непрерывное профессиональное обучение [2].

© М. Н. Петкевич, Е. В. Титович, И. Г. Тарутин,
Г. В. Гацкевич, 2017

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для обеспечения стандартизации основных процедур дозиметрического планирования дистанционной лучевой терапии, опытными инженерами и медицинскими физиками была разработана и внедрена инструкция по типовым операциям на русском языке РНПЦ ОМР им. Н. Н. Александрова [3, 4]. Составленный документ подробно описывает следующие процедуры дозиметрического планирования дистанционной лучевой терапии:

- базовые функции систем планирования Eclipse и MasterPlan;
- передача данных с компьютерного томографа на сервер;
- совмещение СТ-изображений с MR-исследованиями (в том числе с PET);

- передача (импорт) данных пациентов в систему планирования Eclipse;
- создание 3D-планов облучения на системе планирования Eclipse;
- создание IMRT-планов облучения на системе планирования Eclipse;
- создание VMAT-планов облучения на системе планирования Eclipse;
- создание 3D-планов облучения на системе планирования MasterPlan;
- анализ планов облучения;
- сопровождение предлучевой подготовки и лечебного процесса на аппаратах лучевой терапии;

- верификация лучевой терапии с модуляцией интенсивности (IMRT) и объемно-модулированной ротационной терапии (VMAT) с использованием верификационного фантома Octavius 4D.

Помимо инструкции по типовым процедурам была также разработана модульная программа обучения для подготовки специалистов по отдельным разделам в зависимости от требуемых направлений деятельности. Разработанная программа позволяет эффективно обучать медицинских физиков как без опыта работы, так и физиков, которым требуется повысить уровень знаний по отдельным темам.

Таблица 1

Программа курсов (стажировки) по дозиметрическому планированию современной лучевой терапии

| Название модуля/темы | Рассматриваемые вопросы | Количество дней обучения |
|---|---|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Методология дозиметрического планирования злокачественных новообразований | <ul style="list-style-type: none"> • Понятия и определения, используемые при проведении планирования облучения • Физические аспекты в процессе планирования • Работа с учетом анатомической информации о пациенте • Цели достигаемые в процессе планирования облучения • Методы планирования • Критерии оценки плана облучения пациента | 5 |
| Базовый интерфейс КСПО Eclipse | <ul style="list-style-type: none"> • Инструментарий КСПО Eclipse, необходимый для осуществления планирования облучения по методикам конформной лучевой терапии | 1 |
| Опухоли малого таза 3D | <ul style="list-style-type: none"> • Существующие методики планирования облучения мишеней, локализованных в области малого таза: малый таз, прямая кишка, матка с придатками, предстательная железа | 3 |
| Опухоли брюшной полости 3D | <ul style="list-style-type: none"> • Существующие методики планирования облучения мишеней, локализованных в области брюшной полости: желудок, поджелудочная железа, печень, селезенка | 5 |
| Опухоли грудной клетки 3D | <ul style="list-style-type: none"> • Существующие методики планирования облучения мишеней, локализованных в области грудной клетки: легкие, пищевод, средостение | 5 |
| ЛГР | <ul style="list-style-type: none"> • Существующие методики планирования ЛГР | 3 |
| Опухоли позвонков 3D | <ul style="list-style-type: none"> • Существующие методики планирования облучения позвонков: шейный отдел, грудной отдел, поясничный отдел, крестцовый отдел, копчик | 5 |
| Молочная железа и грудная стенка 3D | <ul style="list-style-type: none"> • Существующие методики планирования облучения молочной железы и грудной стенки | 5 |
| Опухоли головы и шеи 3D | <ul style="list-style-type: none"> • Существующие методики планирования облучения мишеней, локализованных в области головы и шеи: ротовая и носовая полости, глотка, гортань, слюнные железы, шейные лимфоузлы | 5 |
| Опухоли головного мозга 3D | <ul style="list-style-type: none"> • Существующие методики планирования облучения мишеней в головном мозге | 5 |
| Краниоспинальное облучение (КСО)3D | <ul style="list-style-type: none"> • Существующие методики планирования краниоспинального облучения | 3 |
| Лучевая терапия с модуляцией интенсивности (IMRT) | | |
| Продвинутый интерфейс КСПО Eclipse 1 | <ul style="list-style-type: none"> • Инструментарий КСПО «Eclipse», необходимый для осуществления планирования облучения по методикам лучевой терапии с модуляцией интенсивности, включая проведение оптимизации параметров облучения и работу с рассчитанными плотностями потока облучения | 1 |
| Опухоли малого таза IMRT | <ul style="list-style-type: none"> • Существующие методики инверсного планирования облучения мишеней, локализованных в области малого таза: малый таз, предстательная железа | 3 |
| Молочная железа и грудная стенка IMRT | <ul style="list-style-type: none"> • Определение необходимости проведения ЛТМИ планирования при облучении молочной железы • Существующие методики инверсного планирования облучения молочной железы и грудной стенки | 5 |
| Опухоли головного мозга IMRT | <ul style="list-style-type: none"> • Существующие методики планирования облучения мишеней в головном мозге | 3 |
| Опухоли головы и шеи IMRT | <ul style="list-style-type: none"> • Существующие методики планирования облучения мишеней, локализованных в области головы и шеи | 3 |

