

Процесс взаимодействия излучения с биологическими тканями в зависимости от уровня рассмотрения (масштаба) можно математически описывать следующими характеристиками и параметрами:

1) на микроуровне – с учетом известных комплексного показателя преломления и относительного размера основных структурных элементов ткани используя уравнения Максвелла можно рассчитать сечение поглощения σ_a и рассеяния σ_s света отдельной частицей и определить угловую зависимость рассеяния $R(\theta)$;

2) при рассмотрении ансамбля частиц оперируем усредненными по некоторому элементарному объёму оптическими характеристиками: коэффициент поглощения ($\mu_a = c \cdot \sigma_a$), коэффициент рассеяния ($\mu_s = c \cdot \sigma_s$) и фактор анизотропии ($g = \langle \cos(\theta) \rangle$);

3) на макроскопическом уровне – коэффициент отражения R , коэффициент диффузного отражения R_d , коэффициент пропускания излучения через объект T , коэффициент поглощения средой A падающего излучения; эти параметры зависят и от геометрии объекта, и от геометрии измерений.

ТПИ позволяет восстановить основные параметры компонентов среды при последовательном прохождении по всем уровням описания процесса взаимодействия излучения с биологическими тканями. Важной характеристикой распространения излучения в биологических мутных (сильнорассеивающих) средах является глубина проникновения света в вещество $\delta = 1 / [3\mu_a(\mu_a + (1 - g) \mu_s)]^{1/2}$. Однако для случая проведения спектрофотометрических измерений на живом организме эта характеристика зависит от геометрии измерений, показанной на рисунке 1.

Литература

1. **Тучин, В. В.** Оптическая биомедицинская диагностика. В 2 т. Т.1 [Электронный ресурс] / Пер. с англ. под ред. В. В. Тучина. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 560 с.

2. **Пушкарева, А. Е.** Методы математического моделирования в оптике биоткани : уч. пособие. – СПб : СПбГУ ИТМО, 2008.

3. **Cheong, W.** A review of the optical properties of biological tissues / W. Cheong, S. Prah, A. Welch // IEEE Quant. Electr. – 1990. – Vol. 26. – 12. – P. 2166 – 2185.

4. **Стратонников, А. А.** Использование спектроскопии обратного диффузного отражения света для мониторинга состояния тканей при фотодинамической терапии / А. А. Стратонников, Г. А. Меерович, А. В. Рябова, Т. А. Савельева, В. Б. Лощенов // Квантовая электроника, 2006, 36 (12), 1103 – 1110.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕГИОНАРНОЙ МИКРОГЕМОДИНАМИКИ ПРИ НЕЙРОПАТИЧЕСКОМ БОЛЕВОМ СИНДРОМЕ У ПАЦИЕНТОВ С НЕВРАЛГИЕЙ ТРОЙНИЧНОГО НЕРВА

Е.А. Уланова¹, Л. А. Василевская², С.К. Дик¹, Н.И. Нечипуренко², М.Е. Гаврилова¹

¹ Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул. П. Бровки, 6, БГУИР, каф. ЭТТ, 220013, Минск, Беларусь;

E-mail: jenna-smile@tut.by, sdick@bsuir.by, fu-sin@tut.by

² РНПЦ неврологии и нейрохирургии, ул. А Скорины, 24, РНПЦ НУН, 220114, Минск, Беларусь;
luda_yass@mail.ru

Abstract. Using the diagnostic device «Speckle-Scan» were defined speckle optical parameters of skin microhemodynamics which allowed to reveal blood flow changes in the forehead skin of patients with neuralgia of the 1st branch of the trigeminal nerve as compared to healthy people and allowed to set the asymmetry of the studied issues on the contralateral sides of the frontal region of patients with trigeminal neuralgia.

Лазерное исследование биотканей является чрезвычайно важным и быстро развивающимся междисциплинарным направлением на стыке лазерной физики, оптики рассеи-

вающих сред, биофизики и инженерной физики, включая современные методы диагностики и контроля, основанные на глубокой компьютерной обработке результатов измерений в режиме реального времени [1]. В настоящее время один из методов лазерного исследования биотканей, такой как спекл-оптика используется и в научных, и в практических целях для определения различных характеристик биотканей, например размеров ее частиц и скорости кровотока, для диагностики различных патологий и контроля эффективности терапии.

При освещении лазерным излучением кожи в результате когерентного сложения многих элементарных волн, рассеянных на движущихся частицах, которые представляют собой клетки эпидермиса, дермиса и т. д., слагающие кожный покров, и клетки крови, в первую очередь эритроциты, формируется динамическое спекл-поле [2].

