

Юрій ФЕДУРЦЯ, аспірант,

Лілія АВЕР'ЯНОВА, канд. техн. наук, доц.,

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна, e-mail: lilya.averyanova@nure.ua

РОЛЬ МУЛЬТИМОДАЛЬНОЇ ТОМОГРАФІЧНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ У ВИЗНАЧЕННІ ОБ'ЄМУ ОПРОМІНЕННЯ ПУХЛИН МОЗКУ

Анотація. Мультимодальна томографічна візуалізація є критично важливою для комп'ютеризованого планування лікування в сучасній зовнішній променевої терапії пухлин головного мозку. Точне визначення об'ємів мішені на зображеннях КТ та МРТ, порівняльний аналіз гістограм доза-об'єм для різних технологій опромінення дозволяють оптимізувати індивідуальний розподіл дози та покращити процес планування променевої терапії та мінімізувати її побічні ефекти.

Ключові слова: томографічна візуалізація, променева терапія, комп'ютерне планування опромінення, об'єм пухлини, діаграма «доза-об'єм»

Актуальність дослідження

Створення сучасних технологій лікування онкозахворювань безпосередньо залежить від розвитку методів візуалізації пухлин та систем обробки томографічних зображень для планування подальшого лікування. Одним з найбільш масових методів протипухлинної терапії є дистанційна променева терапія (ДПТ).

Вибір технології ДПТ для кожної конкретної локалізації пухлини має базуватись на порівняльному аналізі моделей розподілу доз в пухлині. Вони будуються на основі даних анатомічної 3D-моделі ділянки тіла та моделі глибинного розподілу доз випромінювання конкретного апарату ДПТ. Для її реалізації необхідно проаналізувати томографічні зображення, за якими визначити наступні параметри: великий об'єм пухлини GTV, клінічний об'єм мішені CTV, планований об'єм мішені PTV, опромінюваний об'єм ITV.

Оптимізація плану опромінення проводиться із залученням обчислень розподілу «доза-об'єм» в мішені та органах ризику. За результатом таких обчислень для кожного плану будуються діаграми «доза-об'єм» (DVH), порівняльний аналіз яких дозволяє визначити оптимальний індивідуальний план ДПТ.

Головною проблемою у процесі планування ДПТ є складність визначення об'єму пухлини GTV при аналізі томографічних зображень різної модальності (рентгенівська комп'ютерна томографія КТ, магніторезонансна томографія МРТ тощо) [1]. Особливо значущою є проблема сегментації пухлин головного мозку [2] з подальшим оконтурюванням GTV.

Мета дослідження

Провести порівняльний аналіз комп'ютерних планів опромінення пухлини головного мозку із залученням технологій автоматизованої сегментації мішені на КТ та МРТ-зрізах.

Основні матеріали досліджень

В роботі було проведено тестове комп'ютерне планування опромінення [3] у системі планування променевої терапії Eclipse для технології IMRT (модульована за інтенсивністю променева терапія) на основі результатів КТ та МРТ головного мозку пацієнта, якому було призначено ДПТ з приводу пухлини головного мозку (рис. 1). Було виконано оконтурювання GTV пухлини, виходячи з її нозологічної форми та патогістологічного варіанту. Визначено межі CTV, PTV, ITV та обчислено відповідні об'єми. За допомогою системи Eclipse для кожного плану багатопільного опромінення пацієнта побудовані гістограми розподілу доз DVH (рис.2).

Результати

На МРТ клінічна та субклінічна зона мішені мала значно більше морфологічних ознак для виявлення реальних контурів пухлини, ніж на КТ. За результатами розрахунку об'ємів мішені завдяки залученню зображень МРТ вдалося визначити об'єм пухлини GTV у 2,8 рази більший, ніж за КТ. Об'єм мішені, який підлягав опроміненню з урахуванням обраної технології, збільшився у 1,83 рази. Завдяки більш точному визначенню контурів пухлини за МРТ було отримано інший розподіл дози у критичних органах. Так, доза на лівий та правий оптичні нерви зменшилася у 2,4 та 2,9 рази відповідно, на ліве око – у 2,5 рази, на спинний мозок – у 2 рази.

