

[Перейти в содержание Вестника РНЦРР МЗ РФ N12](#)

Текущий раздел: **Лучевая терапия**

Ультразвуковая топометрия в планировании лучевой терапии гинекологического рака.

Шевченко Л.Н., Крейнина Ю.М., Шипилова А.Н.

*ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» Минздравсоцразвития России,
Москва*

Адрес документа для ссылки: http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v12/papers/shevch_v12.htm

Статья опубликована: 25 октября 2012 года

Контактная информация:

Рабочий адрес: 117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, 86, ФГБУ «Российский Научный Центр Рентгенорадиологии» Росмедтехнологий, тел. раб. +7(495) 333 9121; факс +7 (495) 334 7924

Шевченко Людмила Николаевна - к.м.н., н. с. лаборатории радиохирургии и внутриполостных методов лечения ФГБУ «РНЦРР», тел. раб. +7(495) 333 9121, e-mail: Lyuda-1976@mail.ru

Крейнина Юлия Михайловна - д.м.н., с.н.с. лаборатории радиохирургии и внутриполостных методов лечения ФГБУ «РНЦРР», тел. раб. +7(495) 333 9121, e-mail: Kreynina@yandex.ru

Шипилова Анна Николаевна - к.м.н., м.н.с. лаборатории радиохирургии и внутриполостных методов лечения ФГБУ «РНЦРР», тел. раб. +7(495) 333 9121, e-mail: Koroleva-ann@yandex.ru

Ответственный за переписку: Шевченко Людмила Николаевна, к.м.н., н.с., тел. раб. +7(495) 333 9121, e-mail: Lyuda-1976@mail.ru

Резюме

Ультразвуковое исследование (УЗИ) – наиболее доступный, высокоинформативный и широко используемый в онкогинекологической практике метод первичной и уточняющей диагностики, не входящий при этом в стандарт предлучевой подготовки и дозиметрического планирования. Ультразвуковая топометрия (УЗТ) на ультразвуковом аппарате «Voluson 730 Pro» (General Electric Medical Systems®, Австрия) в 2D–3D режимах в рамках предлучевой подготовки и мониторинга

лечения проведена 1449 больным раком женских половых органов. За курс лечения у одной больной выполнялось в среднем $11,2 \pm 1,6$ исследований. Выполнение динамической УЗТ при планировании и мониторинге внутримолостного облучения опухолей всех локализаций позволяло индивидуально подобрать конструкцию эндостатов, контролировать положение аппликатора относительно опухоли, выбирать объем терапевтического изодозного контура (CTV, PTV), определять зоны эскалации и щажения, что в среднем вдвое – с $4,2 \pm 0,7$ до $1,8 \pm 0,4$ раз – сократило число процедур КТ/МРТ-планирования.

Ключевые слова: *местно-распространенный рак женских половых органов, лучевая терапия, многокомпонентное лечение, УЗИ органов малого таза*

Ultrasonic topometry in planning radiation therapy of gynecological cancer.

L.N. Shevchenko, J.M. Kreynina, A.N. Shipilova

Federal State Budget Establishment Russian Scientific Center of Roentgenoradiology (RSCRR) of Ministry of Health and Social Development of Russian Federation, Moscow, Profsovnaya str., 86, Moscow, 117997, Russia

Summary

Ultrasonography - the most available, high-informative and widely used method in oncogynecological practice, the method of primary and exact diagnostics not included with the standard prebeam preparation and dosimetric planning. Ultrasonic topometry (UST) on ultrasound device «Voluson 730 Pro» (General Electric Medical Systems ®, Austria), in 2D-3D modes under prebeam preparation and monitoring of treatment carried out in 1449 with gynecological cancer. Over the course of treatment in one patient became on average $11,2 \pm 1,6$ studies. Performing dynamic UST in the planning and monitoring of intracavitary irradiation of tumors of all sites to individually choose the design of the endostats, control the position of the tumor relative to the applicator, to choose the amount of therapeutically isodose contour (CTV, PTV), define the zone of escalation and spare zone that on average twice - from $4,2 \pm 0,7$ to $1,8 \pm 0,4$ times - reduce the number of procedures CT / MRI-planning.

Kew words: *locally advanced GYN cancer, radiotherapy, multimodal treatment, ultrasonography*

Оглавление:

Введение

Цель исследования

Материал и методы

Результаты

Заключение

Список литературы

Введение

Совершенствование лучевого воздействия – важное направление в повышении эффективности современной терапии гинекологического рака.

