

РАЗРАБОТКА ФАНТОМА ГОЛОВЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ДИАГНОСТИКИ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВЫХ ТРАВМ ОПТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Тимченко К.А., Новосельцева А.П., Аристов А.А.,

Научный руководитель: Аристов А.А., к.н.т., доцент

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр Ленина, 30, 634050

E-mail: tina_tim7@mail.ru

DESIGNING OF PHANTOM HEAD USED IN OPTICAL DIAGNOSTICS OF BRAIN INJURY

Timchenko K.A., Novoseltseva A.P., Aristov A.A.

Scientific Supervisor: Aristov A., PhD in Technical Sciences, Associate professor

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: tina_tim7@mail.ru

При травматических повреждениях мозга крайне важно оперативно выявить наличие внутримозговых гематом. До сих пор основным точным инструментальным методом выявления таких повреждений является томография, однако возможность проведения томографического обследования пациента сразу после травмы практически отсутствует. В связи с этим, задача создания прибора, оперативно выявляющего наличие внутримозговых повреждений, является актуальной. Для решения данной задачи предлагается подход, основанный на спектроскопии в оптическом диапазоне волн [1].

После разработки нами варианта конструкции прибора [2], для проверки работоспособности метода, мы столкнулись с сложностью проведения экспериментов. Для этого в идеале необходимо иметь пациентов, имеющих повреждения с известными (по данным ЯМР томографии) характеристиками гематом. Однако проведение испытаний непосредственно на человеке не могут быть разрешены комитетом этики, без предварительных опытов на животных или моделях физически близких к реальным объектам, на которые направлено исследование. Решить эту проблему представляется возможным с использованием искусственных образцов биотканей (фантомов) с близкими к реальным объектам свойствами. В нашем случае это в первую очередь оптические свойства.

Так как основной вклад в ослабление приходящего на приемник сигнала вносят костная и мозговая ткани, в рамках нашего проекта в фантоме будут моделироваться три ткани: костная, мозговая и собственно сама гематома. Мозговая ткань - это совокупность большого числа нейронов, которые представляют собой нервные волокна, окруженные миелиновыми оболочками. Они и вносят основной вклад в ее оптические свойства. Предполагается заменить данную ткань вязкой дисперсной жидкостью на основе масляной эмульсии. В частности на первом этапе исследований было предложено использовать майонез. Кость - это одна из наиболее важных модельных сред, поэтому она должна наиболее полно отвечать свойствам реального объекта. По результатам визуальной оценки интенсивности и размеров пятна рассеянного излучения от лазерного источника, полученных при просвечивании кости трепанированной с головы человека и образцов мутных пластиков, наше предпочтение было отдано фторопласту с той же толщиной, что и черепная кость. Гематома моделируется свернувшейся кровью человека, помещенной в силиконовую прозрачную ёмкость.

Мы провели оценку оптических свойств выбранных модельных материалов в сравнении с реальными образцами моделируемых тканей. Для исследования использовался полихроматический источник излучения (галагеновая лампа). Оценивалась интенсивность прошедшего и обратно рассеянного излучения через исследуемые образцы материалов и биотканей.

Измерения проводились с использованием фотометрической сферы. Данные с фотоприемника фиксировались и обрабатывались при помощи спектрографа Ocean Optics модели USB4000-IVS-NIR-ES. Образцы (корковое вещество мозга свиньи и кровь) помещались в тонкостенные кюветы толщиной 2мм. Фторопластовая пластина имела толщину равную средней толщине кости черепа человека.

Ниже приведены спектральные зависимости для исследуемых образцов, полученные в ходе исследования. На рис. 1 приведены спектры прошедшего излучения через мозг и среду, предположительно способную имитировать его в фантоме (майонез 70%).

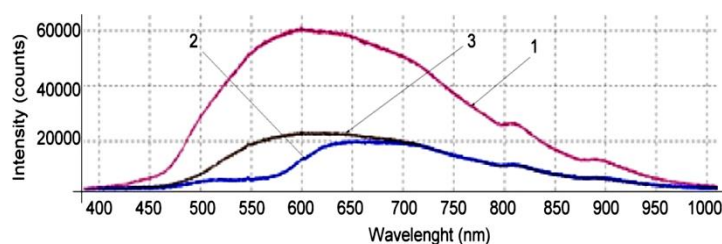


Рис. 1. Спектры прошедшего излучения через объекты. 1 – источника излучения без объекта, 2 – после прохождения через мозг, 3 – после прохождения через майонез.

Очевидно, что наибольшее совпадение характеристик, а это нам и требуется, наблюдается с 650 нм и далее (красная и ИК области спектра). Это подтверждается и графиком интенсивности прошедшего излучения (рис. 2). Оба образца в этой области пропускают излучение одинаково, около 30%.

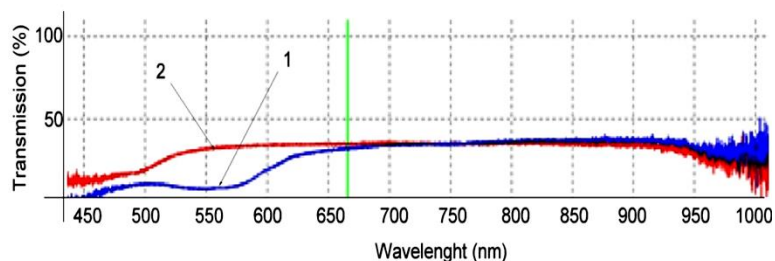


Рис. 2. Графики интенсивности прошедшего излучения через образцы. 1 – мозг, 2 – майонез.

