

ФАНТОМНА ДОЗИМЕТРІЯ ЯК СПОСІБ ВЕРИФІКАЦІЇ ПРОГРАМНОГО РОЗРАХУНКУ ДОЗ У ПРОМЕНЕВІЙ ТЕРАПІЇ ОНКОХВОРИХ

Федурця Ю.В., Авер'янова Л.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки

e-mail: yurii.fedurtsia@nure.ua

Вступ. Онкологічні захворювання є одними з найбільш розповсюджених патологій, які незмінно лідирують серед причин смерті українців (10,4 % випадків на 2022 р.). Одним з найефективніших методів лікування, які застосовуються у комплексній терапії раку, є дистанційна променева терапія, яка призначається більш як половині онкопацієнтів. Актуальною задачею променевої терапії є забезпечення якомога точної відповідності розрахункової та відпущеної дози опромінення із урахуванням індивідуальних особливостей пухлинного процесу.

Результати роботи. Найважливішим етапом підготовки до променевої терапії онкохворих є планування об'ємного розподілу дози іонізуючого випромінювання на основі даних рентгенівської КТ-візуалізації. Сучасна дистанційна променева терапія базується на застосуванні лінійних прискорювачів електронів з енергією фотонного випромінювання від 6 до 18 МеВ. Апаратно реалізуються різні технології опромінення на базі 3D-конформної променевої терапії: IMRT (модульована за інтенсивністю), IGRT (з керуванням за зображенням), VMAT (об'ємно модульована), спіральна томотерапія, стереотаксична радіотерапія. Системи комп'ютерного планування променевої терапії дозволяють змодельовувати індивідуальний розподіл дози в заданому об'ємі тіла на основі даних про його внутрішню КТ-структуру, а також параметрів терапевтичного пучку (об'ємного розподілу енергії, колімації, просторової позиції тощо). Модельні алгоритми розрахунку дозного розподілу описують різні процеси - від гальмування електронів в мішені прискорювача до поглинання енергії випромінювання в тілі пацієнта. Для цього в даний час застосовують метод Монте-Карло з великим обсягом обчислень. Результати цього обчислення верифікуються із застосуванням спрощених стандартних дозиметричних фантомів, за допомогою яких можна перевірити відповідність розрахованих та виміряних безпосередньо терапевтичних доз у модельних об'єктах. Проте стандартні дозиметричні фантоми не відтворюють реальної анатомії людського організму, через що експериментально визначений розподіл доз високоенергетичного фотонного випромінювання при взаємодії з морфологічно гетерогенними структурами у заданій області може відхилятися від програмно змодельованого дозного розподілу. Найбільш складно оцінити такі відхилення для планування в області «голова-шия». Наявність в цій області природних порожнин та неінвазивного доступу до них робить можливим розміщення спеціальних індивідуальних вкладишів з мініатюрними термолюмінесцентними дозиметрами (ТЛД), які б однозначно визначались на КТ-зрізах при розрахунку розподілу дози. В той же час за результатом сеансу променевої терапії можна було б оцінити фактичну дозу в заданому осередку. Для більш точної дозиметрії слід застосовувати спеціальні антропоморфні фантоми для фотонної променевої терапії. Такі дослідження слід провести на апаратах з різними технологіями опромінення з метою співставлення результатів та виявлення найбільш адекватної методики для конкретних анатомічних зон. Це в свою чергу забезпечить максимальну терапевтичну дію на пухлину з мінімальними радіаційними ушкодженнями здорових тканин.

Висновок. Верифікація розрахункових дозних розподілів при плануванні дистанційної променевої терапії має проводитись із застосуванням спеціальних антропоморфних дозиметричних фантомів. Наявність в них «природних» порожнин дозволить розмістити внутрішньопорожнинні вкладиші з ТЛД-елементами для прямого вимірювання поглиненої дози фотонного випромінювання. Співставлення результатів фантомного вимірювання дози в референтних точках з попередньо розрахованими значеннями надалі дозволить за тією ж методикою верифікувати величину разової та сумарної осередкової дози для кожного пацієнта.

