



УДК 621.384

РАСШИРЕНИЕ ТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ НА ОСНОВЕ РАЗРАБАТЫВАНИЙ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ХОДОМ ЛЕЧЕБНОГО СЕАНСА

1.Т. Кожухар, М. С. Ивах, А.М. Зазуляк, 2 Е.Р. Косий

1 Национальный университет "Львівська політехніка", 2 Львовский медицинский институт

Показана важность и актуальность задачи разработок медицинских методов и средств, которые основываются на последних достижениях оптико-электроники. Предложены отдельные решения в гематологии и оториноларингологии.

Shown the importance and urgency of the task the development of medical methods and tools based on the latest achievements optical - electronics. A separate decision in hematology and otorhinolaryngology.

Ключевые слова: оптические характеристики биообъекта, коррекция лечебного сеанса.

которые могут оказаться полезными современному врачу.

Вступление. Терапевтические возможности лечебных методов и средств на сегодня еще не до конца исчерпаны. Это касается, прежде всего, обеспечения врачу новых возможностей, в частности, возможности непрерывного оценивания действия лечебного сеанса с его оперативной коррекцией, а также возможности обеспечения интерактивного режима проведения сеанса и принятия оптимального решения об изменениях схемы дальнейшего лечения или его целесообразности.

Медицинская практика, к сожалению, не имеет на сегодня достаточно совершенного технологического и аппаратного обеспечения для проведения лечения. Клиники используют многочисленные методы, которые позволяют только уменьшить проявления болезни и требуют совершенствования существующих технологий и устройств их реализации для повышения эффективности лечения, особенно трудно излечимых болезней.

Одними из распространенных лечебных технологий, которые требуют на сегодня радикального совершенствования, является фотоферез, используемый для лечения трудно вылечиваемых болезней, например, псориаза и Т-клеточной лимфомы кожи (в гематологии), а также ушных шумов (в оториноларингологии) [1, 2].

Обеспечение отмеченных выше новых терапевтических возможностей для таких технологий можно достичь введением в существующую аппаратуру недорогих дополнительных контрольно-аналитических средств. Для минимального вмешательства и, прежде всего, неинвазивности, перспективными являются методы и средства, которые основываются на последних достижениях оптико-электроники, разработка которых является важной и актуальной задачей [4]. В работе предложены отдельные решения этой задачи с примерами ее реализации в медицинской практике,

Основная часть.

На основе аналитического обзора современного состояния методов и устройств лечения путем облучения биологического объекта (БО), сосредоточено внимание на устройствах фотофереза (ФФ) и фотолечения ушных шумов (ФВШ).

Проведенным теоретическим анализом методов исследования прохождения тестового излучения через БО, отражение его от поверхности БО и создания БО собственного излучения позволили выявить закономерности изменений оптических характеристик БО под воздействием лечебного облучения и возможности на основе этих изменений контроля хода лечебного сеанса.

С накоплением клинического опыта расширяются также области применения методов фотостимуляции через зрительные рецепторы. Они важны для диагностики и лечения отдельных заболеваний центральной и периферийной нервной системы, вазомоторной головной боли, обезболивания и возобновления потерянных функций. Действие фотостимулов, которые подаются через периферийное звено зрительного анализатора, вызывают адаптивную реакцию организма путем реструктуризации функциональных систем человека. При этом в обеих технологиях актуальной является задача объективного оценивания действия упомянутых (равно как и прочих) лечебных технологий на организм человека с помощью бесконтактных безвредных методов.

Метод ФФ заключается в следующем. После приема больным 8-метоксипсоралена, облучают ультрафиолетом области А (320-400 нм) отобранную от больного лейкомасу (ЛМ), которую после этого ретрансфузируют [2].

Проблемой дальнейшего развития Ф, ФВШ и подобных фотомедицинских лечебных технологий является недостаточность, а, в большинстве, отсутствие методов и средств получения врачом непрерывной (на протяжении лечебного сеанса) информации об изменениях оптических свойств БО. Это значительно снижает возможности врача

относительно принятия оптимального решения о достаточности или, вообще, целесообразности проведения процедуры, а также о необходимости корегирования дозы облучения для достижения лучшего терапевтического эффекта.

