

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ RESPIRATORY GATING ДЛЯ ДОЗИМЕТРИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ ОПУХОЛИ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

APPLICATION OF RESPIRATORY GATING SYSTEM FOR DOSIMETRIC PLANNING OF RADIATION THERAPY OF BREAST CANCER

М. С. Майорова, А. И. Капрусынко, В. В. Лойко
М. Mayorava, A. Kaprusynka, V. Loika

*Республиканский научно – практический центр онкологии и медицинской радиологии
им. Н. Н. Александрова, г. Минск, Беларусь
mayorava.maryia@gmail.com
N. N. Alexandrov National Cancer Center of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus*

Точность в лучевой терапии имеет важное значение для проведения дозиметрического планирования и проведения лучевой терапии, которое требует максимально точного определения местонахождения опухоли. Поэтому качество обеспечения систем локализации и позиционирования опухоли имеет решающее значение для точности подведения терапевтической дозы, особенно в соответствии с дыхательным процессом.

Accuracy in radiation therapy is important for dosimetric planning and radiation therapy, which requires the most accurate determination of the location of the tumor. Therefore, the quality of providing systems for localization and positioning of the tumor is crucial for the accuracy of the therapeutic dose, especially in accordance with the respiratory process.

Ключевые слова: лучевая терапия, дозиметрическое планирование, гистограмма доза-объем, опухоль молочной железы.

Key words: radiotherapy, dosimetric planning, dose-volume histogram, breast cancer.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2020-2-121-123>

Так как при облучении опухоли молочной железы, в связи с дыхательным процессом увеличивается погрешность укладки, то применение инструментов фиксации и учета дыхания значительно увеличивает качество лучевой терапии. В данной работе будут исследованы возможности системы Respiratory Gating для дозиметрического планирования лучевой терапии опухоли молочной железы. Рассмотрено влияние лучевой терапии опухоли молочной железы с задержкой дыхания (т.е. на максимальном вдохе) на лучевую нагрузку нормальных органов и тканей. А также рассмотрена лучевая нагрузка на прилежащее легкое, противоположное легкое, сердце и левую переднюю нисходящую артерию (LAD) при расчете различными методами.

Для данного исследования был произведен расчёт планов для реальных пациентов на планирующей системе Eclipse V13.7. Для задержки дыхания использовалась система Respiratory Gating Varian ((RPM) Respiratory Gating). Фиксация пациентов проводилась на подставке (Civco MTTWSS) без маски, с использованием фиксирующего матраса. На рисунке 1 (а, б, в) можно увидеть расположение органов на свободном дыхании и на максимальном вдохе, которое показывает насколько увеличивается легкое, в то время как сердце и LAD отодвигаются от зоны облучения [1]. Так же был разработан способ дозиметрического планирования, который включает в себя совмещение таких методик как 3D-CRT+VMAT.

На рисунке 2 можно наблюдать каким образом можно получить наименьшее распределение низких доз на органы риска. Вариация соотношения частей 3D и VMAT в плане HYBRID позволяет найти оптимум между уменьшением средней дозы и низкой дозы для сердца, легких, здоровой молочной железы и увеличением V20 (объем легких, который получает дозу облучения ≥ 20 Гр) для прилежащего легкого.

Было отобрано 16 пациентов с левосторонней опухолью молочной железы. Все пациенты проходили лучевую терапию с использованием методик VMAT, HYBRID (3DCRT+VMAT) с задержкой дыхания, с использованием системы Respiratory Gating до и во время лечения. Предписанная средняя доза для опухолей составляла 42,56 Гр, 2,66 Гр за фракцию, 5 дней в неделю. Для каждого плана рассчитывалась интегральная гистограмма доза-объем (далее – ГДО) для сердца, прилежащего легкого, противоположного легкого и левой передней нисходящей артерии. Были проанализированы различные методы для снижения вероятности риска повреждения тканей (такие методики как, VMAT, HYBRID (3DCRT+VMAT)).

