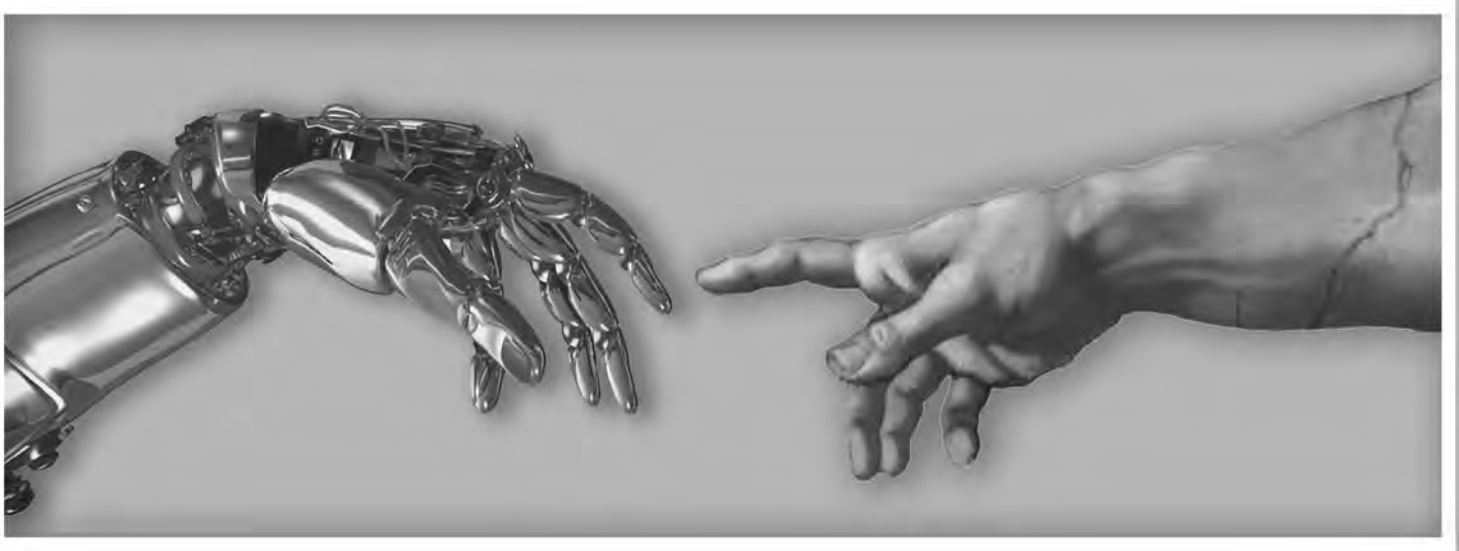


MODERN TECHNOLOGIES OF BIOMEDICAL ENGINEERING

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ



PROCEEDINGS OF THE III INTERNATIONAL SCIENTIFIC
AND TECHNICAL CONFERENCE
MAY 08-10, 2024

МАТЕРІАЛИ III МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
08-10 ТРАВНЯ 2024 РОКУ

Odesa, Ukraine / Одеса, Україна

**Ministry of Education
and Science of Ukraine
Odesa Polytechnic National University
Institute of Medical Engineering**

**Міністерство освіти і науки України
Національний університет
«Одеська політехніка»
Інститут медичної інженерії**

MODERN TECHNOLOGIES OF BIOMEDICAL ENGINEERING

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

**PROCEEDINGS OF THE III INTERNATIONAL
SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE
MAY 08-10, 2024**

**МАТЕРІАЛИ ІІІ МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
08-10 ТРАВНЯ 2024 РОКУ**

Odesa, Ukraine / Одеса, Україна

Вінниця, ВНТУ, 2024

**Under auspice of the
Social Organization “All Ukrainian Society of Biomedical Engineers and Technologists”**

За сприяння

Громадської організації «Всеукраїнська асоціація біомедичних інженерів і технологів»

**CONFERENCE
ORGANIZING COMMITTEE:**

Oborskyi H. (Ukraine) – Organizing Committee Chairman
Prokopovych I. (Ukraine) – Organizing Committee
Deputy Chairman
Titova N. (Ukraine) – Organizing Committee
Deputy Chairman
Manicheva N. (Ukraine) – Secretary