Окончание таблицы 1

| 1 | 2 | 3 |
|---|--|---|
| Планирование локализаций с разными разовыми дозами | <ul style="list-style-type: none"> • Молочная железа с бустом • Облучение головного мозга с различными разовыми дозами на весь головной мозг и метастазы • Облучение опухолей головы и шеи с разными разовыми дозами на разные очаги | 5 |
| Ротационная лучевая терапия с объемной модуляцией интенсивности (VMAT) | | |
| Продвинутый интерфейс КСПО Eclipse 2 | • Инструментарий КСПО Eclipse, необходимый для осуществления планирования облучения по методикам ротационной лучевой терапии с объемной модуляцией интенсивности, включая проведение оптимизации параметров облучения и работу с рассчитанными плотностями потока облучения, формирование и работа с секторными полями облучения | 1 |
| Опухоли малого таза VMAT | • Существующие методики инверсного планирования облучения мишеней, локализованных в области малого таза, с использованием секторных полей облучения: малый таз, предстательная железа | 3 |
| Опухоли головного мозга VMAT | • Существующие методики инверсного планирования облучения мишеней, локализованных в области головного мозга, с использованием секторных полей облучения | 3 |
| Облучение головного мозга с сохранением гиппокампа VMAT | • Планирование облучения всего головного мозга с сохранением гиппокампа | 3 |
| Стереотаксическая лучевая терапия/ радиохирургия | | |
| Опухоли головного мозга | • Существующие методики прямого и инверсного планирования стереотаксического облучения мишеней в головном мозге, в том числе метастазы | 5 |
| Метастазы печени | • Существующие методики прямого и инверсного планирования стереотаксического облучения мишеней в печени | 5 |

Модульная программа обучения включает изучение методик планирования облучения, практические занятия, рассмотрение фиксирующих устройств, применяемых для различных локализаций, участие в работе радиотерапевтического отделения (симуляция реального пациента с изучаемыми локализациями

новообразований, его укладка в позицию лечения и, непосредственно, процесс его облучения на линейном ускорителе).

Время обучения по отдельным модулям представлено в таблице 2.

Таблица 2

Время обучения по отдельным модулям

| Название модуля | Время обучения |
|--|----------------|
| Стандартная трехмерная конформная лучевая терапия | 9 недель |
| Лучевая терапия с модуляцией интенсивности (IMRT) | 4 недели |
| Ротационная лучевая терапия с объемной модуляцией интенсивности (VMAT) | 2 недели |
| Стереотаксическая лучевая терапия/ радиохирургия | 2 недели |

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведено обучение для всех сотрудников отдела по инженерному обеспечению лучевой терапии в соответствии с их должностными инструкциями с использованием разработанной инструкции. С 2016 года каждый новый медицинский физик проходит углубленное обучение и допускается к созданию сложных планов облучения только после проверки его знаний на основе критериев, изложенных в инструкции. Старшие медицинские физики проверяют все результаты его работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Тарутин И. Г.* Применение линейных ускорителей электронов в высокотехнологичной лучевой терапии / И. Г. Тарутин, Е.В. Титович. — Минск : Беларуская навука, 2015. — 175 с.
2. *Лучевая терапия* : учебник / Г. Е. Труфанов [и др.] ; под ред. Г. Е. Труфанова. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012. — 208 с.
3. *Khan F. M.* The Physics of Radiation Therapy / F. M. Khan. — 4th ed. — Philadelphia : Lippincott Williams & Wilkins, 2014. — 624 p.
4. *Transition from 2-D Radiotherapy to 3-D Conformal and Intensity Modulated Radiotherapy*: IAEA-TECDOC-1588 / Intern. Atomic Energy Agency. — Vienna, 2008. — 68 p.

ВЫВОДЫ

Введение разработанной инструкции в клиническую практику РНПЦ ОМР им. Н. Н. Александрова помогло упорядочить процесс обучения молодых сотрудников отдела по инженерному обеспечению лучевой терапии и более разумно подойти к оценке полученных ими знаний. Стандартизация планирования лечения и процедур лучевой терапии положительно влияет на качество медицинских услуг для пациентов, страдающих онкологическими заболеваниями.

Статья поступила в редакцию 26.05.2017.