Оценка дозовых нагрузок производилась по следующим констрейнам: средняя доза на легкое ≤ 13.5 Гр, V20 (объем легкого, который получает дозу ≥ 20 Гр) $\leq 30\%$, V15 $\leq 35\%$, V10 $\leq 40\%$, V5 $\leq 55\%$; сердце (средняя доза ≤ 5 Гр, V10 ≤ 25 Гр). Так же оценивались нагрузки на противоположное лёгкое, LAD [2,3].

Для 16 пациентов с левосторонней опухолью молочной железы, на планирующей системе Eclipse v.13.7 Varian System, были рассчитаны дозиметрические планы методиками VMAT, HYBRID (3DCRT+VMAT). На основе проанализированных данных, можно отметить преимущество методики HYBRID (3DCRT+VMAT), что следует из таблицы.

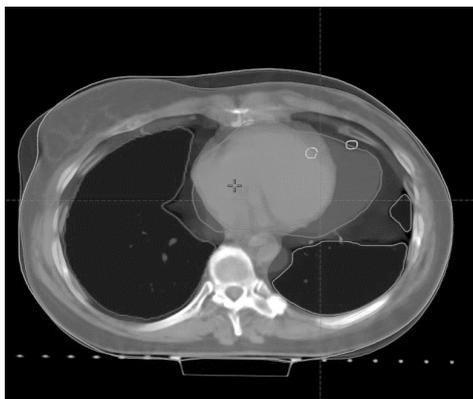


Рисунок 1а. - Изображение органов на свободном дыхании и на максимальном вдохе в аксиальной плоскости.

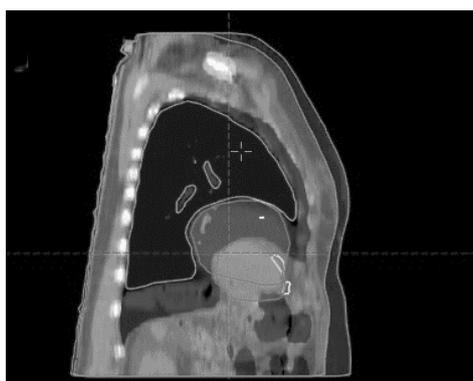


Рисунок 1б. - Изображение органов на свободном дыхании и на максимальном вдохе в сагиттальной плоскости.



Рисунок 1в. - Изображение органов на свободном дыхании и на максимальном вдохе в фронтальной плоскости.

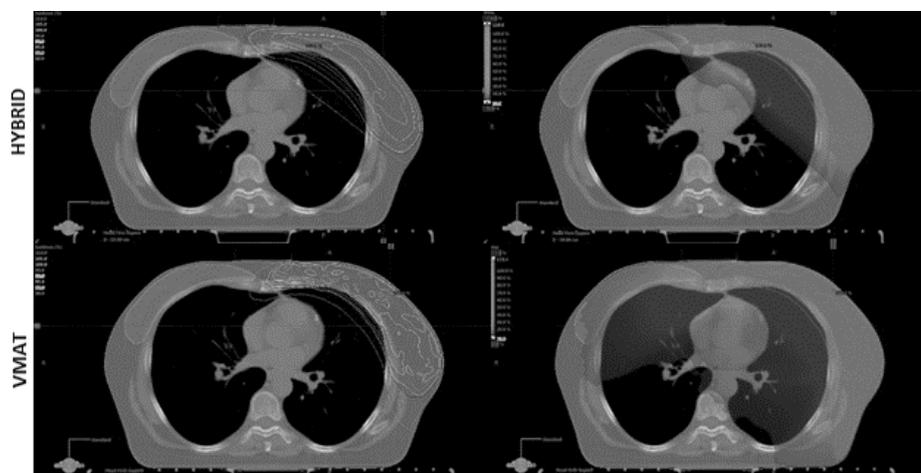


Рисунок 2 – Сравнение распределения дозы в планах с использованием VMAT и HYBRID.