**INTERNATIONAL
PROGRAM COMMITTEE:**

<i>Avrunin O.</i> (Ukraine)	<i>Storchun E.</i> (Ukraine)
<i>Azarkhov O.</i> (Ukraine)	<i>Suchkov H.</i> (Ukraine)
<i>Diadiura K.</i> (Ukraine)	<i>Sukhodub L.</i> (Ukraine)
<i>Filatova A.</i> (Ukraine)	<i>Sydorenko I.</i> (Ukraine)
<i>Galkin A.</i> (Ukraine)	<i>Timchik S.</i> (Ukraine)
<i>Khudetskyi I.</i> (Ukraine)	<i>Vassilenko V.</i> (Portugal)
<i>Kovalenko O.</i> (Ukraine)	<i>Vysotska O.</i> (Ukraine)
<i>Levashenko V.</i> (Slovakia)	<i>Wójcik W.</i> (Poland)
<i>Liashenko A.</i> (Ukraine)	<i>Yavorska E.</i> (Ukraine)
<i>Maksymenko V.</i> (Ukraine)	<i>Yavorskyi B.</i> (Ukraine)
<i>Pavlov S.</i> (Ukraine)	<i>Zaitseva E.</i> (Slovakia)
<i>Shlykov V.</i> (Ukraine)	

Recommended for publication by Scientific Council
Institute of Medical Engineering of the Odesa Polytechnic
National University, minutes No. 11, April 23, 2024

*The authors are responsible for the uniqueness of the text
of the materials and compliance with the requirements
of academic integrity*

Free online access to materials at:

https://drive.google.com/file/d/1UaYopSBKke3sEvjUQhjn_h3M51Y2uWz1/view?usp=sharing

С 91 Сучасні технології біомедичної інженерії : матеріали III міжнародної науково-технічної конференції 08–10 травня 2024 р. Нац. ун-т «Одеська політехніка» / за заг. ред. І. В. Прокоповича, Н. В. Манічевої [Електронний ресурс] . — Вінниця : ВНТУ, 2024. — (PDF, 298 с.)

ISBN 978-617-8163-08-2 (PDF)

The collected volume of scientific reports presented at the international scientific and technical conference is a scientific and practical publication that contains scientific articles by students, graduate students, candidates and doctors of sciences, teachers, researchers, scientists and practitioners from Europe, Ukraine and from neighboring countries, and beyond. The topics of reports are very diverse and cover many topical problems of modern fundamental sciences related to biomedical engineering. Based on the relevance of the topics and the high level of the presented reports, the conference materials should be recommended to the relevant organizations of the countries for use and implementation of research results in the field of biomedical engineering and informatics.

Збірник наукових доповідей міжнародної науково-технічної конференції є науково-практичним виданням, яке містить наукові статті студентів, аспірантів, кандидатів та докторів наук, викладачів, науковців та практиків з різних країн та регіонів України. Тематика доповідей дуже різноманітна та охоплює багато актуальних проблем сучасних фундаментальних наук, пов'язаних з біомедичною інженерією. Виходячи з актуальності тематик і високий рівень представлених доповідей, матеріали конференції доцільно рекомендувати відповідним організаціям для використання та впровадження результатів досліджень в практичну та наукову діяльність.

УДК 615.47:616-89

ISBN 978-617-8163-08-2 (PDF)

© Національний університет «Одеська політехніка», 2024

© ГО «Всеукраїнська асоціація біомедичних інженерів і технологів», 2024

© Вінницький національний технічний університет, 2024

**ОРГКОМІТЕТ
КОНФЕРЕНЦІЇ:**

Оборський Г.О. (Україна) – голова оргкомітету
Прокопович І.В. (Україна) – заступник
голови оргкомітету
Тітова Н.В. (Україна) – заступник
голови оргкомітету
Манічева Н.В. (Україна) – секретар