Совершенствуются методики внутрисполостной гамма-терапии (ВПГТ) с вариантами низко- (LDR), средне- (MDR) или высокомоментного (HDR), импульсного режима облучения (PDR), различного режима фракционирования, применение различных радионуклидов (^{60}Co , ^{137}Cs , ^{192}Ir), модификаций эндостатов, а также методики радиомодификации [11,13,15,21,22]. В практику радиолога вошло понятие «3D планирование лучевой терапии», осуществляемое на основе КТ - или МРТ – топометрии [1-3,16,18,19,24,25]. Выбор оптимального дозиметрического плана и фракционирования дозы при планировании лучевой терапии позволяет свести к минимуму возможность возникновения необратимых лучевых повреждений в окружающих органах риска и нормальных тканях при максимальном воздействии на опухолевый очаг [4,8-10,26]. Перспективы лучевого метода связаны в первую очередь с повышением прецизионности облучения на основе достижений медицинской визуализации [5,17,27,28]. При этом перспективным представляется использование метода, не связанного с лучевой нагрузкой, высокочувствительного в отношении различия плотностей мягких тканей, безопасного для пациента и персонала при многократных повторных исследованиях в ходе лечения, экономически рентабельного, доступного для практического здравоохранения.

Единственным методом визуализации, отвечающим на сегодняшний день указанным требованиям, является ультразвуковая томография (УЗИ) – наиболее доступный, высокоинформативный и широко используемый в онкогинекологической практике метод первичной и уточняющей диагностики, не входящий при этом в стандарт предлучевой подготовки и дозиметрического планирования [7,14-16,23]. В последнее время в ультразвуковой диагностике разработан целый арсенал новых методик, направленных на улучшение качества и информативности изображения. В то же время клиническое применение УЗИ в радиационной онкологии для прямого планирования и контроля лечения заболеваний органов малого таза имеет прецеденты в современной брахитерапии рака предстательной железы. Аппаратурное и технологическое развитие метода приводит к значимому повышению информативности и расширению возможностей прикладного его использования в радиогинекологической практике [5,12,14,15].

[Перейти в оглавление статьи >>>>](#)

Цель исследования

Разработать методику и сформировать алгоритм использования ультразвуковой топометрии (УЗТ) в планировании лучевой терапии и динамическом наблюдении у больных гинекологическим раком.

[Перейти в оглавление статьи >>>>](#)

Материал и методы

Анализируются данные, касающиеся методик, алгоритмов и результатов проведения ультразвуковой топометрии на ультразвуковом аппарате «Voluson 730 Pro» (General Electric Medical Systems®, Австрия). В рамках предлучевой подготовки и мониторинга лечения топометрия проведена 1449 больным раком женских половых органов, подвергавшимся облучению в ходе многокомпонентного лечения опухолей шейки матки (РШМ) – 828 чел., тела матки (РТМ) – 407 чел., вульвы (РВ) – 130 чел., влагалища (первичных, метастатических, РВЛ) – 84 чел.

Согласно требованиям RECIST 1.1, 2000, и рекомендациям GEC-ESTRO для контроля эффективности противоопухолевой терапии КТ/МРТ - топометрия выполнялась по стандартизированным методикам, параллельно проводилась топометрия в виде ультразвукового исследования в 2D–3D режимах «серой шкалы». У 499 (34,4%) оперированных больных РШМ (342 чел.) и РТМ (157 чел.) УЗТ трансабдоминальным и трансвагинальным доступами включала получение изображения культи влагалища в поперечной и саггитальной плоскостях (2D, режим серой шкалы), трехмерном изображении (3D, режим серой шкалы), с измерением линейных размеров и площади вагинального рубца, визуализацией границы с мочевым пузырем, прямой кишкой для измерения толщины стенки полых органов для выбора объема 100% изодозного контура при внутриволостном облучении. Далее выполнялась доплероэхография (в режимах ЦДК и ЭДК) для оценки кровотока в культе. У 40 больных с транспонированными яичниками в ходе УЗТ определялось месторасположение яичников, оценивалась их эхоструктура и особенности васкуляризации, после чего на уровне центра яичника на кожу больной выносилась метка. Полученные данные УЗТ определяли выбор терапевтических объемов GTV, CTV, OAR внутриволостного (ВПГТ) и дистанционного (ДЛТ) облучения, с решением задач оптимизации на основании анализа дозных распределений в указанных областях и гистограмм «доза–объем» в результате наложения

индивидуальных планов облучения на ультразвуковые изображения с соблюдением масштаба и плоскости среза изображения.