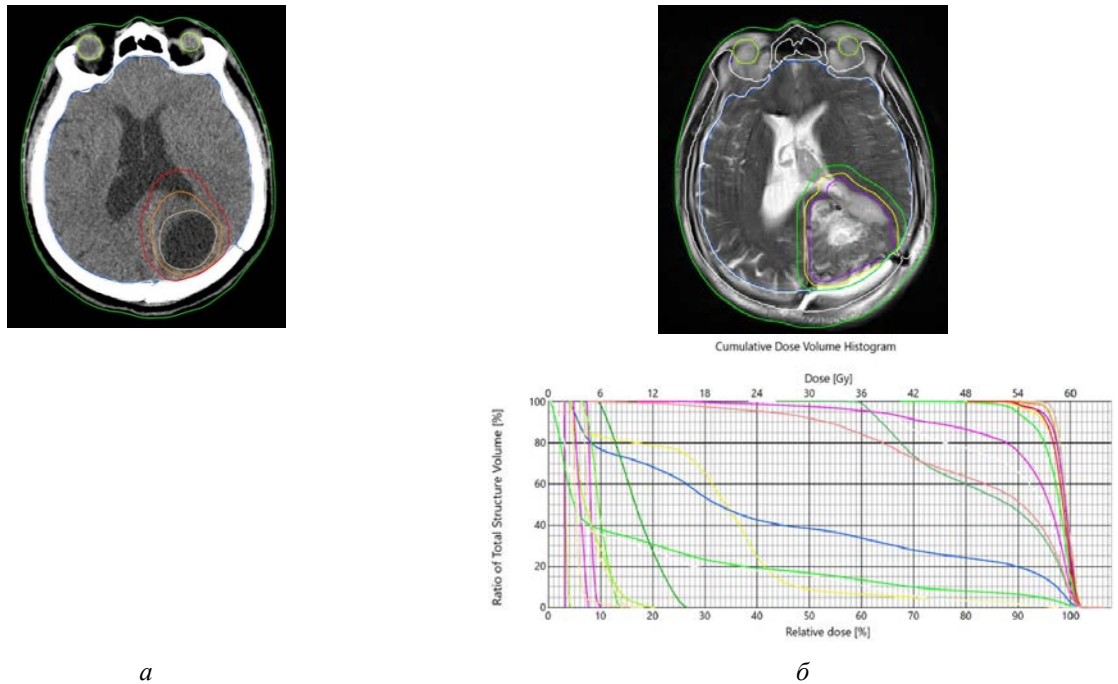


Рис. 1. Позначення об’ємів мішені та органів ризику, розподіл дози та діаграми DVH: *a* – при оконтурюванні на КТ; *б* – при оконтурюванні на КТ з урахуванням МРТ

Гістограма DVH плану з урахуванням МРТ підтвердила більшу однорідність розподілу дози у пухлині. За таких умов результат променевої терапії вбачається клінічно більш адекватним та прогнозованим, спрямованим на максимальне пригнічення росту пухлини.

Висновки

Проаналізовані методи передпроменевої томографічної візуалізації головного мозку. Проведено контурну сегментацію пухлини на КТ та МРТ. Здійснені експериментальні дослідження даних передпроменевої підготовки та планування опромінення пухлини головного мозку за технологією IMRT із застосуванням системи Varian Eclipse. Проведено порівняння планів на основі оконтурювання мішені із залученням КТ та МРТ-зображень. Виявлено значні розбіжності щодо опромінюваного об’єму та розподілу дози в мішені та органах ризику. Необхідно продовжити дослідження для порівняння планів на основі мультимодальних томографічних зображень з точки зору оптимізації дози опромінення, індивідуального фракціонування для кожного типу пухлини мозку.

Література

1. The role of modern medical imaging technologies at distant radiation therapy planning / V. P. Starenkiy // The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series : Medicine. – 2013. – № 1044, Issue 25. – С. 54–63. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKhM_2013_1044_25_12.
2. Avrunin O.G. Using a priori data for segmentation anatomical structures of the brain / O.G. Avrunin, M.Y. Tymkovych, S.P. Moskovko, et. al. Przegląd Elektrotechniczny: doi:10.15199/48.2017.05.20. V. 93–5. 2017. P. 102–105.
3. Федурця Ю.В., Авер’янова Л.О. Фантомна дозиметрія як спосіб верифікації програмного розрахунку доз у променевій терапії онкохворих // Сучасний стан та перспективи біомедичної інженерії : матеріали Міжн. наук.-практ. конф., присвяченої 125-річному ювілею НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (13–14.12.2023, м. Київ) : ел.збірник / Упоряд.: О.І. Голембіовська – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – С.218. <https://openarchive.nure.ua/handle/document/25126>.