



БРАХІТЕРАПІЯ У ЛІКУВАННІ РАКУ МОЛОЧНОЇ ЗАЛОЗИ

Рибалко А. Д.¹, Шейкіна Н. В.²

Науковий керівник: кандидат біологічних наук, доцент Шейкіна Н. В.

¹ Комунальний заклад “Харківський ліцей №131 Харківської міської ради”

² Національний фармацевтичний університет, Харків, Україна

rybalkoann.dance@gmail.com

Вступ. Онкологічні захворювання залишаються однією з найбільш актуальних проблем сучасної медицини, що потребують комплексного підходу до діагностики та лікування. За статистичними даними Держстату, у 2022 році новоутворення склали 10.4% від загальних причин смертності серед населення віком до 65 років в Україні. Особливо гострою є проблема раку молочної залози, який спричиняє 20.3% смертності серед жіночого населення, що робить його одним із найнебезпечніших онкологічних захворювань. Променева терапія, яка традиційно є основним методом лікування злоякісних новоутворень, має ряд суттєвих недоліків, пов'язаних із розвитком місцевих променевих змін. Ці ускладнення виникають внаслідок декількох факторів: похибок у плануванні та проведенні терапії, неврахування особливостей дозового розподілу іонізуючих випромінювань у тканинах, наявності супутніх захворювань та недооцінки віддалених наслідків радіаційного впливу. Особливо критичним є вплив променевої терапії на здорові тканини, що оточують пухлину, що може призводити до значних післяпроменевих ускладнень.

З метою подолання цих недоліків був розроблений метод брахітерапії – альтернативний метод точкового таргетованого опромінення злоякісних пухлин. Цей інноваційний підхід дозволяє суттєво мінімізувати негативний вплив іонізуючого випромінювання на оточуючі тканини, забезпечуючи при цьому високу ефективність лікування безпосередньо в зоні ураження. Особливої актуальності метод набуває при лікуванні раку молочної залози, де збереження здорових тканин має критичне значення не лише з медичної, але й з естетичної точки зору.

Мета дослідження. На основі комплексного аналізу сучасної наукової літератури дослідити новітні напрацювання медичних фізиків та онкологів щодо використання брахітерапії як альтернативного методу лікування раку молочної залози, з особливим акцентом на ефективність методу та його переваги порівняно з традиційною променевою терапією.

Матеріали та методи. Об'єкт дослідження – метод брахітерапії, її фізичні та клінічні аспекти. Завдання – провести всебічний літературний огляд фізичних та клінічних аспектів брахітерапії, включаючи аналіз різних типів випромінювання та їх терапевтичної ефективності, детально дослідити

особливості використання методу для лікування злоякісних новоутворень молочної залози, з урахуванням специфіки планування та проведення процедури, визначити та проаналізувати переваги та недоліки методу в контексті сучасної онкологічної практики.

Результати дослідження. В основі брахітерапії лежить використання різних типів іонізуючого випромінювання, кожен з яких має свої особливості та сфери застосування. Найпоширенішими є джерела фотонного випромінювання, хоча в специфічних випадках застосовуються також β -частинки та нейтрони. Фотони випромінюють γ -промені через γ -розпад і характеристичні рентгенівські промені шляхом захоплення електронів і внутрішнього перетворення, наприклад: ^{60}Co , ^{137}Cs , ^{192}Ir , ^{125}I , ^{103}Pd . β -частинки випромінюють електрони після розпаду β -джерела, а саме: $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$. Джерелом нейтронів є спонтанний ядерний поділ, наприклад: ^{252}Cf .

Найпопулярнішим джерелом для післязавантаження є ^{192}Ir через його оптимально проміжну середню енергію γ -променів (~ 400 кеВ) і високу питому активність. Проте, його короткий період напіврозпаду є явним недоліком, оскільки потрібна часта заміна джерел (зазвичай три-чотири рази на рік). Для типового лікування раку молочної залози використовують інтерстиціальну модель. Сьогодні найчастіше використовуються системи HDR (висока потужність дози з джерелом ^{192}Ir із типовою активністю 10-20 Ки (370-740 ГБк)) через оптимізацію розподілу дози, амбулаторне лікування та усунення радіаційного опромінення персоналу. Недоліками систем HDR є невизначеність біологічної ефективності, можливість випадкового високого опромінення та серйозних помилок, підвищення завантаження персоналу. Для 90 % локального контролю необхідно підведення до пухлини не менше 70 Гр, це досягається поєднанням дистанційного опромінення в дозі 50 Гр з інтерстиціальним бустом 20 Гр.

Виділяють наступні клінічні аспекти планування та реалізації брахітерапії: отримання інформації про розташування пухлини в ураженому органі на основі даних мамографії, УЗД, КТ, МРТ; попереднє віртуальне розміщення в обраному об'ємі заданої кількості імплантів, планування дози та формування об'єму опромінення, визначення середньої дози і режиму фракціонування або безперервного підведення дози з урахуванням ефекту потужності дози і реакції певної тканини на опромінення; отримання інформації про дійсне розташування імплантів за допомогою КТ-топометрії; підбір необхідного комплексу джерел опромінювання; проведення планування з урахуванням попереднього плану і ступеня його реалізації, оптимізації відносно від реальної позиції імплантів; реалізація програми інтерстиціальної брахітерапії та оцінка її результатів.