У 504 больных РШМ и РТМ, пролеченных лучевым или химиолучевым методом, основной целью УЗТ являлось динамическое измерение объемов первичной опухоли и определяемых метастатических очагов (т.н. волюметрия). УЗ - волюметрии первичного очага предшествовала оценка в режиме 2D формы шейки и тела матки, эхоструктуры всех внутренних половых органов, при этом особое внимание уделялось области перешейка, стенок влагалища, ретровезикальной клетчатки, других клетчаточных пространств таза, оценивалась ровность и четкость контуров визуализируемых анатомических структур, после чего приступали непосредственно к волюметрии. Во всех случаях в шейке матки, измененной по форме и структуре у всех больных, определялся опухолевый очаг, отличавшийся по эхогенности от окружающих тканей. Контур опухоли были неровными, структура – неоднородной, с гипоехогенными и анэхогенными зонами и линейными гиперэхогенными включениями. При переходе опухоли на матку нарушалась или отсутствовала дифференциация слоев тела матки в этой зоне, структура тела матки в области поражения соответствовала структуре опухоли шейки матки. Технические сложности в оценке объема опухоли возникали при некоторых вариантах распространения опухоли на влагалище и параметральную клетчатку. Сравнительный анализ УЗ– и МРТ–изображений на этом этапе продемонстрировал значимое, но сравнимое снижение чувствительности обоих методов в отношении оценки состояния параметриев – до 67% и 74% соответственно.

При доплерографии отмечалось значительное неравномерное увеличение количества цветковых локусов в шейке матки и нижнем сегменте тела матки, сосуды имели извитой ход, неравномерный диаметр. Индекс резистентности в строме шейки матки, замещенной опухолью, снижен ($IR=0,3-0,4$) в 60% случаев по сравнению с нормальной тканью ($IR=0,6-0,7$). Отмечалось в 23% распространение патологических сосудов за пределы шейки матки в параметральную клетчатку, что соответствовало параметральной инфильтрации.

После проведенного лечения у всех больных отмечено изменение формы шейки матки - приближение к цилиндрической. Структура шейки матки однородная, повышенной эхогенности, визуализировалась четкая граница между шейкой и телом матки, васкуляризация скудная (до 5локусов) или вообще не определялась.

Волюметрия выполнялась до начала лучевого лечения, после ДГТ СОД 20Гр или перед первым сеансом ВПГТ и в дальнейшем перед каждой фракцией внутриместного облучения.

При трехмерной эхографии в В-режиме объемная информация собиралась в автоматическом режиме. Дальнейшая компьютерная обработка изображения и оконтуривание «мишени» повышало точность волюметрии на 5–10%. При динамических исследованиях после подведения на первичный очаг СОДэкв 30–40 Гр необходимо использовать аппаратные возможности подстройки УЗ-изображений (рис.2), с преимущественной визуализацией трансвагинальным и тран ректальным (рис. 3) доступом. При проведении планирования сопоставляются волюметрические данные УЗИ, КТ, МРТ-топометрии.

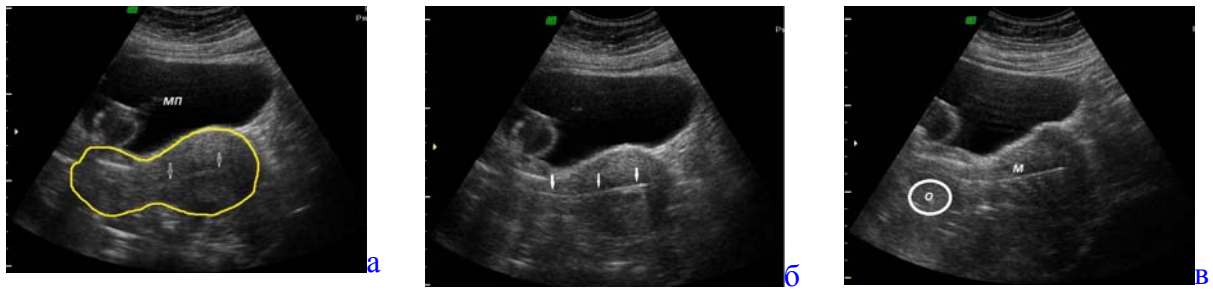


Рис. 2. Реализация внутриматочной укладки под контролем УЗИ при выраженном anteflexio тела матки:

а - визуализация трансабдоминальным датчиком сагиттального среза после катетеризации и наполнения мочевого пузыря (МП), стрелками указаны срединные структуры тела матки
 б – под контролем УЗИ в полость матки до дна введен зонд (указан стрелками)
 в – в полость матки введен метростат (М), в своды овоиды (О).