На базе РНПЦ неврологии и нейрохирургии ведется исследование и разработка диагностических спекл-оптических методик оценки функционального состояния мышц и кожного кровотока при заболеваниях нервной системы.

Цель исследования – изучить особенности регионарной микрогемодинамики (МГД) по оценке спекл-оптических показателей кожного кровотока в области лица при нейропатическом болевом синдроме у пациентов с невралгией тройничного нерва (НТН).

На данный момент обследовано 12 пациентов с невралгией 1-й ветви тройничного нерва (8 женщин и 4 мужчины), госпитализированных в РНПЦ неврологии и нейрохирургии в 2014 г, медиана возраста которых составила 62,5 (51,5-68,0) года. За нормативные величины были приняты данные, полученные у 20 практически здоровых добровольцев в возрасте 42 (25–67) года, из них 14 женщин и 6 мужчин.

Исследование микрогемодициркуляторных процессов в кожных покровах лобной области, иннервируемых 1-й ветвью тройничного нерва, выполнено с помощью диагностического аппарата «Speckle-Scan», используемого для измерения различных характеристик спеклов, образованных в результате рассеивания поверхностными тканями когерентного света. Устройство разработано и изготовлено в Белорусском государственном университете информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Беларусь [2].

Измерения проводились путем регистрации с помощью осветительно-приемного волоконно-оптического датчика, рассеянного исследуемым диффузным объектом лазерного излучения, которое передовалось через устройство ввода на фотоэлектронный датчик и через электронный тракт спеклометра поступало для обработки и анализа в персональную ЭВМ.

Программное обеспечение прибора позволяет осуществлять ввод и запись в память ЭВМ выборки случайного процесса, визуальный просмотр его временной реализации, спектральную обработку, расчет и отображение на экране монитора информативных параметров спектров.

В качестве информативных спекл-оптических показателей использовали среднюю частоту флуктуаций интенсивности спекл-поля ($\langle f \rangle$), мощность спектра (S), равную площади под спектральной кривой, полосовой коэффициент (K_b) и коэффициент μ (m). Расчет показателей проводили в области частот от 40 до 1000 Гц.

При статистической обработке полученных данных применяли программу Statistica 6.0. При ненормальном распределении данных вычисляли медиану (Me) и интервал между 25 и 75 процентилями. Статистически значимыми являлись результаты при $p < 0,05$.

Алгоритм обследования здоровых добровольцев и пациентов с НТН включал регистрацию спекл-оптических параметров микрогемодициркуляции в кожных покровах лобной области на контралатеральных сторонах лица с целью выявления асимметрии показателей между интактной и стороной, вовлеченной в патологический процесс. Сравнение значений спекл-оптических показателей на контралатеральных сторонах проводили по формулам: для средней частоты спектра $\langle f \rangle$:

$$\frac{\langle f \rangle_{\text{больная}} \times 100}{\langle f \rangle_{\text{интактная}}} - 100,$$

для мощности спектра S:

$$\frac{S_{\text{больная}} \times 100}{S_{\text{интактная}}} - 100,$$

для полосового коэффициента:

$$\frac{K_b_{\text{больная}} \times 100}{K_b_{\text{интактная}}} - 100,$$

для коэффициента μ :

$$\frac{\mu_{\text{больная}} \times 100}{\mu_{\text{интактная}}} - 100,$$

Кроме того, данные, зарегистрированные у пациентов с НТН, сравнивали с результатами, полученными у здоровых лиц.

В таблице представлены данные исследования кожного кровотока лобной области у здоровых добровольцев и пациентов с невралгией 1-й ветви тройничного нерва.

При сравнении спекл-оптических характеристик кожной микрогемодикуляции на контралатеральных сторонах у здоровых людей статистически значимых различий значений исследуемых показателей правой и левой половины лица не выявлено ($p > 0,05$). В связи с этим результаты исследования состояния кожного кровотока у здоровых добровольцев представлены суммарно с обеих сторон ($n = 40$).

У пациентов с невралгией 1-й ветви тройничного нерва установлены статистически значимые различия показателей кровотока на контралатеральных сторонах лобной области с увеличением мощности спектра S ($p_1 = 0,028$) и полосового коэффициента K_b ($p_1 = 0,0037$) на стороне, иннервируемой поврежденным нервом, что клинически сопровождалось чувством жжения и обусловлено ирритацией нервных волокон.

