

Карло порівняно з Ray-Tracing максимальна доза на кришталік ока збільшувалась на 100–200 % і перевищувала толерантні значення.

Отже, використання сучасних методів доставки дози, як IMRT (променева терапія з модуляцією інтенсивності), IMAT (дугова променева терапія з модуляцією інтенсивності), IGRT (променева терапія з наведенням зображення), SRS та SRT (стереотаксична радіохірургія та радіотерапія) зумовлюють необхідність підвищення точності не тільки в доставці дози, але і в її розрахунку. Класичні методи, які використовуються в системах планування, не завжди дозволяють правильно порахувати дозу в ділянках із високою гетерогенністю (легені, голова та шия). Різниця розрахунку таких методів порівняно з експериментом може доходити до 30%. Тому використання методу Монте-Карло для розрахунку дози як найточнішого в щоденній клінічній практиці є надзвичайно важливим.

## Література

1. Clarkson J.J. // *Br. J. Radiol.* – 1941. – Vol. 14. – P. 265–268.
2. Milan J., Bentley R.E. // *Ibid.* – 1974. – Vol. 45. – P. 115–121.
3. Batho H.F. // *J. Can. Assn. Radiol.* – 1964. – Vol. 15. – P. 79–83.
4. Sontag M.R., Cunningham J.R. // *Med. Phys.* – 1977. – Vol. 4. – P. 431–436.
5. Cunningham J.R. // *Phys. Med. Biol.* – 1972. – Vol. 7. – P. 45–51.
6. Wong J.W., Henkelman R.M. // *Med. Phys.* – 1983. – Vol. 10. – P. 199–208.
7. Metcalfe P., Kron T., Hoban P. // *Med. Phys. Publish.* – 2007. – P. 573–667.
8. Ahnesjö A. // *Med. Phys.* – 1989. – Vol. 16, № 4. – P. 577–592.
9. Chetty et al. // *Med. Phys.* – 2007. – Vol. 34, № 12. – P. 4818–4853.
10. Rogers D.W.O., Faddegon B.A., Ding G.X. et al. // *Ibid.* – 1995. – Vol. 22. – P. 503–524.
11. Спіженко Ю.П., Лучковський С.М., Каденко І.М. // *Ядерна та радіац. безпека.* – 2011. – Т. 2, № 50. – С. 56–61.
12. Ma C-M., Li J.S., Deng J., Fan J. // *Journ. of Phys: Conference Series.* – 2008. – Vol. 102. – 012016.

Д.С. Мечев

Національна медична академія ім. П.Л. Шупика  
МОЗ України, Київ

## Питання апаратурного забезпечення променевої терапії в Україні

### The issues of radiotherapy equipment supply in Ukraine

**Summary.** Based on statistical data and the original experience, the authors analyze radiotherapy equipment supply in Ukraine, i.e. the number and quality of the equipment, possibility to introduce modern radiation technologies, requirement in treatment of cancer patients, and situation in the regions. The sources of irradiation using  $^{60}\text{Co}$  and  $^{192}\text{Ir}$  for brachytherapy are analyzed. The ideas about renewal of the x-ray therapy equipment stock are presented.

**Key words:** radiation therapy, equipment, state, statistics, sources.

**Резюме.** На основани статистических данных и собственного опыта проведен анализ апаратурного обеспечения лучевой терапии Украины — количество и качество аппаратов, возможность внедрения современных лучевых

технологий, потребность в лечении онкологических больных и ситуация в регионах. Дана характеристика (в том числе экономическая) источников излучения с использованием  $^{60}\text{Co}$  и  $^{192}\text{Ir}$  для брахитерапии. Представлены соображения относительно обновления парка рентгенотерапевтических аппаратов.

**Ключевые слова:** лучевая терапия, аппаратура, состояние, статистика, источники.

**Ключові слова:** променева терапія, апаратура, стан, статистика, джерела.

Стан апаратурного забезпечення відділень променевої терапії (ПТ) онкологічних закладів України неодноразово висвітлювався у вітчизняних публікаціях, листах Міністерству охорони здоров'я України і навіть Президентам України — Л.Д. Кучмі та В.А. Юшенку [1]. Якщо в плані закупівлі дистанційних гамма-терапевтичних апаратів (рисунок 1) за останні 5–7 років сталися деякі позитивні зрушення (за програмою «Онкологія» в Україні змонтовано 16 гамма-апаратів «Тераatron» і «Терагам», 5 апаратів 60-Кобальт Китайського виробництва, 12 діючих лінійних прискорювачів), то стан забезпечення устаткуванням для брахитерапії (контактної ПТ) медичних закладів України залишається вкрай незадовільним (таблиця 1). І це при тому, що, як показує світовий досвід, 10–15% онкологічних хворих, українська необхідна сучасна ПТ такого типу: щорічно її потребують приблизно 20 тис. «нових» хворих та плюс 5–10 тис. пацієнтів минулих років [2].

