

УДК 616.15: 616.849.5–085

## Неинвазивная методика оценка состояния поверхностной микрогемодинамики при фотодинамическом воздействии

С. К. Дик, Л. А. Василевская, И. И. Хлудеев, Е. А. Рычкова

Фотодинамическая терапия опухолей – сравнительно новый перспективный метод лечения некоторых видов злокачественных новообразований, основанный на сочетании фототоксического эффекта препарата (токсического действия на клетку при его взаимодействии со светом) с его накоплением преимущественно в опухолевой ткани. Одной из основных мишеней ФДТ является васкулярная система, повреждение которой сопровождается нарушением кровотока и прекращением поступления питательных веществ и кислорода, что вызывает гибель клеток опухоли. Таким образом, существует насущная потребность в разработке и использовании методов, позволяющих осуществлять контроль изменений состояния системы кровоснабжения ткани-мишени, происходящих в процессе фотодинамического воздействия. Целью данной работы является исследование капиллярного кровотока методом лазерной флоуметрии при фотодинамическом воздействии.

В эксперименте использовались белые крысы. Фотосенсибилизатор – препарат Фотолон производства АО «Белмедпрепараты». Раствор пигмента вводили в дозе 2 мг/кг веса. Для измерений использовали правую и левую лапы, предварительно подвергнутые химической депиляции. Кожную микрогемодинамику (МГД) исследовали в области правой (зона П) и левой (зона Л) лапы. Изучали амплитудно-частотные характеристики спектра флуктуаций интенсивности (СФИ) динамического спекл-поля, образованного рассеянным от кожных покровов лазерным излучением: мощность спектра (МС), среднюю частоту  $\langle F \rangle$  и коэффициент асимметрии  $A_s$  спектра [1]. Фотовоздействие светом полупроводникового лазера (660 нм, 40 мВт) на кожный покров проводили только на правую лапу.

Измерения производились через следующие промежутки времени:

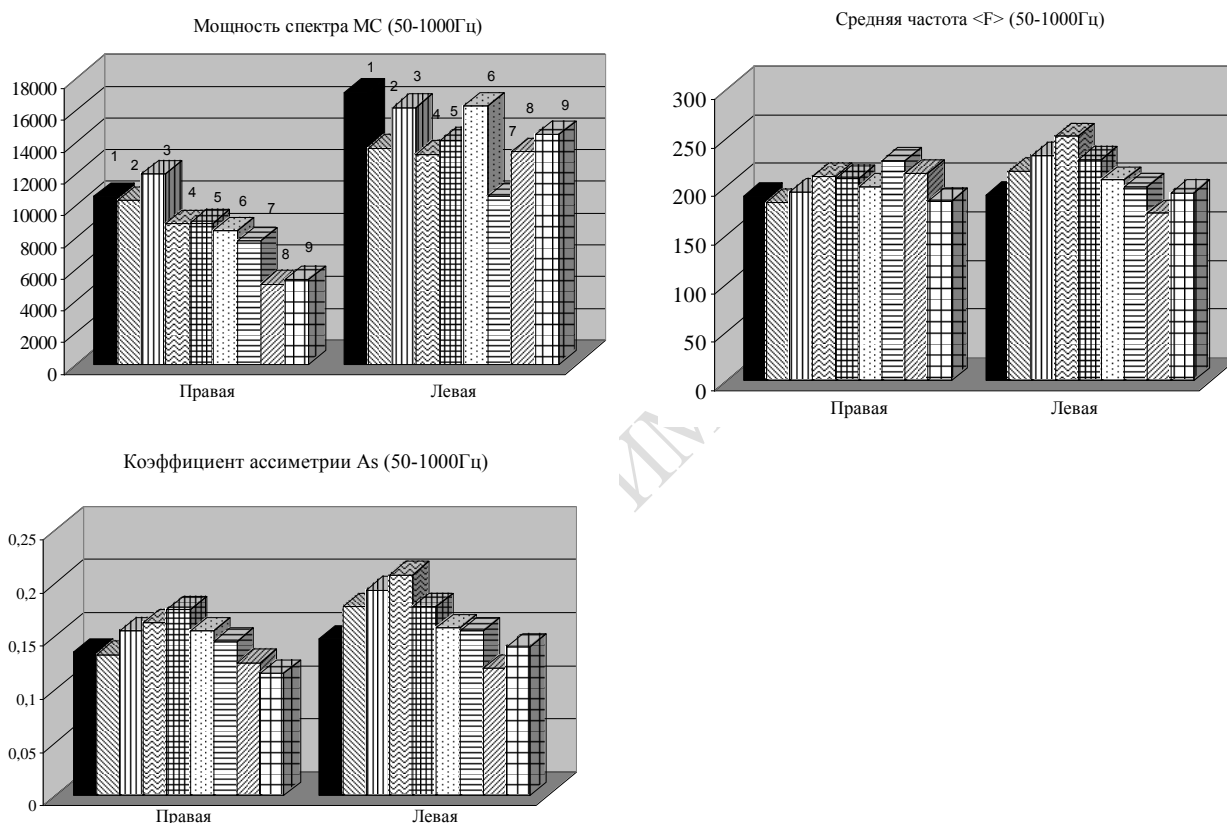
- 1) норма (в начале исследования);
- 2) через 10 минут после введения Фотолона;
- 3) 30 минут облучения п/п лазером;
- 4) через 30 минут после окончания процедуры облучения;
- 5) через 60 минут после окончания процедуры облучения;
- 6) через одни сутки после окончания процедуры облучения;
- 7) 30-минутного облучения п/п лазером на вторые сутки;
- 8) через 30 минут после повторного 30-минутного облучения на вторые сутки эксперимента;
- 10) через 60 минут после повторного 30-минутного облучения на вторые сутки эксперимента.