Таблица 1 – Спекл-оптическая характеристика кожного кровотока в области иннервации 1-й ветвью тройничного нерва у здоровых людей и пациентов с НТН, Me, 25–75 процентиля

Спекл-оптические показатели	Здоровые лица n=40	Пациенты с НТН	
		Интактная сторона n=12	Сторона поражения нерва n=12
Мощность спектра S, отн. ед.	42460 25577-66638	65533 52894-123128 p=0,02	118776 61753-156720 p=0,0002 p ₁ =0,028
Средняя частота спектра $\langle f \rangle$, Гц	151 140-165	154 131-166	145 141-164
Полосовой коэффициент K_b , отн. ед.	0,26 0,21-0,3	0,3 0,25-0,3 p=0,07	0,3 0,2-0,3 p ₁ =0,0037
Коэффициент μ , отн. ед.	108 78-158	93 78-165	115 85-141

Примечание: p – различия статистически значимы по сравнению с данными у здоровых лиц, p₁ – по сравнению с данными, установленными у пациентов с НТН на контралатеральных сторонах

При сравнительном анализе спекл-оптических параметров, зарегистрированных у здоровых лиц и у обследуемых пациентов на стороне, иннервируемой пораженным нервом, наблюдали аналогичные сдвиги с преобладанием значений мощности спектра у больных с прозопалгией (лицевой болью), $p=0,0002$.

Следовательно, установленные у пациентов с невралгией 1-й ветви тройничного нерва по сравнению со здоровыми добровольцами различия параметров кожной МГД наряду с асимметрией значений некоторых спекл-оптических характеристик кожного кровотока лобной области свидетельствуют о нарушении микрогемодинамических процессов в области иннервации пораженным нервом при этой патологии.

Литература

1. **Тучин, В. В.** Лазеры и волоконные световоды в биомедицинских исследованиях / В. В. Тучин. Саратов: Изд-во Саратовского ун-ва, 1998. 383 с.
2. **Дик, С.К.** Лазерно-оптические методы и технические средства контроля функционального состояния биообъектов / С.К. Дик. – Минск: БГУИР, 2014. – 235 с.

ЛАЗЕРОМАГНИТОПУНКТУРА В ЛЕЧЕНИИ НИКОТИНОВОЙ ЗАВИСИМОСТИ

Л.В. Подсадчик, А.П. Сиваков, С.М. Манкевич, Т.И. Грекова

*ГУО “Белорусская медицинская академия последипломного образования”, г. Минск
E-mail: plvalter@tut.by*

Abstract : Methods of laser puncture therapy were proposed to treat patients with nicotine addiction. Laser therapy contribute to decrease of abstinence syndrome.

Введение. Состояние патологического влечения к табаку - никотиновая зависимость - развивается у 90% курильщиков. Никотиновая зависимость формируется благодаря способности никотина связываться с ацетилхолинергическими рецепторами в головном мозге. Это способствует выбросу адреналина, кратковременному повышению кровяного давления, уровня глюкозы в крови, усилению дыхания. С другой стороны, никотин влияет на выброс дофамина, «гормона радости», что вызывает ощущение легкой эйфории, прилива бодрости, кратковременное улучшение памяти и мыслительных способностей. Так как никотин блокирует рецепторы на более длительный срок, чем ацетилхолин – вещество, которое выделяется в организме. Поэтому уже спустя несколько недель регулярного курения начинается перестройка организма: изменяется количество рецепторов и их строение, организм начинает вырабатывать меньше веществ, регулирующих выработку адреналина и дофамина. Одним словом, никотин, который не вырабатывается в организме, заменяет «оригинальные» вещества, регулирующие работу мозга. В результате, если курильщик не получает очередную дозу никотина, у него происходит «сбой» регулирующих систем и возникает состояние абстиненции, физического и психического дискомфорта [3]. Никотиновая зависимость проявляется как в виде физиологических реакций, так и в эмоциональной сфере и поведенческих девиациях. Упадок сил при никотиновой абстиненции может привести к снижению собственной самооценки и возникновению депрессий. Кроме того, многие люди, страдающие никотиновой зависимостью, в период абстиненции становятся крайне раздражительными.

При отказе от курения, у страдающего от никотиновой зависимости человека понижается давление и концентрация глюкозы в крови. Это вызывает вялость, усталость, иногда ощущения «заложенности» в ушах. Впрочем, следует помнить, что даже во время абстиненции, объективное состояние человека, отказавшегося от курения, улучшается – прекращаются спазмы сосудов и повышается содержание кислорода в крови, это благотворно сказывается на работе сердца, потенции, толерантности к физическим нагрузкам.