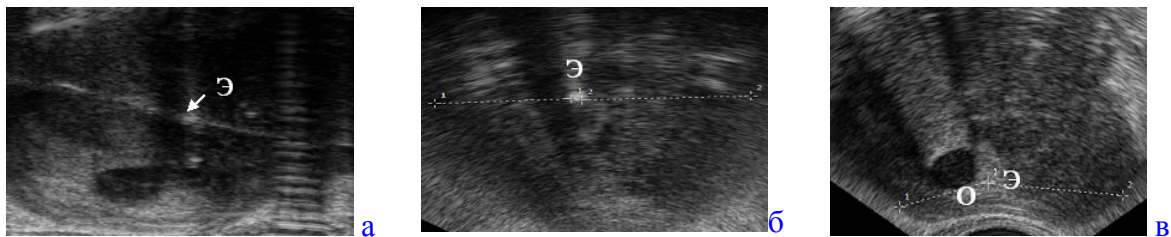


Рис.3 Трансректальная верификация расположения аппликатора Флетчера при лечении МРРШМ: при продольном (а) и поперечном (б) сканировании в полости матки визуализируется центральный канал эндостата (Э); при сканировании шейки матки на уровне правого овоида (О) визуализируется неравномерное распространение опухоли вправо (на 15мм) и влево (на 28мм) от центрального канала, требующее неравномерного облучения опухоли источниками в правом и левом овоидах для адекватного охвата мишени терапевтической изодозой. Выбор стандартной геометрии по «Атласу дозных распределений» по меньшему размеру (карта №148) приведет к недостаточному облучению 40% левых отделов опухоли; по большему (карта №154) - приведет к значительному переоблучению окружающих органов и тканей справа.

Терапевтические объемы внутриматочного облучения формировались в максимально точном соответствии геометрии 100-90% контура реальной анатомии опухолевого очага, определяемого в динамике при комплексной УЗ - и КТ/МРТ-топометрии (рис. 4).

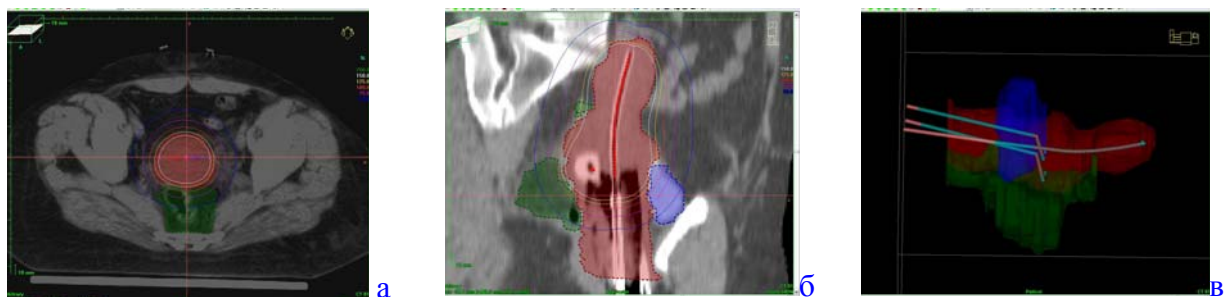


Рис.4. 3D- планирование сеанса внутрисполостной лучевой терапии (аппликатор Флетчера) на основе КТ-топометрии в системе Oncentra®MasterPlan с включением опухолевого очага в 100% изодозный контур: а,б – дозное распределение в поперечной и сагиттальной плоскостях; в - 3D- реконструкция взаимоотношения GTV, эндостатов и органов риска.

