

11. Лакін Г.Ф. *Биометрия*. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
12. Дука Т.І., Лещинська І.О., Чорна В.І. // *Біополімери і клітина*. – 2002. – Т. 18, № 3. – С. 179–183.
13. Недзвецький В.С., Ушакова Г.А., Бусыгина С. Г. и др. // *Радиобиол.* – 1991. – Т. 31, вып. 3. – С. 333–339.
14. Somosy Z., Sass M., Bogнар G. // *Scann. Microscopy*. – 2009. – № 3. – P. 763–772.
15. Wu E., Raine C.S. // *Lab. Invest.* – 1992. – Vol. 67. – P. 88–99.

А.Ю. Чумаков, І.В. Пасальський, М.В. Макаров,
О.А. Горбачова, Л.І. Сергієнко, В.А. Журавльова,
С.М. Іваницький

*Донецький національний медичний
університет ім. М. Горького,*

*Комунальний клінічний лікувально-
профілактичний заклад*

«Донецький обласний протипухлинний центр»

Особливості клініко- дозиметричного планування променевої терапії при раці прямої кишки

The peculiarities of clinical dosimetric planning of radiation therapy for rectal cancer

Summary. The suggested method of clinical dosimetric «sector-in-sector» planning allows to improve the efficacy of treatment in patients with malignant tumors of the rectum and metastases to the spine due to higher quality of dose distribution.

Key words: rectal cancer, radiation therapy, clinical dosimetric planning, dose distribution.

Резюме. Предлагаемый метод клинко-дозиметрического планирования «сектор-в-секторе» при облучении злокачественных опухолей прямой кишки и метастазов в позвоночник, позволяет значительно повысить эффективность лечения за счет более качественного дозного распределения.

Ключевые слова: рак прямой кишки, лучевая терапия, клинко-дозиметрическое планирование, дозное распределение.

Ключові слова: рак прямої кишки, променева терапія, клініко-дозиметричне планування, дозний розподіл.

Променева терапія (ПТ) є одним з основних і результативних методів лікування онкологічних захворювань. За даними ВООЗ, ПТ підлягають близько 75% і понад 50% хворих практично виліковуються. У Європі живуть близько 10 млн осіб, які перенесли онкологічне захворювання, і 50% з них отримували променеве лікування. Сучасна променева терапія — строго наукова дисципліна, що базується на фундаментальному фізико-технічному забезпеченні, радіобіологічному та біофізичному обґрунтуванні, досягненнях експериментальної та клінічної онкології. Променева терапія злоякісних новоутворів може бути ефективною тільки при дотриманні таких умов, які стосуються не лише правильного підведення необхідної дози випромінювання до патологічного вогнища, але й зведення до мінімуму променевого впливу на навколишні здорові органи і тканини іонізуючого випромінювання, правильного вибору виду і енергії, найбільш раціонального підбору просторового розподілу дози з урахуванням неоднорідності конденсованого середовища (людського організму). При опромінюванні патологічного вогнища терапевтичний ефект пов'язується з пригніченням функцій і

росту клітин та окремих тканин, а в ряді випадків з їх деструкцією. В основі цих явищ лежать фізичні процеси взаємодії рентгенівського або гамма-випромінювання, вторинних випромінень (в основному електронів), що також викликаються ними, з атомами біологічного середовища. Ці фізичні процеси є первинною ланкою в ланцюзі фізико-хімічних і біохімічних процесів, що визначають розвиток терапевтичного ефекту опромінювання. Тому для вдосконалення методів рентгено- та гамма-терапії необхідні не тільки клінічні спостереження і дані про біологічну дію рентгенівського та гамма-випромінень, але й вивчення їх фізичних властивостей і основ застосування в терапевтичних цілях.

Успіх ПТ приблизно на 50% залежить від радіочутливості пухлини, на 25% від апаратного оснащення якісного його супроводу, на 25% від вибору раціонального клінічного та дозиметричного плану лікування, точності його відтворення від сеансу до сеансу опромінювання. Так, відхилення осередкової дози від запланованої у бік її збільшення тільки на 5% призводить до клінічних проявів реакцій нормальних тканин, а таке ж відхилення в бік зменшення — до зростання кількості рецидивів. Це зумовлює проблеми забезпечення гарантії якості променевої терапії. Необхідно навчитися управляти якістю променевого лікування, займатися профілактикою помилок, проводити аналіз на кожному етапі опромінювання. Для цього вкрай важливо виявити і мінімізувати джерела помилок процесів і процедур підготовки та реалізації променевої терапії хворих, систематизувати і розробити індивідуальні стандарти підготовки опромінювання і лікування, по відношенню до яких дане лікування може бути перевірено і зіставлено.

Найважливішим етапом ПТ є дозиметричне планування, яке полягає у визначенні засобів радіаційного впливу на вогнище пухлинного захворювання і, отже, на весь опромінюваний організм.

Першопричиною радіаційних ефектів є поглинання енергії випромінювання в об'єкті радіаційного впливу, і доза, як міра поглинутої енергії, виступає основною дозиметричною величиною. Сукупність фізико-технічних умов опромінювання утворює план опромінювання. Кожному плану відповідає певний розподіл дози в осередку ураження і нормальних органах і тканинах організму. Пильну увагу привертає до себе одна з найскладніших і нагальних проблем радіології — облік і кількісна оцінка впливу розподілу доз на ймовірність променевих ускладнень у нормальних органах і тканинах. Нині для проведення сеансів дистанційної ПТ застосовують різні види іонізуючого випромінювання. Серед них насамперед слід назвати гамма-випромінювання Co-60. Історично першими високоенергетичними апаратами, що застосовуються для дистанційного опромінювання, були гамма-терапевтичні установки. В Україні, як і раніше, вони є основними у променевому лікуванні. Отже питання надійності медико-фізичної оснащеності гамма-терапевтичних установок, технології систематики та стандартизації дистанційного гамма-опромінювання залишаються вкрай важливими.