Запланований об'єм опромінення включає 20-30 мм тканини грудної залози навколо первинної пухлини при органозберігальному лікуванні, оскільки ця площа містить 80 % мікроскопічної дисемінації. Уникнення опромінення шкіри запобігає появі пізніх шкірних телеангіектазій. Коли доза опромінення шкіри сягає 50 Гр, пізні телеангіектазії можуть виникнути у 30 % випадків. Зазвичай після дистанційного опромінення грудей судини шкіри отримують від 20 до 40 Гр, залежно від енергії фотона та кута променя. Тому при проведенні брахітерапії як другого етапу променевого лікування дуже невелика частина дози на шкіру може бути підведена без ризику перевищення толерантності і розвитку телеангіектазій.

У більшості досліджень виявлено зменшення кількості рецидивів при використанні інтерстиціального опромінення. Статистичні дослідження демонструють значне зменшення частоти рецидивів при використанні інтерстиціального опромінення порівняно з традиційними методами. Зокрема, частота рецидивування протягом 10 років становить 8,1% при інтерстиціальному опроміненні та 13,5% при використанні електронного бусту (Уїлкоксона $W=1211$, $p=0.0021<0,05$). Для пухлин, що глибоко локалізовані, інтерстиціальна брахітерапія має потенційну перевагу за ступенем конформності опромінення, зменшує опромінюваний об'єм без втрати якості опромінення і зменшує дози, що підводяться до шкіри, у порівнянні з дистанційним бустом. Аналіз об'ємів свідчить про дійсне зменшення об'єму опромінення в 3 рази у пацієток, що отримали імплант, у порівнянні з тими, кому застосовувався дистанційний буст. Отже, дослідження свідчать про те, що брахітерапія молочної залози є безпечним варіантом прискореного часткового опромінення грудей після лампектомії на ранній стадії раку молочної залози з профілем толерантності, подібним до профілю опромінення цілої молочної залози.

Переваги лікування брахітерапією порівняно з дистанційним бустом – це покращена локалізована доставка дози до цільового об'єму, різке падіння дози за межі цільового об'єму, краща конформна терапія. Недоліком є те, що брахітерапія використовується лише у випадках, коли пухлина добре локалізована і відносно невелика, також це дуже трудомісткий метод.

Таким чином, брахітерапія є важливим методом лікування злоякісних захворювань. Проте типові відділення радіаційної онкології лікує близько 80% своїх пацієнтів зовнішніми променевими методами та близько 10-20% пацієнтів брахітерапією. Однак поява дистанційної брахітерапії післянавантаження зробила цей метод набагато ефективнішим для пацієнта та безпечнішим для персоналу.

Висновки. Отже, метод брахітерапії дає змогу зменшити променеве навантаження на оточуючі тканини та збільшити сумарну очагову дозу на

пухлину. Для лікування раку молочної залози найчастіше використовують ^{192}Ir . Доведена ефективність інтерстиціальної брахітерапії в комплексному лікуванні раку грудної залози щодо частоти місцевого рецидивування і косметичного ефекту. Проте, недоліком брахітерапії є те, що її використовують лише у випадках, коли пухлина добре локалізована і відносно невелика, до того вона є дуже трудомістким методом.

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ ДЛЯ ОПАЛЕННЯ БУДІВЛІ

Рихло К. О.

Наукові керівники: Алексахін О. О., Скрипніченко В. В.

Комунальний заклад «Харківський ліцей № 17 Харківської міської ради»;

Комунальний заклад «Харківська обласна Мала академія наук Харківської
міської ради Харківської області», Харків, Україна

rK100656.2q@gmail.com

Вступ. Характерною рисою теперішнього часу є світовий енергетичний дефіцит, що поступово збільшується. Наші сьогоденні енергетичні системи значною мірою покладаються на викопні види палива - кам'яне й буре вугілля, нафта, газ, сланець і торф, запаси яких обмежені. Відновлювальні джерела енергії, які іноді називаються «альтернативними джерелами енергії» постійно поповнюються природними циклами землі. Роботу присвячено актуальній темі зменшення витрат енергоресурсів системами теплоспоживання. Зменшення витрат енергоресурсів на опалення будівлі забезпечується використанням теплового насоса, який використовує теплоту ґрунту.

Мета дослідження. Оцінка ефективності використання теплового насоса у схемі системи опалення будівлі. Об'єктом досліджень є приватний будинок опалювальною площею 80, розташований у кліматичних умовах м. Харкова. Предметом досліджень є термодинамічні процеси циклу парокомпресійної теплонасосної установки; закони теплопереносу.

Матеріали та методи. Тепловий насос, або термотрансформатор – це екологічно чиста, компактна установка, що дозволяє отримувати теплоту для використання за рахунок перетворення низькопотенційної теплоти в енергію більш високого температурного потенціалу.

Використання теплових насосів дозволяє концентрувати розсіяну в оточуючому середовищі теплоту для подальшого використання, наприклад, для опалення та гарячого водопостачання. Як робоче тіло у теплонасосних