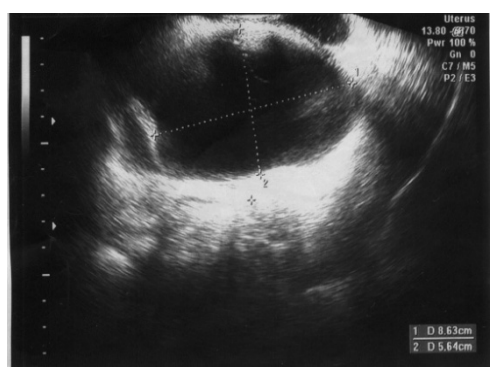
[Перейти в оглавление статьи >>>>](#)

Результаты

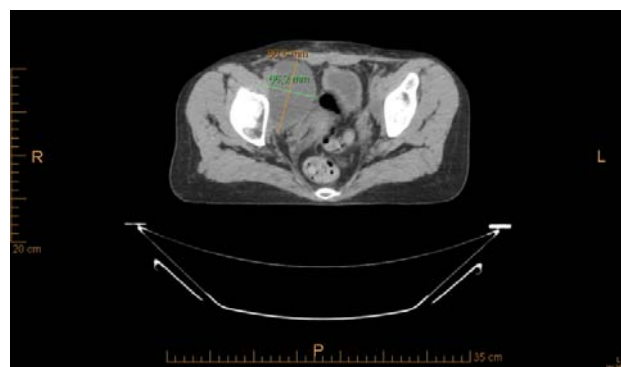
В рамках настоящего исследования нами была сопоставлена количественная информация о динамике площадей и объемов опухолей-мишеней в ходе ВПГТ, оцененных у 16 больных МРРШМ с помощью 2D–3D–эхографии в режиме «серой» шкалы и МРТ в Т2–взвешенных изображениях, всего 156 исследований, по 78 исследований для каждого типа визуализации. Значимых различий между методами в точности измерений не выявлено ($P>0,05$), что позволило при консервативном лечении МРРШМ считать комплексное УЗИ базовым методом визуализации для мониторинга и коррекции планов ВПГТ. Изменение площади опухоли на 10% или ее объема на 15% от фракции к фракции по данным эхографии служило показанием для повторного КТ/МРТ-планирования с целью коррекции объемов ВПГТ.

Выполнение динамической УЗТ при планировании и мониторинге внутрисполостного облучения опухолей всех локализаций позволяло индивидуально подобрать конструкцию эндостатов, контролировать положение аппликатора относительно опухоли, выбирать объем терапевтического изодозного контура (CTV, PTV), определять зоны эскалации и щажения, что в среднем вдвое – с $4,2\pm 0,7$ до $1,8\pm 0,4$ раз – сократило число процедур КТ/МРТ-планирования. Незначительная разница в измеренных объемах при УЗИ, КТ, МРТ-топометрии свидетельствует о возможности эффективного мониторинга динамики объема опухоли для планирования ВПГТ с помощью более простого и менее затратного метода УЗИ-топометрии.

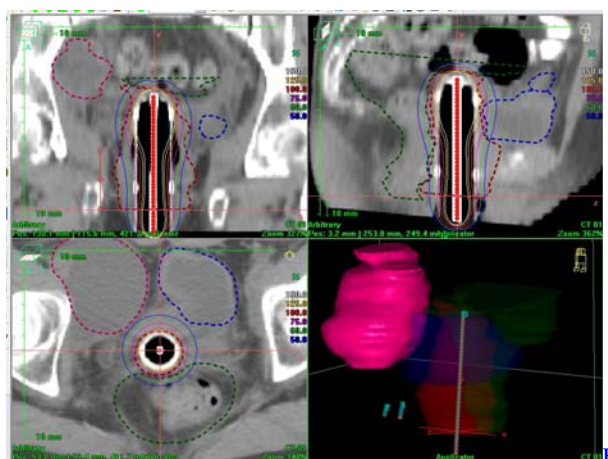
Определение индивидуальных анатомо–топографических и структурных особенностей зон регионарного лимфооттока, подлежащих лучевому воздействию, позволило определить параметры прецизионного КТ–МР-планирования (т.н. boost), спроецировать на поверхность тела больной дополнительные границы зон дозовой эскалации (визуализированные или удаленные метастатически измененные лимфоузлы) или щажения (лимфокиста, гематома) (рис.5).