Таблица – Сравнительная характеристика лучевой нагрузки на органы риска

		Прилежащее легкое	Сердце	Противолежащее легкое	LAD	Противолежащая молочная железа
Средняя доза, Гр	VMAT	10.8	7.1	4.5	5.7	5.3
	HYBRID	10.6	3.9	2.4	5.2	5.2
V20%	VMAT	15.9				
	HYBRID	18.5				
V15%	VMAT	24.9				
	HYBRID	22.7				
V10%	VMAT	41.5				
	HYBRID	29.3				
V5%	VMAT	65.3				
	HYBRID	48.2				

Так как данная версия Eclipse 13.7 не поддерживает использование запаса на дыхание при планировании методики VMAT, поэтому всех пациентов необходимо облучать либо методикой 3D, либо IMRT.

Прогресс в отношении учета дыхания пациента позволяет избежать дополнительных погрешностей при проведении лучевой терапии, а предсказания радиационно-индуцированных повреждений органов риска требуют дальнейшего исследования. Изучение радиационно-индуцированных повреждений органов риска осложняется использованием при оценке последствий облучения неоднозначных результатов. Поскольку каждая вероятность повреждений может иметь различную зависимость доза/объем, этот подход может быть контрпродуктивным. Поэтому, рекомендуется, чтобы дальнейшее изучение повреждений сердца рассматривало симптоматические, функциональные и рентгенологические вероятности повреждений отдельно.

В данный момент на базе РНПЦ ОМР им. Н. Н. Александрова при проведении лучевой терапии левосторонней опухоли молочной железы используется система Respiratory Gating, что позволяет в большинстве случаев обеспечить удовлетворимую лучевую нагрузку на здоровые органы и ткани. Так же методика облучения на задержке дыхания позволяет использовать такой режим облучения, как VMAT, что позволяет сократить время лечения пациентов. Мы можем рассматривать также новые гибридные методики, которые позволят улучшить результаты лучевой нагрузки на органы риска. Исходя из полученных данных видно, что применение VMAT методики значительно хуже для органов риска для данной локализации, в сравнении с методикой HYBRID (3D+VMAT). Комбинация двух методик планирования 3D и VMAT вместе с задержкой дыхания могут позволить быстро и гибко подбирать оптимум между дозой на критические органы и конформностью плана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Evaluation of the new respiratory gating system. Chengyu Shi Xiaoli Tang Maria Chan Memorial Sloan-Kettering Cancer Center, New York City, New York, USA.
2. Respiratory motion of the heart and positional reproducibility under active breathing control. Reshma Jagsi, MD, DPhil, Jean M. Moran, PhD, Marc L. Kessler, PhD, Robin B. Marsh, CMD, James M. Balter, PhD, and Lori J. Pierce, MD University of Michigan Department of Radiation Oncology.
3. Radiation dose volume effects in the lung. Lawrence B. Marks, M.D., Soren M. Bentzen, D.Sc., Joseph O. Deasy, Ph.D., Feng-Ming (Spring) Kong, M.D., Ph.D., Jeffrey D. Bradley, M.D., Ivan S. Vogelius, Ph.D., Issam El Naqa, Ph.D., Jessica L. Hubbs, M.S., Joos V. Lebesque, M.D., Ph.D., Robert D. Timmerman, M.D., Mary K. Martel, Ph.D., and Andrew Jackson, Ph.D.

ГЕРОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

GERONTOLOGICAL DISEASES IN THE TERRITORY OF BELARUS

Д. А. Макаревич, А. Г. Чернецкая

D. Makarevich, A. Chernetskaya

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А.Д. Сахарова, БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь
dasha.makarevich.98@mail.ru*

Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

Старение – закономерный биологический процесс, неизбежно развивающийся с возрастом, характеризуется постепенным снижением приспособительных возможностей организма и увеличением вероятности смерти. В статье проводится оценка состояния здоровья населения старше трудоспособного возраста Беларуси и города Минска по данным медицинской статистики.