Однако, невзирая на то, что эти устройства, в известной степени, удовлетворяют клиническим требованиям, они не дают возможности врачу, который проводит лечебный сеанс, получать оперативную информацию о его ходе относительно полученного БО облучения. Она должна позволять оперативно оценивать его достаточность или недостаточность, например, по изменениям оптических характеристик БО, и на этой основе принимать решение относительно коррекции режима облучения, а в конце сеанса - целесообразности или нецелесообразности продолжения лечения по избранной схеме.

В последнее время разработчики аппаратуры ФФ, в частности, аппаратуры типа "HEMO AIDE", предлагают отдельные, к сожалению, недостаточно эффективные, вспомогательные устройства для получения информации, в частности, информации о параметрах технологических режимов ФФ на протяжении лечебного облучения, что недостаточно для коррекции и не дает повышения качества лечебного сеанса [5]. Недостаточно эффективную помощь врачу дает предусмотренная зрительно-акустическая информация относительно длительности лечебного облучения и временных интервалах сеанса на протяжении лечебного воздействия. Такие решения нельзя считать информативно достаточными для создания врачу-оператору необходимой информационной картины относительно хода и последствий лечебного сеанса и обеспечения желательного для каждого врача интерактивного режима проведения сеанса с возможностью его коррекции.

На основе исследований выявлено, что в результате ультрафиолетового облучения ЛМ с добавленным к ней фотосенсибилизатора, происходят повторяемые изменения ее оптических характеристик в определенных полосах спектра.

На основе этого разработано устройство оперативного аналитического контроля эффективности ФФ (рис. 1). Устройство обеспечивает врачу информативную поддержку принятия решения о корегировании сеанса и целесообразности для данного пациента лечения ФФ на основе непрерывной регистрации и обработки пройденных через ЛМ тестовых сигналов с последующей визуализацией количественной сравнительной информации об их изменениях на протяжении сеанса ФФ для оценивания эффективности лечебного процесса.

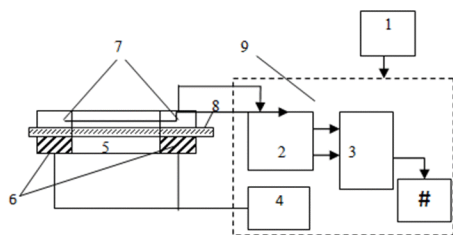


Рис. 1. Структурная схема устройства оперативного аналитического контроля

эффективности ФФ : 1 - блок питания, 2 - усилитель, 3 - компаратор, 4 - коммутатор, 5 - УФО, 6 - СИД, 7 - фотоприемник, 8 - образец БО, 9 - измерительно-управляющий блок, # - дисплей.

Контроль в предложенном устройстве проводится с помощью определенных, на основе наших исследований, тестовых световых потоков в теоретически обоснованных участках спектра с длинами волн 642нм, 590нм, 505нм 465нм на основе изменений интенсивности световых потоков в результате их прохождения через ЛМ (рис. 2).

По результатам исследования получена матрица фототоков для тестовых световых потоков через образцы ЛМ к и после лечебного облучения во время ФФ для трех (по 10 пациентов) групп больных псориазом и ТКЛШ (табл. 1).

Статистически обработанные данные матрицы показывают, что для образцов ЛМ больных на начальном этапе - первая группа (1-3 сеанс) лечения ФФ значения фототоков уменьшается от 0,5% к 2%, на этапе интенсивного лечения - вторая группа (4-7 сеанс) - от 3% к 20%, на этапе завершения лечения - третья группа (8-10 сеанс) - от 20% к 55%.

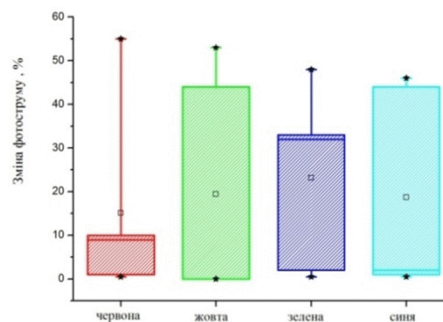


Рис. 2. Изменения фототоков тестовых световых потоков, пройденных через образцы ЛМ в заданных участках спектра.