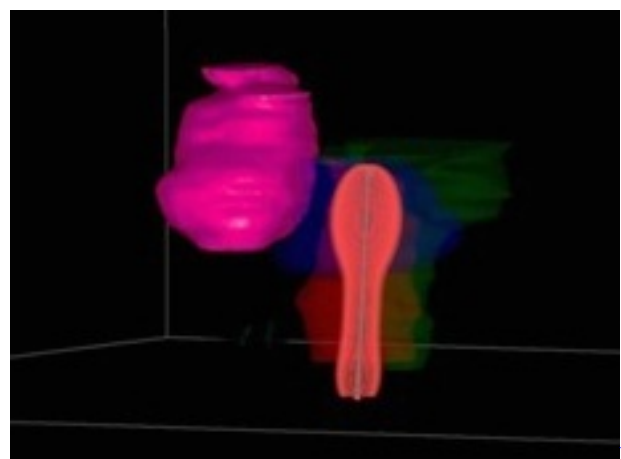
а



б



в



г

Рис.5 Планирование ВПГТ у больной с послеоперационной лимфокистой больших размеров ($V 150\text{см}^3$) в правой подвздошной области:

а – УЗ-топометрия, поперечный скан наибольшего размера лимфокисты;

б – КТ – топометрия том же уровне;

в – 3D планирование ВПГТ на влагалищную трубку в системе Oncentra®MasterPlan с щажением органов риска (прямой кишки и мочевого пузыря) и исключением из облучения лимфокисты (розового цвета);

г – 3D реконструкция взаиморасположения 100% изодозного контура (красного цвета), органов риска (МП- синего цвета, прямая кишка- зеленого) и лимфокисты (розового цвета).

[Перейти в оглавление статьи >>>](#)

Заключение

Таким образом, интеграция комплексной УЗТ как базового метода в стандарт топометрии и мониторинга визуально-контролируемой лучевой терапии имеет принципиальное значение для повышения эффективности и безопасности лечения опухолей женской половой системы.

[Перейти в оглавление статьи >>>](#)

Список литературы:

1. *Андряничева Е.Н.* Клиническое применение магнитно-резонансной томографии и трехмерной эхографии в стадировании и выборе метода лечения рака шейки матки.: Дис. ... канд. мед. наук: 14.00.19/ ФГУ "Российский научный центр рентгенорадиологии". Москва.2006. 133с.
2. *Березовская Т.П., Валькова В.Н., Дьячков А.А., Спицин А.Ф.* Возможности МРТ в мониторинге рака матки после лучевого лечения. // Радиология, «Лучевая диагностика и лучевая терапия на пороге третьего тысячелетия». Москва. 13-16июня 2000г. С.77-78.
3. *Березовская Т.П., Спицин А.Ф., Фирсов Ю.Е., Золотков А.Г.* Применение магнитно-резонансной томографии в планировании сочетанной лучевой терапии рака шейки матки. // Материалы межрегионарной конференции «Актуальные вопросы медицинской радиологии». Челябинск. 1997. С.63.
4. *Габелов А.А., Жаринов Г.М.* Зависимость результатов лучевого лечения больных раком шейки матки от объема опухоли // Медицинская радиология. 1981. №3. С.33-36.
5. *Гажонова В.Е., Мамаев В.В., Андряничева Е.Н.* Сравнительная оценка диагностической ценности УЗИ и МРТ в визуализации инвазивных форм рака шейки матки. // Медицинская визуализация. 2006. №2. С56-64.
6. *Жукова Л.Г.* Оценка непосредственной эффективности противоопухолевой терапии. // Вместе против рака. 2007. №1-2. С.33-37.
7. *Зыкин Б.И., Буланов М.Н., Проскурякова О.В. и соавт.* Рак шейки матки-результаты эхографического и доплерографического обследования. // Эхография. 2002. №4. С.32.
8. *Канаев С.В., Туркевич В.Г., Баранов С.Б.* Клиническая оценка конформной брахитерапии в лечении рака женских половых органов. // Материалы 5-го Всероссийского съезда онкологов «Высокие технологии в онкологии». Казань. 2000. Т.2. С.339-341.

