

А. В. Трофимов

ГУ «Институт медицинской радиологии им. С. П. Григорьева НАМН Украины», Харьков

ОЦЕНКА СМЕЩЕНИЯ ПЛАНИРУЕМЫХ ОБЪЕМОВ ОБЛУЧЕНИЯ ПРИ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ ОПУХОЛЕЙ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

При лучевой терапии больных раком предстательной железы может возникнуть повышенная лучевая нагрузка на окружающие критические органы и ткани вследствие ее смещения в малом тазу, происходящее из-за изменения объема мочевого пузыря. Для улучшения качества лечения предлагается определять смещение путем ультразвукового исследования перед каждым сеансом лучевой терапии с последующей коррекцией положения объема облучения.

Ключевые слова: лучевая терапия, рак предстательной железы, объем облучения, смещение предстательной железы, объем мочевого пузыря.

Під час променевої терапії хворих на рак передміхурової залози може виникати підвищене променеве навантаження на довоколишні критичні органи і тканини внаслідок її зсуву в малому тазі, яке відбувається через зміни об'єму сечового міхура. Для поліпшення якості лікування пропонується визначати зсув шляхом ультразвукового дослідження перед кожним сеансом променевої терапії з подальшою корекцією положення об'єму опромінення.

Ключові слова: променева терапія, рак передміхурової залози, об'єм опромінення, зсув передміхурової залози, об'єм сечового міхура.

Assessment of shifting of planned radiation dose by radiation therapy of prostate gland tumor

There can be increased radiation exposure on surrounding critical organs and tissues when undergoing radiation therapy sessions of patients with prostate cancer due to movement of prostate gland which at the same time is caused by changes in bladder volume. In order to improve treatment quality its proposed to define displacement with ultrasound before each radiation therapy session with further correction of target volume location.

Key words: radiation therapy, prostate cancer, target volume, prostate displacement, bladder volume.

Рак предстательной железы (РПЖ) — часто встречающееся онкологическое заболевание, которое имеет высокие темпы роста частоты показателей смертности. В наше время лучевая терапия является одним из основных методов лечения данной патологии независимо от стадии заболевания. Однако она сопровождается большим риском возникновения лучевых повреждений прилежащих к предстательной железе здоровых органов и тканей. Предстательная железа, как известно, может свободно смещаться относительно костей малого таза. Исследования авторов показали, что причиной этого может являться смещение органов малого таза и, в частности, изменение объема мочевого пузыря [1], в результате чего происходит сдвиг объема облучения относительно фактического расположения патологической зоны при разном объеме мочевого пузыря. Это сказывается на контроле опухоли и может привести к осложнениям в здоровых органах и тканях. Неизменность положения органа-мишени и органов риска является важным принципом лучевой терапии опухолей данной локализации. При использовании таких методов, как КТ и МРТ-исследования, отмечалось, что предстательная железа смещалась в переднезаднем и краниальнокаудальном направлениях при изменении объема органов малого таза [2]. Однако, несмотря на информативность данных методов визуализации, они проводятся в сжатые сроки и только перед этапом планирования лучевой терапии, что может повлиять на качество лечения пациента. Кроме вышеперечисленных методов сегодня применяются другие методы визуализации

предстательной железы: компьютерная томография коническим пучком [3] и имплантация в предстательную железу специальных маркеров с их последующей визуализацией посредством мегавольтных или киловольтных методик получения изображений [4]. Недостатком этих методов является их дороговизна или полное отсутствие в техническом арсенале лечебного учреждения. Поэтому, на наш взгляд, оптимальным методом является ультразвуковое исследование, преимуществом которого есть доступность, неинвазивность и, самое главное, ежедневная воспроизводимость. В данной работе было проведено исследование влияния наполненности мочевого пузыря на соответствие объема облучения объему мишени и планируемого объема риска при ежедневных сеансах лучевой терапии.

Целью данной работы являлось определение смещения предстательной железы относительно органов малого таза в зависимости от наполненности мочевого пузыря на основании данных ультразвукового исследования и компьютерной томографии с последующей ежедневной коррекцией положения объема облучения.

Исследование проводилось под контролем комитета по биоэтике ГУ «Институт медицинской радиологии им. С. П. Григорьева НАМН Украины». Анализ смещения объема мишени в результате наполненности мочевого пузыря проводился у 11 пациентов с раком простаты I–III стадии с различными вариантами критериев T и N в возрасте от 46 до 63 лет, которые проходили подготовку к лучевой терапии в ГУ «Институт медицинской радиологии им. С. П. Григорьева НАМН

України» с 01.06.13 г. по 01.12.13 г. Первичная симуляция пациентов осуществлялась на компьютерном томографе Toshiba Aquilion 16 с шагом спирали 2,0 мм, без контрастного усиления, с плоской декой стола, в позе укладки на спине, с опорожненной прямой кишкой, с полностью наполненным мочевым пузырем и после его опорожнения (рис. 1).