Таблица 1

Матрица фототоков пройденных тестовых световых потоков через образцы ЛМ до и после лечебного облучения в аппаратуре фотофереза

Фототоки от СИД	Исследуемые образцы ЛМ					
	Группа 1		Группа 2		Группа 3	
	к	после	к	после	к	после
Красный	1.0 6	0.98 1	2.18 1	2.17 1	0.79 1	.89 4
Желтый	.8	.25 3	0	0	0	0
Зеленый	1.3 7	1.22 1	2.34 1	2.28 1	.36 5	.79 2
Синий	1.3 8	1.32 1	2.37 1	2.33 1	1.29 1	.29 6

Обеспечена возможность изменения программы управления динамикой излучения, как в интерактивном режиме работы врача-оператора для проведения оперативных коррекций, так и для коррекций ФФ в автоматическом режиме при непредвиденных изменениях облучения, например, при изменениях напряжения сети питания.

Метод ФВШ заключается в следующем: через

зрительные рецепторы, которые воспринимают заданную светоинформационную программу по каналам связи возбуждаются центры коры головного мозга, которые отвечают за психоэмоциональное состояние человека [6]. В результате такого влияния при введении пациента в состояние атонии (расслабление) создаются самые благоприятные условия для проведения лечебной процедуры. Определено, что такое влияние на состояние пациента сопровождается повышением теплообразования, которое вызывается увеличением кровотока мелких сосудов и капилляров. В ответ активизируется система регуляции температурного гомеостаза. Отмеченные процессы изменяют оптические характеристики тканей, особенно, кровонаполненного органа (КО) [7]. В частности, техническими средствами можно зафиксировать изменение коэффициентов пропускания и отражения тестового светового потока при его взаимодействии с определенными соединительными тканями КО, а также изменение интенсивности собственного излучения КО. Изменение первого показателя вызывает, в первую очередь, увеличение тока крови к клеткам, а второго - влияние теплообразования на изменения поверхности эпителиальной ткани (деформация пор, изменение формы, выделения пота и тому подобное) [8]. Момент стабилизации изменения этих параметров во времени сигнализирует о достижении необходимого возбуждения центров коры головного мозга, которые отвечают за расслабление организма.

На основе этих физиологических процессов предложена методика контроля эффективности процедуры ФВШ лиц, которые страдают отосклеротическим заболеванием, на основе анализа изменений оптических параметров КО как периферийного органа. Оценка лечебного влияния по субъективным показателям требует работы высококвалифицированного медицинского персонала во время сеанса лечения. Оценка реакции организма по объективным параметрам требует применения сложного и дорогого диагностического оборудования и специального обслуживающего персонала [9].

Предложенная методика оценки эффективности сеанса лечения по результатам анализа изменений во времени оптических параметров КО (для примера - фаланги пальца) позволяет решить эти проблемы.

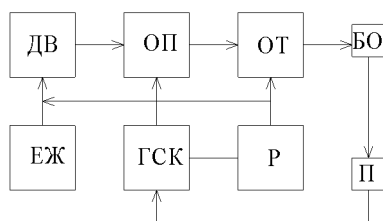


Рис. 4. Структурная схема устройства ФВШ с обратной связью: ДВ - источник излучения, ОП - оптический (пространственно-спектральный) преобразователь ПВ, ОТ-оптический транспортный элемент, ЕЖ - блок электропитания, ГСК- генератор сигналов управления, Р - регулятор ПВ, Π - преобразователь биоинформативного сигнала обратной связи, БО- биоб'ект.

Достижение состояния атонии, зафиксированное с помощью оценки изменения оптических параметров БО, может быть применено как сигнал начала лечебной технологии другими факторами, для примера - цветоинформационной программой на заданные участки органов, в том числе - биологически активные точки. С целью обеспечения получения информации о достижении организмом пациента необходимого состояния для начала осуществления следующей медицинской технологии, предусмотрено бесконтактный сенсорно-актуаторный элемент. Его задачей является зафиксировать и передать в виде электрических сигналов изменения оптических характеристик КО, а дальше - с помощью аппаратной части определить производную полученных изменений. Такая задача реализована с помощью оптико-электронной системы на основе светодиодно-фотодиодных оптоэлектронных элементов (рис. 5) [10].