9. *Костромина К.Н.* Современное состояние и перспективы развития лучевой терапии гинекологического рака // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2001. Т. 46. №1. С. 48-51
10. *Кравец О.А.* Лучевая терапия местнораспространенного рака шейки матки (оптимизация лечения, факторы прогноза).// Дис. ... докт. мед. наук: 14.01.13/ ГУ «Российский онкологический научный центр РАМН». Москва. 2010. 217с.
11. *Кузнецов В.В., Лебедев А.И., Морхов К.Ю.* Пятилетние результаты комбинированного и комплексного лечения рака шейки матки. // Материалы VI Всероссийского научного форума «Радиология 2005». Москва. 2005. С.219-220
12. *Мартынова Н.В., Нуднов Н.В., Головина И.А и соавт.* Определение диагностической эффективности современных методов визуализации. // Медицинская визуализация. 2005. №1. С. 140-144.
13. *Павлов А.С., Костромина К.Н.* Рак шейки матки. Лучевая терапия. Москва: «Медицина». 1983. 160с.
14. *Скрыпкин Ю.Л., Титова В.А., Горбунова В.В. и соавт.* Возможности чрескожной и чрезвлагалищной эхографии в индивидуальном планировании автоматизированной внутрисполостной гамма-терапии рака матки. // Материалы межрегиональной конференции «Актуальные вопросы медицинской радиологии». Челябинск. 1997. С.229-230.
15. *Титова В.А., Столярова И.В., Крейнина Ю.М.* Современные технологии комплексного лечения рака эндометрия. Москва-Санкт-Петербург: Фолиант. 2012. 168с.
16. *Титова В.А., Харченко Н.В., Столярова И.В.* Автоматизированная лучевая терапия рака органов женской половой системы. Москва: Медицина. 2006. 160с.
17. *Титова В.А., Харченко Н.В., Котляров П.М., Егорова Е.В.* Рентгеновская компьютерная томография в планировании и контроле лучевой терапии рака матки и яичников. Москва: Молодая гвардия . 2005г. 80с.
18. *Assenholt M.S., Petersen J.B., Nielsen S.K., et al.* A dose planning study on applicator guided stereotactic IMRT boost in combination with 3D MDIbased brachytherapy in locally advanced cervical cancer // Acta Oncol. 2008. №47(7). P. 1337 - 1343.
19. *Barillot I., Reynaud-Bougnoux A.* The use of MRI in planning radiotherapy for gynaecological tumours // Cancer Imaging. 2006. №6(1). P. 100 -106.
20. *Chen S.W., Liang J. A., Yang S.N., et al.* The adverse effect of treatment prolongation in cervical cancer by high-dose-rate intracavitary brachytherapy // Radioth Oncol. 2003. Apr, №67(1). P. 69 - 76.
21. *Chen SW., Liang JA., Yang SN., et al.* High dose-rate brachytherapy for elderly patients with uterine cervical cancer // Jpn J Clin Oncol. 2003. May, №33(5). P. 221-228.

22. *Kirisits C., Potter R., Lang S. et al.* Dose and volume parameters for MRI-based treatment planning in intracavitary brachytherapy for cervical cancer // *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2005. Jul 1, №62(3). P. 901 - 911.
23. *Kurjak A. Kupesic S.* Transvaginal color Doppler evaluation in the uterine cervix. Kurjak A. Kupesic S., (Ed.) An atlas of second edition. The Parthenon publishing group. New York. London. 2000. P 187-189
24. *Loncaster J.A., Carrington B.M., Sykes J.R. et al.* Prediction of radiotherapy outcome using dynamic contrast enhanced MRI of carcinoma of the cervix. // *Int. J. Radiat.Oncol. Biol. Phys.* 2002. Nov1. V.54(3). P.759-767.
25. *Soutter WP, Hanoch J, D'Arcy T et al.* Pretreatment tumour volume measurement on high-resolution magnetic resonance imaging as a predictor of survival in cervical cancer // [British Journal of Oncological Gynecology.](#) 2004. №111(7). P. 741-7.
26. *Stehman FB, Perez CA, Kurman RJ, Thigpen JT.* Uterine Cervix. In: Hoskins WJ, Perez CA, Young RC, eds. Principles and practice of gynecologic oncology. 2nd ed. Philadelphia, Pa: Lippincott-Raven. 1997. P.819-821.
27. *Yong YL, Heong KK, Tae VC, Jeong JS.* Uterine Cervical Carcinoma after Therapy: CT and MR Imaging Findings. // *Radiographics.* 2003. V.23. P. 969-981.
28. *Zwahlen D., Jezioranski J., Chan P., et al.* Magnetic resonance imaging-guided intracavitary brachytherapy for cancer of the cervix // *Int J radiat Oncol Biol Phys.* 2009. Jul 15, №74(4). P. 1157-1164.

[Перейти в оглавление статьи >>>](#)

ISSN 1999-7264

[© Вестник РНЦПР Минздрава России](#)

[© Российский научный центр рентгенорадиологии Минздрава России](#)