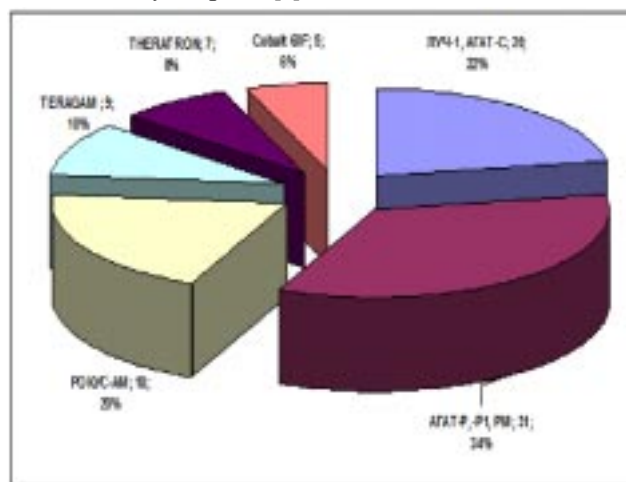


Рисунок 1. Кількість, типи та терміни використання апаратів дистанційної гамма-терапії в Україні

Як видно з таблиці 1, приріст кількості шлангових апаратів за 5 років склав 10 одиниць (реально — 6 одиниць, оскільки 2 апарати «Гамма-мед» і 2 апарати «Нуклетрон» досі не введені в експлуатацію), що вкрай мало для потреб України. З іншого боку, ця незадовільна ситуація сьогодення доповнюється тим, що найменше 6 одиниць Агат В і ВУ не діють, а 14 (випуску 1974–1980 рр.) морально і матеріально застарілі [3, 4].

Таким чином, доводиться сподіватися на робочий стан 26 апаратів (Агат + Гамма-мед), що зараз використовуються в 24 областях України і АР Крим (у Київській області та м. Севастополі поки немає жодного), чого явно недостатньо для потреб хворих України.

Сьогодні і на майбутнє вибір для України апаратів для брахитерапії слід вести між апаратами «Гамма-мед» і «Нуклетрон» (в обох джерелом випромінювання є  $^{192}\text{Ir}$ ), з одного боку, і «MultiSource»  $^{60}\text{Co}$  — з іншого.

Відомо, що період напіврозпаду  $^{60}\text{Co}$  — 5,26 року, а  $^{192}\text{Ir}$  — 74 дні: це означає, що за 10 років роботи  $^{60}\text{Co}$ -апарата зміну джерела опромінення необхідно

## Стан апаратурного забезпечення шланговими апаратами для брахітерапії на 2011 рік

Апарат	Джерело	2011	2007	Рік випуску	Коментар
Селектрон	134Cz	—	2	1990	Списані (Донецьк, Київ)
Агат В, ВУ	60Co	39	38		Луганський ОД придбав 60Co-апарат (Росія)
Гамма-мед	192Ir	7	3	2005	2 не введені в експлуатацію, 1 – у приватному секторі
Нуклетрон	192Ir	2	—	2005	1 не введено в експлуатацію, 1 – м. Рівне
Малтисорс*	60Co	3	—	2010	3 (Київ, Херсон, Одеса)
Разом		51	43		

зробити 2 рази, тоді як  $^{192}\text{Ir}$  — 35–40 разів (3–4 рази щорічно). З цього виходить, що використання джерел  $^{60}\text{Co}$  призводить до істотного скорочення витрат на джерела опромінення, їх транспортування, заміну, а також робочого часу на заміну, сервісне та технічне обслуговування.

З цієї точки зору слід детальніше зупинитися на відносно новому для ринку України шланговому апараті MultiSource із системою планування високодозної терапії HDR plus™ німецької компанії IBt Bebig, 3 одиниці якого в 2010 році було поставлено в Київ (Національний інститут раку), Одесу та Херсон (рисунок 2).