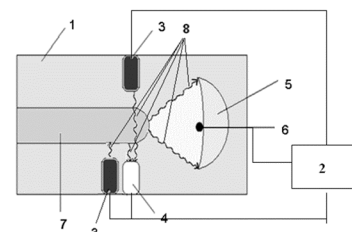


Рис. 5. Схема оптико-электронного элемента системы регистрации изменений оптических характеристик КО 1 - корпус; 2 - электронный блок; 3 - светодиоды; 4 - фотоприемник; 5 - рефлектор; 6 - термопреобразователь, 7 - биооб'ект.

Система регистрации изменений оптических характеристик КО (рис. 6) содержит термопреобразователь, рефлектор и светодиоды, при этом светодиоды размещены по сторонам БО и установлены с возможностью попадания отраженного от БО направленного потока излучения одного светодиода и пройденного через БО направленного потока излучения от другого светодиода на вход фотоприемника.

В качестве термопреобразователя использовался полупроводниковый терморезистор CN4 - 16. Линеаризацию его характеристики осуществляли с помощью вторичного преобразователя - согласователя, сигнал из которого подавали на резистивный делитель напряжения, предназначенный для нормирования входного сигнала и формирования опорного напряжения для аппаратной части. Исследование временных зависимостей характеристик БО на протяжении лечебного сеанса проводилось методом анализа изменений теплового потока и оптических показателей биообъекта, который осуществляли в течение действия предусмотренной программы лечебного биовлияния.

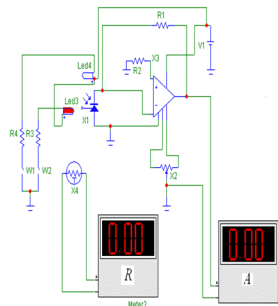


Рис.6. Общий вид и электрическая схема опτικο-электронной системы для регистрации изменений оптических характеристик КО. 1 - корпус с преобразователями, 2 - место расположения БО, 3- аппаратная часть, 4 - соединительные кабели.

Информация об изменениях оптических характеристик КО (рис. 7) оценивается непрерывно и, отдельно, в момент, когда производная этих изменений приближается к нулю.

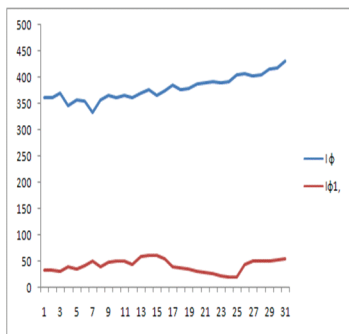


Рис.7. Часовые изменения интенсивности отраженного (ϕ_2) и пройденного через КО (ϕ_1) тестовых световых потоков на протяжении лечебного сеанса ФВШ.

Преимуществом предложенного подхода является возможность осуществлять лечебное воздействие, фиксируя на протяжении терапевтической процедуры индивидуальные сигналы биорезонансного отклика на воздействие.

Оценка результатов проведенных исследований изменений электрической активности больших полушарий коры головного мозга во время осуществления процедуры ФВШ, определяет изменения других физиологических параметров организма. Полученные реакции объясняются изменениями активности в сомато-сенсорных зонах коры больших полушарий головного мозга во время влияния фотостимуляционной программы, что было подтверждено результатами электроэнцефалографических исследований. После фотостимуляции происходят изменения полиритмической активности почти всех составляющих - в определенных участках коры головного мозга наблюдалось увеличение вдвое Delta -ритмів, в 3 раза Theta -ритмів, в 5 раз Beta -ритмів, однако Alpha -ритми уменьшаются почти в три раза. С помощью контроля изменений этих составляющих можно оценивать появление у пациента атонического психофизического состояния и, таким образом, активность проведенного сеанса лечения.

