

ФЛУОРЕСЦЕНТНАЯ ДИАГНОСТИКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФДТ С ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРОМ ФОТОЛОН

М. П. Самцов, Д. С. Тарасов, К. Н. Каплевский, Е. С. Воропай,
П. Т. Петров, Ю. П. Истомин

Институт прикладных физических проблем им. А. Н. Севченко БГУ,
Минск

E-mail: samtsov@bsu.by

Обеспечение оптимальных условий проведения сеансов фотодинамической терапии (ФДТ) требует разработки методов оперативного контроля и анализа результатов лечения. Использование методов, которые нацелены на выявление в течение сеанса ФДТ индивидуального отклика на терапевтическое воздействие, позволит значительно повысить эффективность лечения в целом. В этом плане в работе [1] использован подход на основе анализа в процессе сеанса ФДТ спектральных свойств фотосенсибилизатора на основе полиметинового красителя обладающего флуоресценцией в области ближнего ИК диапазона. Так установлено, что по спектральным данным можно прогнозировать глубину и обширность некроза опухолевых тканей.

В данной работе приведены результаты исследования индотрикарбоцианинового красителя (ПК) в качестве флуоресцентного зонда для определения эффективности повреждения опухолевых тканей в процессе ФДТ с фотосенсибилизатором Фотолон®. Для выполнения поставленной задачи при введении Фотолон подопытным животным с перерезанными опухолями дополнительно вводился индотрикарбоцианиновый краситель. Концентрация введенного Фотолон составляла 2,5 мг/кг, которая является терапевтической. Фотовоздействие осуществлялось излучением полупроводникового лазера с $\lambda = 668$ нм, экспозиционная доза света составляла 100 Дж/см² или 50 Дж/см². Концентрация ПК выбиралась таким образом, чтобы его присутствие в организме не оказывало влияния на степень повреждения опухолевых тканей под воздействием излучения с $\lambda = 668$ нм и составляла 1 мг/кг. В группе животных, которым вводился только краситель при такой концентрации, в результате фотовоздействия излучением 100 Дж/см² полупроводникового лазера с $\lambda = 668$ нм наблюдались лишь поверхностные некрозы глубиной не более 1–2 мм.

Для группы животных, которым вводился фотолон при фотовоздействии излучением 100 Дж/см² глубина некрозов составила 14–15 мм. При этом фотовоздействии интенсивность флуоресценции Фотолон уменьшалась, что свидетельствует о выгорании фотосенсибилизатора. Интенсивность флуоресценции красителя в этих условиях практически не из-

менялась. Данное обстоятельство подтверждает, что фотоповреждение опухолевых тканей при ФДТ обеспечивалось Фотолоном.

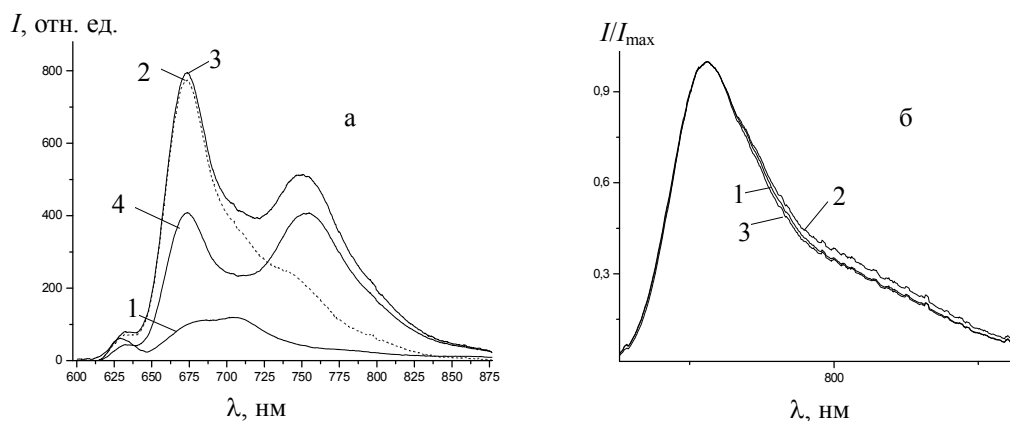


Рис. 1. а) Спектры флуоресценции при возбуждении излучением HeNe лазера с $\lambda = 632,8$ нм опухолевых тканей интактной крысы *in vivo* (1), при введении животному Фотолона 2,5 мг/кг (2), при введении Фотолона 2,5 мг/кг и ПК 1 мг/кг до начала фотовоздействия при ФДТ (3) и после фотовоздействия (4); б) Спектр флуоресценции красителя ($C_{кр}=1,0$ мг/кг) в опухолевой ткани при ФДТ с Фотолоном до (1) и после (2) облучения; рассчитанный спектр флуоресценции после фотовоздействия (3).

Глубина некроза ~ 15 мм

Присутствие Фотолона в биотканях при терапевтической концентрации не повлияло на положение и форму спектра флуоресценции красителя при возбуждении на $\lambda = 682$ нм (рис. 1, а). При фотовоздействии на опухолевые ткани, в результате которого через 24 часа были зарегистрировано образование некрозов глубиной 14 мм, в спектре флуоресценции красителя в облученной части опухоли наблюдалось увеличение относительной интенсивности в области 780–860 нм (рис. 1, б). Деформация спектра флуоресценции красителя при фотовоздействии носит регулярный характер и коррелирует с глубиной получаемого последующего некроза. Проведен анализ соответствия степени повреждения опухолевых тканей и наблюдаемых в результате фотовоздействия изменений в спектрах флуоресценции зонда. Установлено, что некрозу опухолей глубиной до 15 мм сопутствует увеличение полуширины спектра флуоресценции ПК, после завершения фотовоздействия интенсивность флуоресценции ПК в образцах не изменяется по сравнению с исходным уровнем.

Таким образом, в работе показана возможность применения индо-трикарбоцианинового красителя для диагностики эффективности ФДТ при использовании в качестве фотосенсибилизатора Фотолона.

1. Самцов М. П., Воронай Е. С., Ляшенко Л. С. и др. // ЖПС. 2011. Т. 78, № 1. С. 121–127.