Рисунок 2. Система MultiSource HDR для високодозної брахітерапії

Ця установка являє собою 20-канальну систему з прецизійним транспортуванням джерела опромінення до місць лікування з наступною реалізацією процедур високодозної ефективної брахітерапії. Залежно від мети лікування (виявлення і локалізації мішені, що підлягає опроміненню) можливі такі види контактної терапії:

- внутріпорожнинна;
- аплікаційна (поверхнева);
- внутрітканинна;
- внутріпросвіткова;
- судинна;
- інтраопераційна;
- назальна, офтальмологічна і т.ін.

Як показує практика, одного апарата для брахітерапії на область недостатньо, тому що на час заміни джерел або виходу з ладу обладнання, променеві терапевти змушені використовувати так звані «ручні укладки», що за променевими навантаженнями на персонал суперечать НРБУ (згідно з лімітами доз).

Потребують переоснащення і апарати для рентгенотерапії, адже робочі ресурси більшості з них перевищують 30 років. У цій царині останнім часом в Європі широко використовується апарат Xstrahl фірми Gulmay (Велика Британія). Випускаються системи ортовольтної рентгенотерапії Xstrahl 150 (від 10 до 150 Кв), Xstrahl 300 (від 40 до 300 Кв), Xstrahl 200 (від 20 до 210 Кв). Вперше в світі виробники пропонують дійсний контроль вихідних параметрів на основі контролю дози — підтримка вихідної дози у межах

$\pm 3\%$  від номінального значення (рисунок 3). Система комплектується дев'ятьма фільтрами-аплікаторами з прозорою кінцевою секцією, що полегшує візуальний контроль зони опромінення. Моделі Xstrahl 200 і 300 комплектуються системами верифікації пацієнтів, які забезпечують повний контроль лікувального процесу (сеансу терапії та моніторингу дози).



Рисунок 3. Рентгеновський терапевтичний апарат Xstrahl 100

#### Клінічні показання

- Базаліоми
- Плоскоклітинний рак
- Келоїдні рубці
- Дерматологічні захворювання, зокрема псоріаз
- Грибopodobні мікози та інші доброякісні утвори з більш глибоким заляганням
- Гінекомастія
- Дюпоїтрени
- Хвороба Пейроні
- Саркома Капоші
- Запальні процеси
- Дегенеративні процеси
- Гіпертрофічні процеси
- Опромінення лімфовузлів середостіння
- Кісткові метастази
- Інтраопераційне опромінення

Отже, переоснащення онкологічних закладів (якого потребує кожна область України) і закупівля сучасних високоточних шлангових апаратів із системами планування терапії і забезпечення контролю якості променевого лікування взагалі (відповідно до вимог МАГАТЕ) є вкрай необхідним для багатьох тисяч онкологічних хворих. Наявність тільки одного шлангового апарата в області (особливо зіх 30–40-річним «стажем роботи») є нонсенсом і ніяк не сприяє розвитку променевої терапії в Україні з таким бажаним її наближенням до «єдиного радіологічного і онкологічного простору Європи».

Оптимальним для сьогодення нашої медицини може бути організація і введення в дію 3–4 центрів променевої терапії (як це було зроблено в м. Рівне в 2011 році [5]), де відповідні хворі могли би вчасно отримати необхідне лікування за показаннями: на лінійному прискорювачі з 3D-плануванням, <sup>60</sup>Co-апараті, 2 шлангових апаратах, рентгенотерапевтичному апараті.

Великим гальмом у розвитку променевої терапії взагалі є відсутність у медичному класифікаторі МОЗ України спеціальності медична фізика (введена в багатьох країнах світу, зокрема в Росії та Білорусі), тим самим це не дозволяє залучати фізиків до сумісної праці в необхідній для України кількості.

## Література

1. Мечев Д.С., Пулипенко М.І., Чеботарьова Т.І. // *Укр. мед. часоп.* – 1997. – Т. 2. – С. 22–28.
2. Peter C., Brady L. *Principles and practice of radiation oncology.* – New-York, 2007. – 1876 p.
3. Федько О.А., Коваленко Ю.М. *Показники діяльності радіологічної служби в Україні.* – К., 2010. – 80 с.
4. Думанський Ю.В., Семікоз Н.Г. // *Новоутворення.* – 2007. – Т. 2. – С. 57–59.
5. Мечев Д.С. // *УРЖ.* – 2011. – Т. XIX, вип. 4. – С. 479–484.