Одновременно, во время этого сеанса лечения

получена информация о других физиологических изменениях в организме, с помощью электрокардиограммы, реограммы, сфигмограммы и фонокардиограммы. Результаты исследований дают информацию об изменениях в сердечно-сосудистой системе, в органах дыхания, об изменениях тонуса мышц и тому подобное. Анализ полученных результатов объективно объясняет процесс изменений физиологических параметров, который влияет на тонус мышц и периферийных сосудов и изменяет температуру кровонаполненного органа.

Результаты проведенных исследований подтверждают целесообразность для врачебной практики предложенных разработок методики и технического обеспечения оценки эффективности лечебного сеанса на основе непрерывного анализа временных изменений оптических параметров периферийного КО.

Выводы

1. Показано, что для расширения возможностей современной лечебной аппаратуры перспективными, с точки зрения непрерывности и неинвазивности являются методы и средства, которые основываются на последних достижениях опτικο-электроники. Учитывая отсутствие подобных решений, их разработка является важной и актуальной задачей.

2. Предложены отдельные решения этой задачи, в частности, устройство оперативного аналитического контроля эффективности сеанса фотолечения псориаза и Т-клеточной лимфомы кожи через кровь на основе сравнения изменений тестовых световых потоков, направленных на ЛМ и опτικο-электронное устройство оперативного аналитического контроля эффективности сеанса, на примере технологии фотолечения ушных шумов, которое основывается на непрерывном сравнении временных изменений тестовых световых потоков, которые взаимодействуют с кровонаполненным объектом, и его собственного потока излучения. Устройства могут оказать значительную помощь современному врачу.

Литература

1. Оптоэлектронный контроль фотофереза / Дідич І., Зазуляк А., Кожухар А., Скіра М. // Вестник Национального университета "Львовская политехника" "Электроника". - 2009. - №646. - С. 196-201.
2. Анализ изменений оптических характеристик лейкомаши при фотоферезе / М. С. Ивах, Е.Р. Косий, А. Т. Кожухар // Опτικο-электронные информационно-энергетические технологии. - 2011. - №1(21). - С. 103-107.
3. Система автоматизированного контроля изменения оптических показателей крови / І. Дидыч, А. Кожухар, М. Скіра // Фотобиология и фотомедицина. - 2009. - №4. - С. 90-91.

4. Robert E. Clark (Lansing, MI, US), 2004, Hemo - aide, US Patent 20040186413, Sep.23, 2004. - Mode of access: www.freepatentsonline.com/2004/0186413.html.
5. ООО "ИМТ" : Медицинское оборудование : UVAR XTS - система для экстракорпорального фотофереза [Электронный ресурс], 2009. - Режим доступа : <http://www.imt-stemcells.ru/?catalog&id=4>
6. S.Tonnies, Entspannung fur Tinnitusbetroffene durch Photostimulation // Springer Medizin Verlag 2006, № 54, с.481-486
7. A.Zazuljak, A.Kozhukhar, O.Tkachenko Therapeutic and diagnostic devices based on encephalogr. frequencies progr. low intensity photostim. on visual Receptors. 2 nd Forum Science&Techn. Days Pol. - East. Forum Catalogue. Bialystok. IICoE. Poland.- 2009. p. 42.
8. I Didych, A. Zazulyak, O. Kozhuhar. The program. system is for photomedic. technologies. Mater. konferencyjne XIII Miedzynarod. Szkoly Komputer. Wspomag. projektowanja. Jurata. 11-15 05.2009, Warszawa, Poland.- WAT 2009. ISBN 978-83-61486-13-8.
9. Исследование влияния фотостимулов с частотами биоритмов человека на организм Изд-во НУ"ЛП", "Радиоэлектроника и телекоммуникации "Вестник НУ"ЛП", № 680, Львов, 2010. - С. 225-230. А. Т. Кожухар , Зазуляк А.М., Кучак Е.В.
10. Устройство для світлолікув. через зрительные рецепторы Патент Украины №u 200900964; Оpubл.: 10.07.2009; Бюл. № 13. А. Т. Кожухар , Зазуляк А.М., Скунець Н.С.