Кроме этого, непосредственно после каждого сканирования, не меняя положения пациента на столе компьютерного томографа, проводилось измерение объема мочевого пузыря, ультразвуковое исследование органов малого таза на аппарате Toshiba Xario, при котором определялся объем мочевого пузыря пациента. Все данные вносились в планирующую систему TPS «Eclipse» версия 8,8. Оконтуривание объемов облучения и критических органов происходило с учетом полученных результатов исследований. По данным топометрического КТ определялся объем мочевого пузыря до и после опорожнения у каждого пациента (данные объема соотносились с ультразвуковым исследованием при первичном сканировании пациента). За референсное изображение было принято КТ-исследование при полном наполнении мочевого пузыря. Первично было проведено измерение смещения предстательной железы на контрольном изображении (при опорожненном мочевом пузыре) по отношению к референсному изображению (полный мочевой пузырь) с использованием дополнительных опций TPS «Eclipse». Ежедневный контроль объема содержимого мочевого пузыря проводился непосредственно перед сеансами лечения с помощью ультразвукового исследования на аппарате Toshiba Xario конвексным датчиком с частотой 3,5 МГц. Датчик располагался по срединной линии над лобковым симфизом в вертикальном и горизонтальном положениях для определения его объема. Таким образом определялась ширина, длина, краниокаудальный диаметр (высота) мочевого пузыря и, соответственно, его объем (рис. 2).

После обработки этих данных определялась величина смещения предстательной железы и, как следствие, соответствие объема облучения и планируемого объема риска. Далее, при расхождениях данных проводилась их корректировка на планирующей системе путем переноса объема облучения на необходимую величину в трех плоскостях.

Результаты исследования. По данным топометрического КТ, для каждого пациента был определен объем полного и опорожненного мочевого пузыря

(табл. 1). За референсный набор сканов принимали КТ-исследование с полным мочевым пузырем.

В процессе исследования было определено, что из-за изменения объема мочевого пузыря не происходит изменения объемов других органов, они лишь смещаются. Объем предстательной железы также не изменялся, однако происходило ее смещение в малом тазу в трех плоскостях.

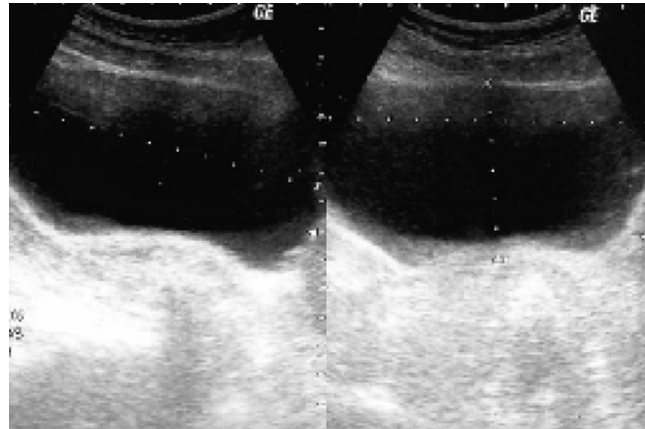


Рис. 2. Расчет объема мочевого пузыря при ультразвуковом исследовании

Таблица 1

Объемы полного, пустого мочевого пузыря и предстательной железы у каждого пациента из исследуемой группы

Пациент	Объем		
	полного мочевого пузыря, см ³	пустого мочевого пузыря, см ³	предстательной железы, см ³
1	535,6	124,3	19,8
2	438,4	98,6	33,1
3	169,6	45,3	34,2
4	401,8	101,4	18,6
5	324,4	132,2	44,3
6	188,6	51,8	28,7
7	589,3	189,3	23,2
8	364,8	111,3	34,6
9	321,3	116,8	30,8
10	455,7	151,6	27,3
11	501,8	178,4	19,6

Оценка смещения предстательной железы проводилась путем наложения на референсный набор КТ-сканов при полном мочевом пузыре, проведенных после его опорожнения. Соответственно положение