И.И. Минайло, Н.А. Артемова,  
О.И. Моисеева, А.Р. Екшембеева

ГУ «Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н. Александрова»,  
Минск, Республика Беларусь

## Современные подходы к лечению местнораспространенного рака оротофарингеальной зоны

### Contemporary approaches to treatment of local oropharyngeal cancer

**Summary.** Various modes of modified radiation therapy are used with the purpose to improve the clinical results of treatment for local oropharyngeal cancer.

Application of radiation therapy with dose intensity modulation using simultaneous integrated boost allowed to improve the immediate results of the treatment for local oropharyngeal cancer without metastases.

**Key words:** oropharyngeal cancer, radiation therapy, simultaneous integrated boost.

**Резюме.** З метою поліпшити клінічні результати лікування місцевопоширеного раку оротофарингеальної зони застосовують різні режими модифікованої променевої терапії. Застосування променевої терапії з модуляцією інтенсивності дози із використанням симультанного інтегрованого буста дозволило підвищити безпосередні результати лікування пацієнтів із місцевопоширеним раком оротофарингеальної зони без віддалених метастазів.

**Ключові слова:** рак оротофарингеальної зони, променева терапія, симультанний інтегрований буст.

**Ключевые слова:** рак оротофарингеальной зоны, лучевая терапия, симультанный интегрированный буст.

Злокачественные опухоли ротоглотки занимают второе место по частоте встречаемости среди опухолей глотки (30–35%). Новообразования чаще всего развиваются в области небных миндалин (63,7–85,0%), корне языка и мягком небе (10–26%), задней стенке глотки (5,0–9,1%). Ротоглотка имеет богатую лимфатическую систему. Поэтому почти в половине случаев при первичном обращении пациенты имеют метастазы в регионарных лимфатических узлах. За последние десять лет в Республике Беларусь число ежегодно регистрируемых случаев злокачественных опухолей ротоглотки увеличилось с 204 в 1996 г. до 292 — в 2005 году (в 1,4 раза), в 2010 году — уже было зарегистрировано 727 вновь выявленных случаев рака оротофарингеальной зоны. Пик заболевания приходится на возраст от 51 до 60 лет. Рак ротоглотки встречается у мужчин чаще, чем у женщин (соотношение 9:1).

Несмотря на то, что данные новообразования относятся к опухолям визуальной локализации, у 70% больных имеется поражение регионарных лимфоузлов, у 15% — отдаленные метастазы.

В настоящее время нет единого подхода к выбору оптимальных методов лечения рака ротоглотки. В то же время хирургическое вмешательство и адьювантная лучевая терапия (ЛТ) являлись стандартом лечения в большинстве случаев. Выполнение радикальной операции таким большим часто невозможно из-за распространенности опухолевого процесса к моменту первичной диагностики. Результаты конвенциональной ЛТ пациентов с местнораспространенным раком ротоглотки остаются неудовлетворительными. Поиск путей улучшения результатов лечения, а также стремление избежать калечащей операции привели к применению комбинированного химиолучевого лечения данной категории больных.

На основе представлений об особенностях реагирования нормальных и опухолевых тканей на различные виды радиационных воздействий разрабатываются и совершенствуются способы повышения эффективности противоопухолевого действия ионизирующих излучений. Большие перспективы в этом направлении связаны с использованием достижений в управлении радиочувствительностью опухоли и нормальных тканей организма. Применение нетрадиционных методов подведения дозы излучения представляется одним из перспективных способов радиомодификации [1].

В настоящее время имеется большое число рандомизированных исследований по нетрадиционным методам лучевого лечения. L. Pinto соавт. сообщили о результатах рандомизированного исследования, проведенного в Бразилии [2]. В исследовании приняли участие 98 больных с плоскоклеточным раком ротоглотки III–IV стадий. Использовали РОД 1,1 Гр 2 раза в день, СОД составила 70,4 Гр. Этот режим сравнивался со стандартным режимом фракционирования дозы. Общая выживаемость за 42 месяца наблюдения составила 27% при гиперфракционировании и 8% при стандартном ( $p = 0,03$ ). Было продемонстрировано существенное преимущество при проведении гиперфракционирования. Частота локального контроля была в 3,5 раза выше в группе больных с гиперфракционированием. Острые лучевые реакции со стороны слизистой оболочки полости рта, ротоглотки и кожи при гиперфракционировании появились раньше, чем при стандартном варианте ЛТ.