

УДК 535.211

ЛАЗЕРНАЯ ТЕРМОДЕСТРУКЦИЯ ТКАНЕЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Юмин Е.С. (Университет ИТМО, Санкт-Петербург),

Научный руководитель – ассистент ФНЭ Федорова Ю.В.

(Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Создана оптическая модель тканей головного мозга, оптического волокна, углеродного пленочного и объемного, титанового оптотермического волоконного конвертера (ОТВК). Методом Монте-Карло рассчитано распространение лазерного излучения в тканях головного мозга с оптотермическими конвертерами и без них. Получены зависимости максимальной интенсивности излучения от глубины биоткани для двух случаев: при расположении опухоли в сером и белом веществе. Построены зависимости диаметра пятна лазерного излучения по уровню e^{-2} также для двух случаев. Было обнаружено, что использование ОТВК, легированного титаном, более эффективно для лазерной термодеструкции опухолей, по сравнению с углеродсодержащими ОТВК.

Введение. Из-за развития технологий, направленных на диагностику опухолей, наблюдается тенденция к росту их выявляемости. Поэтому необходимо развивать новые способы оперативного удаления новообразований головного мозга. Существующие на данный момент методы (удаление с помощью электрического, лазерного или обычного скальпеля) являются достаточно травматичными и период реабилитации после оперативного вмешательства остается длительным. Волоконные оптотермические конвертеры уже сейчас используются в хирургии. Например, с помощью углеродного ОТВК производится эндовазальная лазерная коагуляция вен. Была выдвинута гипотеза, что ОТВК возможно применять и для удаления новообразований головного мозга. В настоящей работе была исследована термодеструкция опухолей головного мозга путем преобразования энергии лазерного излучения длиной волны 0,98 мкм в тепловую энергию с помощью волоконных оптотермических конвертеров. В частности, было проведено сравнительное исследование трех конвертеров: пленочного углеродного, объемного углеродного и титанового.

Основная часть. Чаще всего данный вид операций проводится открытым способом и удаление опухолей происходит в пределах здоровой ткани, поэтому в компьютерной оптической модели головного мозга было создано 2 слоя – серое и белое вещество. Для оптической модели определены необходимые величины, а именно показатель преломления, рассеяния, поглощения и фактор анизотропии. Моделирование производилось в программе TracePro®Expert 7.0.1 Release («Lambda Research Corporation», США). Излучение длиной волны 0,98 мкм ввели в оптическое волокно с диаметром сердцевины 400 мкм и толщиной оболочки 20 мкм. Показатель преломления сердцевины $n_c = 1,457$, оболочки $n_o = 1,439$. Для моделирования распространения излучения использовалось 10000 лучей. В первую очередь было рассмотрено распространение излучения в головном мозге без использования конвертера. Рассмотрели два случая – волокно впритык к серому веществу и волокно впритык к белому веществу. В результате получено: в первом случае излучение проникает в мозговую ткань на 10 мм, во втором на 13 мм. Также была создана оптическая модель объемного углеродного волоконного оптотермического конвертера. Он состоит из внешней углеродной пленки и микропузырей. Показатель поглощения пленки 22 мм^{-1} , микропузырей $2,1 \text{ мм}^{-1}$. Моделирование распространения также проводили для двух случаев. Получено, что в случае расположения конвертера впритык к серому веществу излучение проникло в ткань на 7 мм до полного затухания. В случае, когда УОТВК был

расположен вплитык к белому веществу до полного затухания излучение проникло в ткань на 7 мм. Затем была создана модель титансодержащего ОТВК. Его показатель поглощения составил $1,25 \text{ мм}^{-1}$, а показатель рассеяния $520,02 \text{ мм}^{-1}$. Провели аналогичные моделирования для данного конвертера. Получили, что при его расположении вплитык к серому веществу излучение проникло в ткань на 6 мм. После расположение ТОТВК вплитык к белому веществу излучение прошло путь длиной 6 мм до полного затухания.

Вывод. В результате оптического моделирования было получено, что для лазерной термодеструкции тканей головного мозга наибольшей эффективностью обладает титансодержащий волоконный оптоотермический конвертер, так как глубина, на которую проникает излучение до полного затухания в ткани головного мозга, у него меньше, по сравнению с углеродным конвертером.

Юмин Е.С. (автор)

Федорова Ю.В. (научный руководитель)