Такое же исследование было проведено с костной тканью и фторопластом (рис. 3). Здесь наблюдается наибольшее совпадение характеристик с 750 нм. Что подтверждается и кривыми интенсивности прошедшего излучения (рис. 4). Как видно из графиков разброс между параметров кости и фторопласта в области от 750 нм и до 950 нм составляет около 5%.

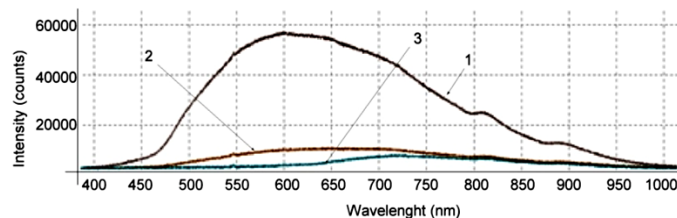


Рис. 3. Спектры прошедшего излучения через объекты. 1 – источника излучения без объекта, 2 – после прохождения через фторопласт, 3 – после прохождения через кость.

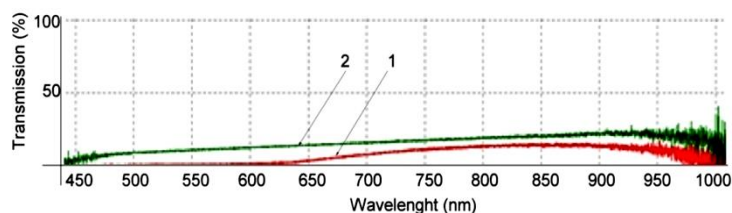


Рис. 4 Графики интенсивности прошедшего излучения через образцы. 1 – кость, 2 – фторопласт.

При исследовании образцов свернувшейся и не свернувшейся крови (рис. 5) было выявлено, что реакция на излучение в начинается с 600 нм. Достигает своего пика на 650 нм и затем постепенно спадает, но все же полностью не пропадает. Наибольшее различие в поглощении у образцов наблюдается на 650 нм, что подтверждается и кривыми интенсивности прошедшего излучения (рис. 6). На 650 нм разница составляет около 15-18%, тогда как в области 800 нм не более 6%.

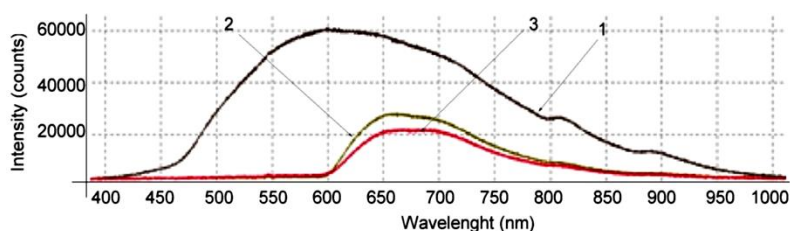


Рис. 5 Спектры прошедшего излучения через объекты. 1 – без объекта, 2 – не свернувшаяся кровь, 3 – свернувшаяся кровь.

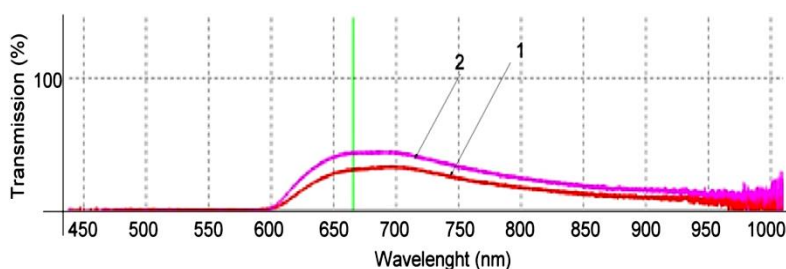


Рис. 6 Графики интенсивности прошедшего излучения через образцы. 1 – свернувшаяся кровь, 2 – не свернувшаяся кровь.

На основе данного факта можно сделать вывод, что наиболее специфичной для выявления гематомы (которая представляет собой сгусток свернувшейся крови) на фоне не свернувшейся крови, является красная область спектра. И, следовательно, проводя сравнительный анализ на этих двух длинах волн, можно более точно выделить участок с гематомой. В целом, в результате проведенных экспериментальных исследований доказана возможность применения выбранных нами модельных искусственных материалов для создания фантома головы для проведения оптических исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Зимняков Д.А., Тучин В.В. Оптическая томография тканей. Кантовая электроника., 2002, Т.32, №10, с.849-867.
2. Kristina A. Timchenko, Alexandr A Aristov, Ilya S. Musorov, Tatyana G. Evtushenko Development of Optoelectronic System for Subdural Hematoma Diagnostics // XV Международная конференция молодых специалистов по микро/нанотехнологиям и электронным приборам (EDM2014) Изд-во NSTU Printing office, Novosibirsk State Technical University, 2014. – С 319-322.