**МІЖНАРОДНИЙ
ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ:**

<i>Аврунін О.Г.</i> (Україна)	<i>Павлов С.В.</i> (Україна)
<i>Азархов О.Ю.</i> (Україна)	<i>Сідоренко І.І.</i> (Україна)
<i>Вассіленко В.</i> (Португалія)	<i>Сторчун С.В.</i> (Україна)
<i>Висоцька О.В.</i> (Україна)	<i>Суходуб Л.Ф.</i> (Україна)
<i>Вуйцік В.</i> (Польща)	<i>Сучков Г.М.</i> (Україна)
<i>Галкін О.Ю.</i> (Україна)	<i>Тимчик С.В.</i> (Україна)
<i>Дядюра К.О.</i> (Україна)	<i>Філатова Г.С.</i> (Україна)
<i>Зайцева О.</i> (Словаччина)	<i>Худецький І.Ю.</i> (Україна)
<i>Коваленко О.С.</i> (Україна)	<i>Шликов В.В.</i> (Україна)
<i>Леващенко В.</i> (Словаччина)	<i>Яворська Є.Б.</i> (Україна)
<i>Ляшенко А.В.</i> (Україна)	<i>Яворський Б.І.</i> (Україна)
<i>Максименко В.Б.</i> (Україна)	

Рекомендовано до друку вченою радою Інституту медичної
інженерії Національного університету «Одеська
політехніка», протокол № 11 від 23 квітня 2024 р.

*Автори несуть відповідальність за унікальність тексту
матеріалів та відповідність вимогам академічної
добросовісності*

Електронна версія матеріалів доступна за адресою:

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.

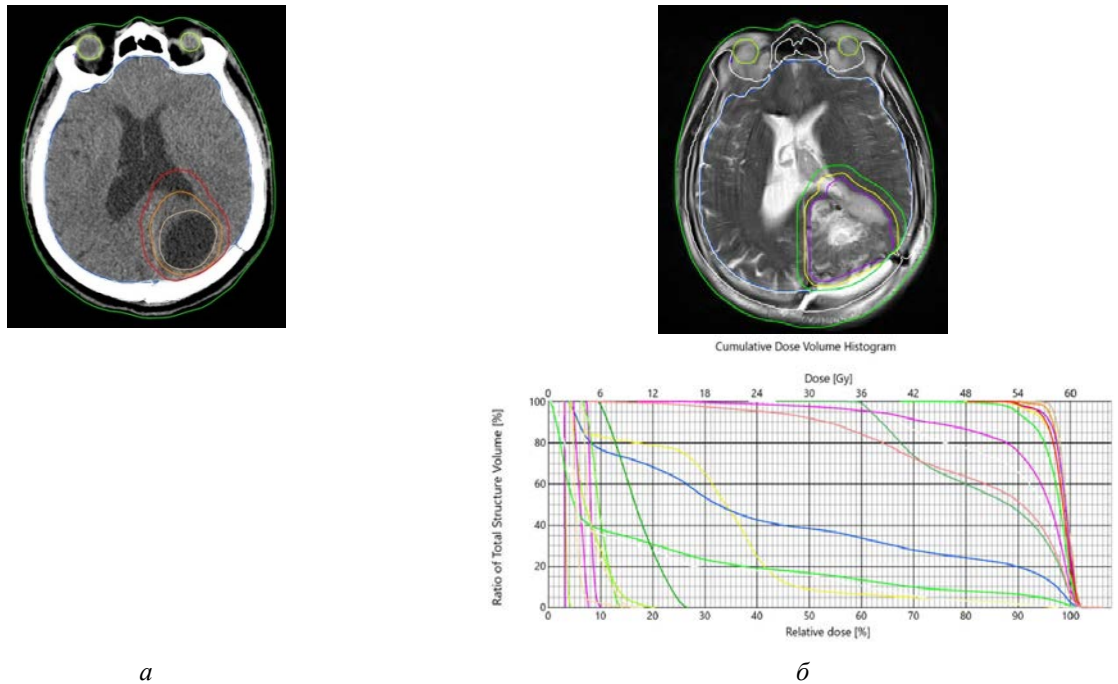


Рис. 1. Позначення об’ємів мішені та органів ризику, розподіл дози та діаграми DVH: *a* – при оконтурюванні на КТ; *б* – при оконтурюванні на КТ з урахуванням МРТ

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 променевої 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>.