

Машковцев К.А.<sup>1</sup>, Петренева Э.А.<sup>1</sup>

## Опыт применения ПЭТ/КТ при планировании лучевой терапии в онкогинекологии

<sup>1</sup> ГАУЗ Свердловской области «Свердловский областной онкологический диспансер», г. Екатеринбург

Mashkovtsev K.A., Petreneva E.A.

### Experience in the use of PET/CT in radiation treatment planning in gynecological oncology

#### Резюме

В статье представлены результаты применения ПЭТ/КТ при планировании лучевой терапии у больных раком шейки матки и раком яичников. Обозначено, что совмещение данных ПЭТ и КТ позволяет более точно определять облучаемый объем опухолевой ткани, а применение современных методик лучевой терапии (IMRT/VIMAT) способствует улучшению результатов лечения за счет возможности подведения более высоких доз и снижению лучевой нагрузки на критические структуры.

**Ключевые слова:** ПЭТ/КТ, фтордезоксиглюкоза, лучевая терапия, рак яичников, рак шейки матки

#### Summary

The article presents the results of the use of PET / CT in planning radiation therapy in patients with cervical cancer and ovarian cancer. It is indicated that the combination of PET and CT data allows a more accurate determination of the irradiated volume of tumor tissue, and the use of modern methods of radiation therapy (IMRT / VIMAT) contributes to the improvement of treatment results due to the possibility of delivering higher doses and reducing radiation load on critical structures.

**Keywords:** PET / CT, fluorodeoxyglucose radiation therapy, ovarian cancer, cervical cancer

#### Введение

Злокачественные новообразования гинекологического профиля занимают второе место в структуре онкологической заболеваемости среди женского населения Российской Федерации. В Свердловской области за 2017 год этот показатель составил 17,0% (рак эндометрия - 7,5%, рак шейки матки - 4,9%, рак яичников - 3,8%) [1]. Одним из основных и эффективных методов лечения широкой группы онкогинекологических больных является лучевая терапия. В 2006 году группой экспертов в области ядерной медицины и радиационной онкологии (International Atomic Energy Agency, IAEA) представлены доказательства использования ПЭТ для планирования лучевой терапии [2]. В зарубежных исследованиях показано, что методика визуализации опухоли оказала влияние на планирование лучевой терапии у значительной части пациентов [2-5].

Оптимальный план лучевой терапии позволяет доставить достаточно высокую дозу излучения для достижения длительного локального контроля опухоли, в то же время, получая минимально возможную дозу в ограниченный объем критических нормальных тканей. При этом важным аспектом является точное и одинаково воспроизводимое положение пациента на этапах ПЭТ сканирования, выполнения компьютерной томографии и проведения лучевой терапии.

Значимым аспектом при планировании лучевой терапии является точная визуализация опухоли. Применение комбинированного метода ПЭТ/КТ позволяет определить четкие границы функционально активной опухолевой ткани по концентрации радиофармпрепарата в патологической области накопления [6,7]. В качестве радиофармпрепарата в онкогинекологии используется фтордезоксиглюкоза (FDG) [8,9]. Для оценки эффективности химиолучевой терапии ПЭТ-КТ применяется не ранее 3 месяцев после проведенного лечения [10].

#### Материалы и методы

Комбинированный метод ПЭТ/КТ активно применяется при планировании лучевой терапии во 2-м радиологическом отделении ГАУЗ СО «СООД». Позитронно-эмиссионная томография выполняется в центре ядерной медицины ПЭТ-Технолджи, единственном центре Свердловской области, осуществляющим исследование методами позитронно-эмиссионной томографии.