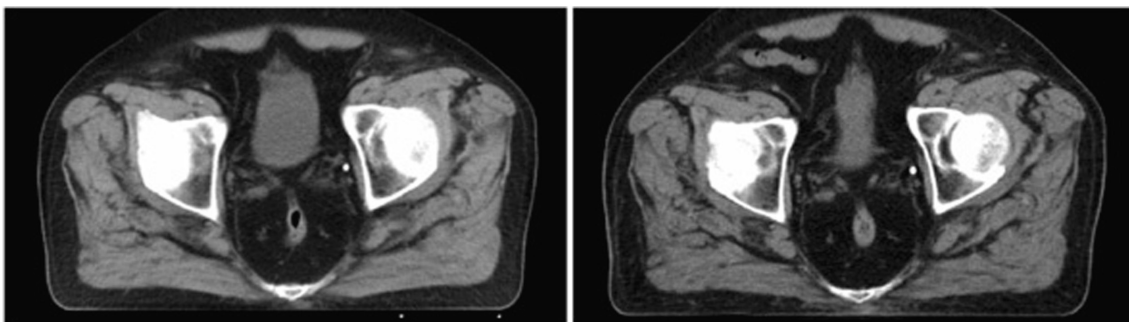


Рис. 1. КТ-сканы пациента с полным и опорожненным мочевым пузырем

предстательной железы на серии изображений с полным мочевым пузырем было принято за референсное. Смещение железы измерялось относительно первичного ее положения путем измерений с помощью программного обеспечения компании «Varian» [5]. Смещение рассчитывалось для каждого пациента отдельно.

В табл. 2 показаны максимальные отклонения в положении предстательной железы в сравнении с референсными данными, полученными у пациентов исследуемой группы.

Таблица 2

Изменения положения предстательной железы, в мм

Пациент	Смещение предстательной железы					
	влево	вправо	антрально	дорсально	краниально	каудально
1	2,4	2,8	8,4	3,8	3,1	3,5
2	1,4	1,0	7,3	4,5	4,3	2,3
3	1,3	1,8	6,5	5,2	2,1	3,5
4	2,8	2,2	7,8	4,4	2,8	3,3
5	1,0	3,3	8,7	3,5	1,8	4,4
6	1,5	1,1	7,3	2,8	2,3	2,5
7	2,9	1,8	3,3	4,5	3,6	1,7
8	1,7	2,6	6,9	5,1	4,5	4,3
9	1,6	1,3	2,8	1,5	3,6	2,4
10	2,0	2,9	6,4	3,7	1,1	3,9
11	2,1	1,8	4,5	4,6	2,9	1,5

Как видно из вышеизложенных данных, максимальное смещение железы отмечалось в антральном направлении. Латеральные смещения были незначительными. В целом отмечалось значительное различие в наполненности мочевого пузыря при первичной симуляции (компьютерная томография) по сравнению с его состоянием непосредственно перед сеансами лучевой терапии. Соответственно смещалась сама мишень и планируемый объем риска.

С использованием данных КТ-исследования (объем пустого и полного мочевого пузыря) была выстроена корреляционная зависимость между изменением объема мочевого пузыря и смещением простаты во всех направлениях. Максимальный его объем для каждого пациента был принят за 100 %, минимальный — за 20 %. Были построены графики зависимости для каждого направления отклонения, по которым определялось смещение предстательной железы в зависимости от объема мочевого пузыря в процентах.

Перед каждым сеансом лучевой терапии проводилось ультразвуковое исследование, при котором определялся объем мочевого пузыря. Затем с помощью вышеописанных графиков, которые были выстроены

для каждого из пациентов, рентгенологом-топометристом определялась величина смещения простаты с последующим изменением положения объема облучения, который изначально был выбран по референсным КТ-сканам.



ВЫВОДЫ

Данное исследование показало, что учет наполненности мочевого пузыря имеет большое влияние на положение органа-мишени — предстательной железы и планируемого объема риска. С помощью такого простого метода как ультразвуковое исследование, можно контролировать состояние наполненности мочевого пузыря с целью корректировки положения объема облучения перед сеансами лучевой терапии для улучшения локального контроля опухоли и уменьшения лучевой нагрузки на здоровые органы и ткани. В следующей работе планируется провести анализ этих данных клиническими результатами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Assessment of residual error for online cone-beam CT-guided treatment of prostate cancer patients / D. Letourneau, A. Martinez, D. Lockman [et al.] // International Journal of Radiation Oncology. Biology. Physics. — 2005. — № 62. — P. 1239–1246.
2. Daily prostate targeting using implanted radiopaque markers / D. Litzenberg, L. Dawson, H. Sandler [et al.] // International Journal of Radiation Oncology. Biology. Physics. — 2002. — № 52. — P. 699–703.
3. Deurloo K. Quantification of shape variation of prostate and seminal vesicles during external beam radiotherapy / K. Deurloo, R. Steenbakkens, L. Zijp [et al.] // International Journal of Radiation Oncology. Biology. Physics. — 2005. — № 61. — P. 228–238.
4. Van Herk M. Quantification of organ motion during conformal radiotherapy of the prostate by three dimensional image registration / A. Bruce, A. Kroes, T. Shouman [et al.] // International Journal of Radiation Oncology. Biology. Physics. — 1995. — № 33. — P. 1311–1320.
5. Varian. Eclipse Contouring Reference Guide. N.p.: July-Aug. 2008.