М. М. ПЕТКЕВИЧ, Є. В. ТИТОВИЧ, І. Г. ТАРУТІН, Г. В. ГАЦКЕВИЧ

*ДУ «РНПЦ онкології та медичної радіології ім. М. М. Александрова»,
а/г Лісовий, Мінський район, Білорусь*

**ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ ДОЗИМЕТРИЧНОГО ПЛАНУВАННЯ
ДИСТАНЦІЙНОГО ОПРОМІНЕННЯ ДЛЯ МЕДИЧНИХ ФІЗИКІВ
І ІНЖЕНЕРІВ РАДІОТЕРАПЕВТИЧНИХ ВІДДІЛЕНЬ
У РНПЦ ОМР ім. М. М. АЛЕКСАНДРОВА**

Мета роботи. Розробити і впровадити програму навчання медичних фізиків і інженерів відділень променевої терапії, яка дозволить швидко інтегрувати нових співробітників в роботу онкологічної служби і організувати безперервне професійне навчання інженерних фахівців.

Матеріали і методи. Розроблено інструкцію щодо типових операцій персоналу відділу щодо інженерного забезпечення променевої терапії російською мовою і модульну програму навчання для підготовки фахівців, що експлуатують радіотерапевтичне обладнання.

Результати. Проведено навчання для всіх співробітників відділу з інженерного забезпечення променевої терапії РНПЦ ОМР ім. М. М. Александрова відповідно до їх посадових обов'язків і з використанням розробленої інструкції наступних процедур експлуатації апаратів дистанційної променевої терапії: базові функції систем планування Eclipse і MasterPlan, передача даних з комп'ютерного томографа на сервер, поєднання СТ-зображень з MR-дослідженнями (в тому числі з PET), передача (імпорт) даних пацієнтів у систему планування Eclipse, створення 3D-планів опромінення на системі планування Eclipse, створення IMRT-планів опромінення на системі планування Eclipse, створення 3D-планів опромінення на системі планування MasterPlan, аналіз планів опромінення, супровід передпроменевої підготовки та лікувального процесу на апаратах променевої терапії.

Висновки. Впровадження розробленої інструкції в клінічну практику РНПЦ ОМР ім. М. М. Александрова дозволило впорядкувати процес навчання співробітників відділу з інженерного забезпечення променевої терапії і грамотно підійти до оцінки знань, отриманих при здійсненні експлуатації радіотерапевтичного обладнання інженерним персоналом.

Ключові слова: променева терапія, дозиметричне планування, програма навчання.

М. М. PIATKEVICH, E. V. TITOVICH, I. G. TARUTIN, H. V. HATSKEVICH

N. N. Alexandrov National Cancer Center of Belarus, a/g Lesnoy, Minsk region, Belarus

**ORGANIZATION OF TELE THERAPY TREATMENT PLANNING TRAINING PROCESS
FOR MEDICAL PHYSICISTS AND ENGINEERS OF RADIOTHERAPY DEPARTMENTS
AT N.N. ALEXANDROV NATIONAL CANCER CENTRE OF BELARUS**

Purpose. To develop and implement a training program for medical physicists and engineers of radiotherapy departments that makes it possible to quickly integrate new employees into the working process of the oncological dispensary and organize continuous professional training of engineering specialists.

Materials and methods. The instruction on standard operations of the personnel of the Radiotherapy engineering and medical physics department in Russian and an educational program for the training of specialists that are operating radiotherapy equipment have been developed.

Outcomes. Training was provided for all employees of the Radiotherapy engineering and medical physics department of the N.N. Alexandrov NCCB in accordance with their job duties. The developed instruction describes the following procedures for the operation of equipment for radiation therapy: CT and PET images registration procedure, analysis of the treatment planning statistics, import of the patient data to the Eclipse TPS, patient data transfer from CT to the dedicated data server, CT and MRI images registration procedure, 3D treatment planning using MasterPlan TPS, 3D treatment planning using Eclipse TPS, IMRT and VMAT verification using EPID, IMRT and VMAT verification using Octavius 4D, EPID calibrations, IMRT treatment planning using Eclipse TPS, VMAT treatment planning using Eclipse TPS.

Conclusions. Introduction of the developed instruction in the clinical practice of N.N. Alexandrov NCCB made it possible to streamline the process of training the staff of the Radiotherapy engineering and medical physics department and to competently approach the evaluation of the knowledge acquired by the personnel that is operating of the radiotherapy equipment.

Keywords: radiation therapy, treatment planning, training program.

Контактная информация:

Гацкевич Георгий Владимирович
ведущий инженер отдела инженерного обеспечения лучевой терапии
РНПЦ онкологии и медицинской радиологии им. Н. Н. Александрова
а/г Лесной, Минский р-н, Беларусь
тел. раб. +375 (17) 265-42-95
e-mail: hatsckevich@front.ru