За 2018 год методика ПЭТ проведена для диагностики 150 первичных случаев рака шейки матки (РШМ). При первичной диагностике пациентов с раком шейки матки, подлежащих лучевой терапии, в 26 случаях (17,3%) выявлены отдаленные метастатические очаги,

что являлось основанием для изменения тактики лечения: пациентам выполнено 3-4 курса неоадьювантной химиотерапии, после чего проведен радикальный курс химиолучевой терапии. В 1 случае (0,7%) при обследовании пациентки был выявлен синхронный процесс в щитовидной железе, по поводу которого произведено оперативное лечение. Лучевая терапия по поводу рака шейки матки стадии IB2-IIIb проведена 123 пациентам (82,0%).

За период 2018 года в клинику поступило 19 пациентов с локальным рецидивом рака яичников, которым была проведена лучевая терапия. Диагноз рецидива был установлен на основании УЗИ, уровня маркера СА-125, а так же подтвержден данными ПЭТ/КТ. Эффективность лучевой терапии оценивалась на основании клинических данных и инструментальных методов исследования (УЗИ, ПЭТ-КТ, МРТ).

## Результаты и обсуждение

При составлении дозиметрического плана первоочередной задачей является определение облучаемого объема. Планирование лучевой терапии с учетом данных ПЭТ осуществляется по четкому алгоритму. На первом этапе, когда данные ПЭТ загружены в планирующую систему, происходит процесс совмещения изображений ПЭТ и разметочного КТ. Совмещение двух изображений (ПЭТ и КТ) может осуществляться как в автоматическом режиме, используя функционал планирующей системы, так и в ручном. Как правило, после автоматического режима производится коррекцию вручную. После чего на основании данных ПЭТ на полученном совмещенном изображении происходит оконтуривание мишеней (рис. 1 — *рисунки к статье см. на специальной цветной вставке в конце журнала — прим. ред.*).

В случаях несоответствия метаболический активного очага и морфологического субстрата, ориентироваться нужно на границы патологического очага на разметочном КТ. При реализации дозиметрического плана облучения, необходимо использовать оборудование и технологии, позволяющие подвести предписанную дозу облучения с высокой точностью. Совмещение данных ПЭТ и КТ по определенному алгоритму позволяет оценить облучаемый объем, снижая при этом лучевую нагрузку на окружающие ткани. В нашей клинике применяется методика VIMAT (volumetric intensity modulated arc therapy) - динамическая объемно-модулированная лучевая терапия с ежедневной корректировкой положения пациента с использованием конусно-лучевого компьютерного томографа (cone beam CT).

На рисунке 2 представлен план лучевой терапии для пациентки с единичным метастатическим очагом опухоли яичника во внутренних подвздошных лимфоузлах справа.

Метастатический депозит был выявлен на ПЭТ/КТ. При составлении плана лечения, в планирующей системе, учитывались данные ПЭТ-КТ. Пациентке был проведен курс дистанционной лучевой терапии

локально на область позитивного очага в лимфоузлах методикой VIMAT. Разовая очаговая доза (РОД) составила 6 Гр, за 5 фракций. В результате проведенного лечения удалось достичь полного регресса опухоли и локального контроля более года. Клинически значимых лучевых реакций не наблюдалось как в процессе проведения лучевой терапии, так и в послелучевом периоде. В онкогинекологической практике методика лучевой терапии VIMAT может быть предложена пациенткам с локальными рецидивами, либо при единичных метастатических очагах злокачественной опухоли шейки матки, эндометрия, яичников. При этом прогрессирование заболевания должно быть подтверждено данными ПЭТ/КТ.

Технология совмещения ПЭТ/КТ использована в 5 случаях (26,3%) локальных рецидивов опухоли яичника, в 4 случаях (21,0%) достигнут полный регресс опухоли по результатам контрольных ПЭТ/КТ исследований.