Через 10 мин после введения фотосенсибилизатора Фотолон отмечалось падение МС на 2,5-20% в зависимости от области измерения и увеличение коэффициента асимметрии в зоне Л на 10% при разнонаправленных незначительных колебаниях средней частоты. Наблюдаемые изменения спекл-оптических параметров обычно отражают ухудшение кожной МГД, однако в данном случае начальное снижение величин регистрируемых спектральных характеристик может быть связано и с поглощением излучения полупроводникового лазера измерительного прибора циркулирующим в крови хромофором, в результате чего уменьшается интенсивность рассеянного лазерного излучения. Установлено, что при снижении дозы вводимого пигмента изменения значений измеряемых параметров были менее выражены. Подтверждением этого является восстановление параметров кожной МГД, отмечаемое через сутки после инъекции препарата, когда концентрация его в крови значительно уменьшается.

30-минутное облучение приводит к росту средней частоты на 5%, коэффициента асимметрии – на 18%, МС – на 13%, что вероятно связано с выраженным вазодилаторным эффектом используемого режима фотовоздействия. Спустя 1 ч после процедуры сдвиги спекл-оптических показателей имеет следующую вид: МС снижается на 16%, средняя частота на 12% и коэффициента асимметрии – на 35%. Повторное фотооблучение через 24 часа после введения пигмента ведет к уменьшению амплитудно-частотных характеристик СФИ динамического спекл-поля в зоне облучения, а в динамике наблюдения в течение нескольких

часов – к уменьшению скорости нарастания  $\langle F \rangle$  и  $A_s$  и падению МС на 49,5% по сравнению с интактными крысами.

Фотовоздействие в зоне (II) после введения пигмента приводит к незначительному изменению МС и  $\langle F \rangle$  в зоне Л в динамике наблюдения в первые сутки. Отмечается лишь тенденция к увеличению  $A_s$  и уменьшению МС на 17%. Это свидетельствует о стабильном ухудшении МГД в этой области после фотооблучения. Повторное облучение кожи через 24 ч после введения хлорина усугубляет состояние кожной МГД, что выражается снижением  $\langle F \rangle$  на 2-5 %, МС – на 38-21 % и  $A_s$  – на 1-14%. Через некоторое время после окончания повторного светового воздействия выявлена тенденция к возрастанию МС на фоне снижения  $\langle F \rangle$  и  $A_s$ . Сравнительный анализ изменений МГД в разных участках кожи показал более выраженное ухудшение микрогемодиализации в кожных покровах в области, подвергнутой фотодинамическому воздействию, чем в интактной. Было отмечено снижение МС в зонах II и Л на 49,5 и 16%, соответственно.



1 (■) – норма, 2 (▣) – через 10 минут после введения хлорина, 3 (□) – 30 минут фотооблучения, 4 (▤) – 30 минут после фотооблучения, 5 (▥) – 60 минут после фотооблучения, 6 (▦) – 24 часа после введения Фотолона, 7 (▧) – 30 минут повторного фотооблучения, 8 (▨) – 30 мин после повторного фотооблучения, 9 (▩) – 1 часа после повторного фотооблучения

## Abstract.

## Литература

1. Дик С.К., Рычкова Е.А., Василевская Л. А., Хлудеев И.И. Спекл-оптическая оценка состояния поверхностной микрогемодинамики при фотодинамическом воздействии // Известия Белорусской инженерной академии № 1(19)/1, Нарочь, 2005. С. 45-47.