У Донецькому обласному протипухлинному центрі накопичено певний досвід клініко-дозиметричного планування ПТ — на двох медичних лінійних прискорювачах CLINAC за допомогою 3D-системи дозиметричного планування ECLIPSE фірми VARIAN (з 2007 р.). Об'ємне планування, з наступною реалізацією створеного плану на лінійному прискорювачі, оснащеному багатопелюстковим коліматором, значною мірою дозволяє керувати не тільки формою ізодозної кривої, а й формою ізодозної поверхні, особливо високодозної (95%, при нормалізації — 100% max) поверхні, щоб у результаті

успішного планування максимально наблизити її до конфігурації об'єму, який необхідно опромінити в терапевтичному інтервалі 95–105% запланованої осередкової дози. На жаль, рівень оснащення лікувальних онкоустанов України медичними лінійними прискорювачами ще надто низький. Отже в ряді випадків для ПТ на гамма-апаратах може бути актуальною розроблена в ДОПЦ методика опромінення «сектор-у-секторі». Ця методика по суті імітує введення віртуальних клинів у площині ротації. Якщо у зв'язку з індивідуальними анатомічними особливостями пацієнта ми обмежені у виборі напрямів, які доцільно використовувати для гамма-терапії тим, що відстань за ходом променя перевищує 17 см, а конфігурація патологічного вогнища в площині поперечного зрізу має витягнуту вглиб тіла форму і неможливо оптимально опромінити вогнище з допомогою одного сектора хитання, ми використовуємо два сектори — «сектор-у-секторі». Їх розміщуємо таким способом: координати ізоцентра першого сектора, кут хитання, розмір поля вибираються з розрахунку, щоб 80%-ва ізодоза збігалася з контурною лінією опромінення вогнища в тій її частині, яка розташована ближче до поверхні тіла. Ізоцентр другого сектора розташований глибше, ніж перший ізоцентр (часто — на лінії контуру патологічного вогнища, найбільш віддаленого від поверхні тіла). Кут хитання другого сектора або збігається з кутом хитання першого сектора, або перевищує його. Розмір поля залежить від розміру опромінюваного об'єму, але, як правило, розмір поля другого сектора менше, ніж розмір першого поля. Внесок у осередкову дозу другого сектора відносно першого вибираємо в інтервалі 10–80%. Варіюючи зазначеними параметрами, домагаємося повного збігу 80%-вої ізодозної кривої з контуром об'єму, який повинен бути опромінений продиктованою вогнищевою дозою.

Клініко-дозиметричне планування гамма-терапії за описаною методикою виконується на 2D-системі дозиметричного планування NPS (фірма NUCLETRON, Нідерланди).

Ця методика застосовується в ДОПЦ з 2000 року і використовується при топографічному плануванні ПТ у хворих з пухлинами великого розміру і складних конфігурацій (пряма кишка), а також при метастатичних ураженнях хребта (через протяжність осередку ураження та природних вигинів хребта). У період 2000–2009 рр. у ДОПЦ проліковані 643 хворих на рак прямої кишки. Всім проведено передопераційний курс ПТ в режимі ротації з різними секторами опромінення. Залежно від вибору методики хворі були розділені на 2 групи: до першої увійшли пацієнти, яким застосовували методику з використанням одного сектора і одного центра опромінення — 463 (72%) пацієнти, а в другу увійшли хворі, ліковані за методикою «сектор-у-секторі» з двома центрами — 180 (28%) пацієнтів. Вибір цієї методики для другої групи визначався при проведенні топографічного дослідження і залежав від анатомічних особливостей хворого, а також розмірів та конфігурації пухлини. Розподіл за статтю та віком був практично ідентичним в обох групах: у першій чоловіки склали 52,2%, а жінки 47,8%, у другій — 48,4 і 51,6% відповідно. Дані дослідження свідчать, що найбільш уражуваними є середньоампулярний (37,9%) і нижньоампулярний (30,1%) відділи, найменше уражується верхньоампулярний відділ (15,2%) та анальний канал (12,1%), потім ректосигмоїдний відділ (4,2%) і найрідше — періанальна ділянка (0,5%). Частота за стадіями: I стадія — 2%, II — 49, III — 38,4, IV — 10,6%. Таким чином, використання методики «сектор-у-секторі» дозволяє досягти зменшення пухлини в об'ємі, поліпшити умови для оперативного

втручання, сприяє перетворенню іммобільної пухлини в мобільну, знижує ризик метастазування, а також дає можливість уникнути пізнього ускладнення, зокрема фіброзу і коліту. Відзначено, що у пацієнтів, яких лікували за методикою «сектор-у-секторі» частота післяопераційних ускладнень знизилася на 3,6, летальність — на 1,5%.

За цей час також було проліковано 273 хворих з метастатичними ураженнями хребта (переважно грудного й поперекового відділів) з використанням методики «сектор-у-секторі», перевага якої полягає у можливості максимально охоплювати уражені хребці (від трьох і більше), зберігаючи 80%-ву ізодозну криву з контуром об'єму, який має бути опромінений запропонованою вогнищевою дозою, навіть у місцях природних вигинів хребта.

Таким чином, доведено доцільність застосування методики «сектор-у-секторі» при плануванні та проведенні сеансів променевої терапії: підвищена точність дозиметричних розрахунків; доведена можливість індивідуального планування дистанційного опромінення.