## Заключение

На сегодняшний день ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ в онкогинекологии является одним из ведущих инструментальных методов диагностики. Данная методика с высокой эффективностью может использоваться для постановки первичного диагноза, оценки эффективности лечения, а также раннего выявления рецидивов. Изображения, полученные методом ПЭТ/КТ, могут быть использованы для планирования лучевой терапии, что позволит более точно визуализировать мишень для лучевой терапии. Используя современные лечебные методики стереотаксической лучевой терапии (IMRT/ VIMAT), возможно подводить более высокие дозы в мишень и уменьшить лучевую нагрузку на критические структуры, тем самым увеличивая эффективность лечения и снижая тяжесть лучевых реакций и риски возможных осложнений.

Проведенный анализ результатов указывает на необходимость использования ПЭТ/КТ при первичной диагностике пациенток с раком шейки матки, подлежащих лучевой терапии (IB2-IIIb), так как полученные данные могут существенно повлиять на выбор стратегии и тактики лечебных мероприятий

Таким образом, использование данных ПЭТ/КТ для планирования лучевой терапии, как показал наш опыт, может существенно улучшить результаты лечения и при этом снизить негативные эффекты лучевой терапии на окружающие ткани. ■

*Машиковцев Кирилл Андреевич, Mashkovtsev K.A., врач-радиотерапевт, врач онколог, заведующий вторым радиологическим отделением ГАУЗ СО «СООД», e-mail: dr.kirilka@mail.ru, 620036, Россия, г. Екатеринбург, Соболева, 29*  
*Петренива Элеонора Александровна, Petreneva E.A., врач-радиотерапевт, врач онколог высшей квалификационной категории второго радиологического отделения ГАУЗ СО «СООД», e-mail: e.petreneva@yandex.ru, 620036, Россия, г. Екатеринбург, Соболева, 29*

**Литература:**

1. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Злокачественные новообразования в России в 2017 году (заболеваемость и смертность). Москва; 2018.
2. *The Role of PET/CT in Radiation Treatment Planning for Cancer Patient Treatment*. IAEA, VIENNA, 2008.
3. G Rockall A., Cross S., Flanagan S., et al. The role of FDG-PET/CT in gynecological cancers. *Cancer Imaging*. 2012; 12: 49-65.
4. Al-Ibraheem A., AlSharif A., Abu-Hinjlih R., et al. Clinical impact of F-FDG PET/CT on the management of gynecologic cancers: one center experience. *Asia Ocean J Nucl Med Biol*. 2019; 7: 4-12.
5. Meregalli S., Guerra L., Zorz A., et al. Intracavitary brachytherapy in cervical carcinoma: the role of F18-FDG PET in treatment planning. *J Nucl. Med. Radiat. Ther*. 2013; 6: 1-5.
6. Рыжкова Д. В., Винокуров В. Л., Павлова В. С., Рогачев М. В. Позитронная эмиссионная томография в онкогинекологии. *Сибирский онкологический журнал*. 2013; 2: 77-82.
7. Ванина Е.А., Молоков А.А., Поликутина М.Н. Применение позитронно-эмиссионной томографии при проведении прецизионной лучевой терапии. *Амурский медицинский журнал. Онкология*. 2013; 1: 39-43.
8. Абашии С.Ю., Анিকেева О.Ю., Головин П.С., Иванов В.В. Клинические аспекты ПЭТ/КТ диагностики опухолей репродуктивной системы. *Онкогинекология*. 2015; 66-74.
9. Аретинский А.В., Терновский С.К. - ПЭТ/КТ С 18F-FDG в уточняющей диагностике рака тела матки. *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. 2018; 20-29.
10. Тарачкова Е.В., Стрельцова О.Н., Ахвердиева Г.И., и др. Методы лучевой диагностики и оценки лечения при раке шейки матки. *Онкогинекология*. 2014; 32-41.
11. Современные возможности медицинской профилактики злокачественных опухолей и ее состояние в г. Екатеринбурге. Берзин С.А., Уральский медицинский журнал. 2008. № 11 (51). С. 30-32.

Машковцев К.А., Петренева Э.А.

