

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ 405-450 НМ НА ГЛИАЛЬНЫЕ ОПУХОЛИ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Диджус М.И. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук Федорова Ю.В.
(Университет ИТМО)

Введение.

В настоящее время онкологические заболевания являются наиболее распространенными причинами смерти среди населения. В числе них пациенты с диагностированными злокачественными новообразованиями центральной нервной системы (ЦНС) имеют один из самых низких процентов выживаемости среди онкологических больных [1]. Мозг, как главный орган ЦНС, контролирует большинство процессов, обеспечивающих функционирование организма [2]. Поэтому глиомы и глиобластомы, которые диагностируются в более чем 60% случаев обнаружения опухолей мозга, являются смертельно опасными [3]. Средняя заболеваемость этим недугом составляет 6 случаев на 100 000 населения в год, при этом у пациентов наблюдаются неврологические нарушения, поражение структуры мозга, а также иные вторичные симптомы [4]. Несмотря на многообразие традиционных методов лечения, таких как хирургия, химио- и радиотерапия, в большинстве случаев прогноз остается неблагоприятным.

Перспективной альтернативой традиционным методам лечения таких недугов являются лазерные методы лечения. Среди них малоинвазивная лазерная интерстициальная термотерапия (ЛИТТ) позволяет полностью удалить ткань, пораженную опухолью. При этом во время проведения операции здоровые клетки вокруг опухоли не поражаются, а срок восстановления пациента существенно снижается по сравнению с традиционными методами лечения [5, 6].

Глиальные новообразования отличаются высокой степенью снабжения опухоли кровью [7]. Пик поглощения гемоглобина – одного из основных компонентов крови – приходится на область между 400 и 500 нм. При этом на длине волны 480 нм наблюдается резкий спад поглощения гемоглобина [8]. Исходя из данных спектра поглощения крови, в данной работе исследуется влияние диапазона эффективного поглощения гемоглобина на результативность удаления глиальных новообразований. Поэтому целью данной работы является исследование воздействия лазерного излучения двух источников с длинами волн 405 и 450 нм на глиальные опухоли головного мозга.

Основная часть.

В данном исследовании проводилось моделирование воздействия лазерного излучения от двух источников в диапазоне 405-450 нм с тканью мозга в программах TracePro и COMSOL Multiphysics для оптического и теплофизического моделирования соответственно.

В качестве источников излучения использовались лазеры с длинами волн 405 и 450 нм. При оптическом моделировании количество лучей составляло 10 000.

Модель биоткани представляла собой изолированный куб со стороной 100 мм. Для биоткани были заданы оптические и теплофизические свойства глиомы и глиобластомы. Излучение доставлялось по кварц-кварцевому волокну, торец которого помещался в биоткань на заданную глубину. Начальная температура биоткани 37 °С, окружающей среды 20 °С.

В теплофизическом моделировании решалось уравнение теплопроводности для построения температурного распределения и уравнение Аррениуса для получения размеров зоны коагуляции.

Выводы.

В результате моделирования воздействия лазерного излучения 405-450 нм на глиомы и глиобластомы головного мозга получены распределения интенсивности излучения, температуры и функции Аррениуса в биотканях.

Проведен анализ результатов, выбраны оптимальные параметры для повышения эффективности ЛИТТ.

Список использованных источников:

1. Трашков А.П., Спирин А.Л., Цыган Н.В., Артеменко М.Р., Печатникова В.А., Верлов Н.А. Глиальные опухоли головного мозга: общие принципы диагностики и лечения // Педиатр. – 2015. – Т. 6. – №. 4. – С. 75-84.
2. Lah T. T., Novak M., Breznik B. Brain malignancies: Glioblastoma and brain metastases // Seminars in cancer biology. – Academic Press, 2020. – Т. 60. – С. 262-273.
3. Wick W., Osswald M., Wick A., Winkler F. Treatment of glioblastoma in adults // Therapeutic advances in neurological disorders. – 2018. – Vol. 11. – P. 1-13.
4. Wang L. M. et al. Malignant glioma // Human Brain and Spinal Cord Tumors: From Bench to Bedside. Volume 2: The Path to Bedside Management. – 2023. – С. 1-30.
5. Melnick K. et al. Role of laser interstitial thermal therapy in the management of primary and metastatic brain tumors // Current Treatment Options in Oncology. – 2021. – Т. 22. – С. 1-17.
6. Schwarzmaier H.J., Eickmeyer F., Fiedler V.U., Ulrich F. Basic principles of laser induced interstitial thermotherapy in brain tumors // Medical Laser Application. – 2002. – Vol. 17. – №. 2. – P. 147-158.
7. Ang F.Y., Fukuzaki Y., Yamanoha B., Kogure S. Immunocytochemical studies on the effect of 405-nm low-power laser irradiation on human-derived A-172 glioblastoma cells // Lasers in medical science. – 2012. – Vol. 27. – №. 5. – P. 935-942.
8. Zijlstra W. G., Buursma A. Spectrophotometry of hemoglobin: absorption spectra of bovine oxyhemoglobin, deoxyhemoglobin, carboxyhemoglobin, and methemoglobin // Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology. – 1997. – Т. 118. – №. 4. – С. 743-749.

Автор _____ Диджус М.И.

Научный руководитель _____ Федорова Ю.В.