

**О. І. Мохонько¹, В. Е. Орел^{2,3,*}, І. І. Смолянка ст.², Л. А. Сивак², А. Д. Лобода²,
І. В. Досенко², А. О. Ляшенко², І. І. Смолянка мол.², О. Ю. Рихальський², В. Б. Орел^{2,3},
О. Й. Дасюкевич², Т. Є. Тарасенко², С. І. Вовянко³**

¹ Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

² Національний інститут раку, Київ, Україна

³ Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

*Відповідальний автор: valeriirel@gmail.com

КОМП'ЮТЕРНЕ ПЛАНУВАННЯ МАГНІТОТЕРМІЇ МЕТАСТАЗІВ У ЛІМФАТИЧНИХ ВУЗЛАХ ХВОРИХ НА РАК ГРУДНОЇ ЗАЛОЗИ

За допомогою програмного забезпечення Comsol Multiphysics проведено комп'ютерне планування магнітотермії метастазів у лімфатичних вузлах пацієнтів, хворих на рак грудної залози. У ході планування було розраховано вплив електромагнітного випромінювання на підвищення температури з параметрами помірної гіпертермії (< 42 °C) у метастатично ураженому регіонарному лімфовузлі. Розроблена технологія може використовуватись при плануванні персоналізованого комплексного лікування за участі неoad'ювантної поліхіміотерапії хворих на місцево поширений рак грудної залози для підвищення можливості виконання органозберігаючих операцій.

Ключові слова: магнітотермія, рак грудної залози, метастази, лімфовузол, комп'ютерне планування.

**О. І. Mokhonko¹, V. E. Orel^{2,3,*}, I. I. Smolanka (Sr.)², L. A. Syvak², A. D. Loboda²,
I. V. Dosenko², A. O. Lyashenko², I. I. Smolanka (Jr.)², O. Yu. Rykhalskyi², V. B. Orel^{2,3},
O. I. Dasyukevich², T. Ye. Tarasenko², S. I. Vovyanko³**

¹ Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

² National Cancer Institute, Kyiv, Ukraine

³ National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine

*Corresponding author: valeriirel@gmail.com

INDUCTIVE HYPERTHERMIA PLANNING FOR PATIENTS WITH BREAST CANCER METASTASIS TO LYMPH NODES

Inductive hyperthermia treatment plans were built using Comsol Multiphysics software for patients with breast cancer metastasis to lymph nodes. To assess the influence of electromagnetic irradiation on temperature increase in metastatic lymph nodes, treatment plans were based on moderate hyperthermia parameters (< 42 °C). The proposed technology can be used to provide a more personalized approach to treatment planning for patients with locally advanced breast cancer receiving combination therapy which involves neoadjuvant chemotherapy and expand eligibility for organ-preserving surgery.

Keywords: inductive hyperthermia, breast cancer, metastasis, lymph nodes, computer planning.

REFERENCES

1. Z.P. Fedorenko et al. Cancer in Ukraine, 2016 - 2017. Incidence, mortality, prevalence, and other relevant statistics. *Bull. of the Nat. Cancer Registry of Ukraine* 19 (2018) 44. (Ukr)
2. R.L. Siegel, K.D. Miller, A. Jemal. Cancer statistics, 2019. *CA Cancer J. Clin.* 69(1) (2019) 7.
3. Z.P. Fedorenko et al. Cancer in Ukraine, 2018 - 2019. Incidence, mortality, prevalence, and other relevant statistics. *Bull. of the Nat. Cancer Registry of Ukraine* 21 (2020) 55. (Ukr)
4. E. Panieri, M.M. Santoro. ROS homeostasis and metabolism: a dangerous liason in cancer cells. *Cell Death & Disease* 7 (2016) e2253.
5. M. Erbes et al. Hyperthermia-driven aberrations of secreted microRNAs in breast cancer in vitro. *Int. J. Hyperthermia* 32(6) (2016) 630.
6. F. Chen et al. Hyperthermia in combination with oxidative stress induces autophagic cell death in HT-29 colon cancer cells. *Cell Biol. Int.* 32(7) (2008) 715.
7. M.W. Dewhirst, C.T. Lee, K.A. Ashcraft. The future of biology in driving the field of hyperthermia. *Int. J. Hyperthermia* 32(1) (2016) 4.
8. Y. Yorozu et al. Electron spectroscopy studies on magneto-optical media and plastic substrate interface. *IEEE Transl. J. Magn. Japan* 2(8) (1987) 740.
9. Introduction to COMSOL Multiphysics. Version COMSOL 5.4. (COMSOL Group, 2018) 216 p.

10. A.G. Losev et al. Problems of measurement and modeling of thermal and radiation fields in biological tissues: analysis of microwave thermometry data. [Vesti Volgogradskogo Gosudarstvennogo Universiteta 6 \(2015\) 31.](#) (Rus)
11. F. Bardati, S. Iudicello. Modeling the visibility of breast malignancy by a microwave radiometer. [IEEE Transactions on Biomedical Engineering 55\(1\) \(2008\) 214.](#)
12. A. Loboda et al. Efficacy of combination neoadjuvant chemotherapy and regional inductive moderate hyperthermia in the treatment of patients with locally advanced breast cancer. [Technol. Cancer Res. Treat. 19 \(2020\) 1533033820963599.](#)
13. A.I. Costin et al. Intraoperative assessment of sentinel lymph nodes in early-stage breast cancer. [Rom. J. Morphol. Embryol. 59\(4\) \(2018\) 1033.](#)

Надійшла/Received 17.11.2020