Опыт применения ПЭТ/КТ при планировании лучевой терапии в онкогинекологии

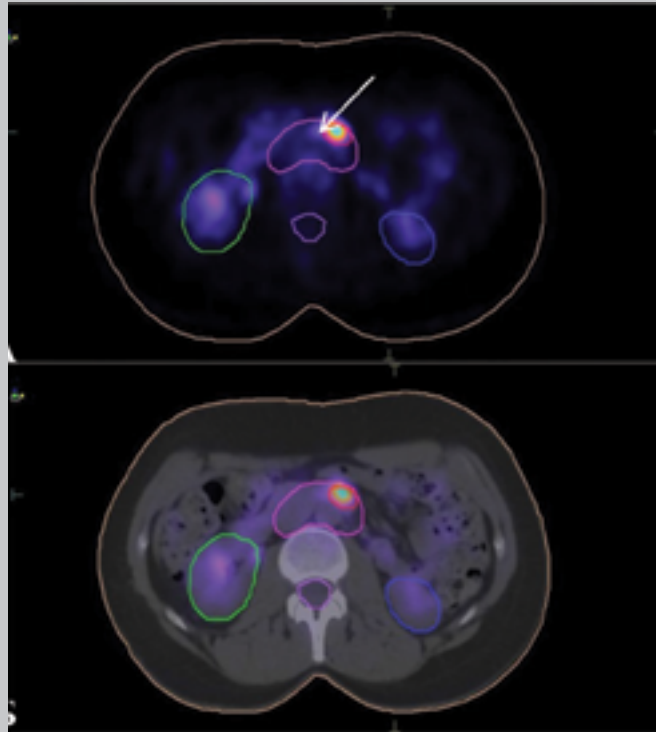


Рис. 1.А, Б. Оконтурирование мишеней и критических структур.

А – изображение ПЭТ: очаг интенсивного накопления РФП в забрюшинном лимфоузле (стрелка). Б – Изображение ПЭТ совмещенное (fusion) с изображением КТ-разметки.

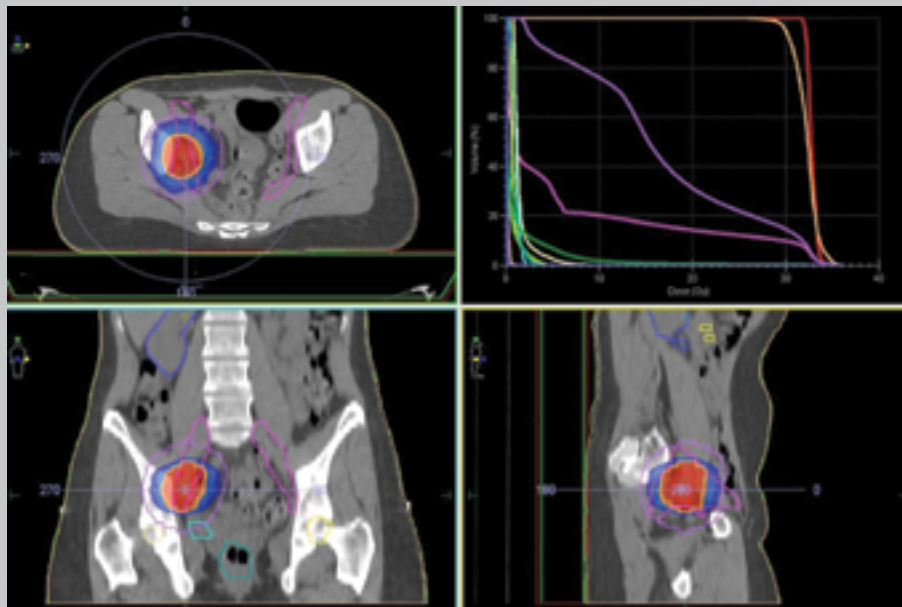


Рис.2. Единичный метастаз во внутренних подвздошных лимфоузлах (стрелка). Методика VIMAT.