

## ОБ ИЗМЕРЕНИИ УРОВНЯ И ДОЗЫ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ КУОРТА

Каладзе Н. Н., Таранов В. В.\*

Крымский государственный медицинский университет,  
бульвар Ленина, 5/7, г. Симферополь, АР Крым, 95006, Украина,  
тел.: +38 (0652)25-47-11, +38 (0652)55-48-04

\*Институт коллоидной химии и химии воды НАН Украины,  
lambit@ukr.net

*Точное измерение уровня ультрафиолетового излучения необходимо для выбора оптимальной продолжительности солнечных ванн. Для достижения этой цели был разработан и изготовлен новый «Измеритель-дозиметр», который позволяет проводить измерение плотности мощности ультрафиолетового излучения в диапазоне 0.1–99 мВт/см<sup>2</sup>.*

*В режиме дозиметра прибор позволяет контролировать индивидуальные дозы ультрафиолетовой радиации с подачей звукового сигнала при достижении заданного значения.*

**Ключевые слова:** ультрафиолетовое излучение, измеритель-дозиметр, плотность мощности, индивидуальные дозы.

### Введение

Ультрафиолетовое излучение является одним из самых мощных факторов воздействия на пациента в регламенте санаторно-курортного лечения, особенно в крымских санаториях. Однако, этот фактор может оказывать как положительное действие на организм человека, так и отрицательное, в зависимости от полученной организмом дозы ультрафиолетового излучения.

Выполнение научно обоснованных технологий приема ультрафиолетовых ванн предполагает наличие аппаратных методов измерения уровня излучения и полученных доз.

Для того, чтобы контроль уровня ультрафиолетового излучения и полученных доз облучения вошел в повседневную практику санаториев и курортов, необходимо создать достаточно точный, но простой, дешевый и удобный в эксплуатации прибор.

Физиологическое действие ультрафиолетового излучения, как наиболее активно действующей на биологический объект части спектра, многообразно [3]. Ультрафиолетовые лучи проникают в ткани на глубину 0,6–1 мм, не вызывают ощущение тепла и поглощаются преимущественно эпидермисом. Пигмент кожи увеличивает его поглощение. При достаточной интенсивности излучения, обычно через 2–8 часов после облучения появляется покраснение

с резкими очертаниями — световая эритема. Эритема держится несколько дней, затем постепенно бледнеет (при этом наблюдается набухание клеток эпидермиса и его утолщение). Через 4–5 дней после ультрафиолетового облучения появляется шелушение, и часть рогового слоя отпадает, на месте воздействия появляется пигментация (загар). Прямое действие ультрафиолетового излучения приводит к денатурации и последующей коагуляции белка, после его ферментативного расщепления образуются биологически активные вещества (гистамин, ацетил-холин). Биологически активные вещества всасываются в кровь, оказывают вторичное гуморальное действие на тонус сосудов, мышц, нервных рецепторов и обменные процессы. Ультрафиолетовое излучение жизненно необходимо для нормального протекания физиологических процессов. При дефиците ультрафиолетового излучения в организме человека наблюдается повышенная проницаемость сосудов, деминерализация костей, появляется кариес зубов, нарушается иммунитет. Известно антирахитическое действие ультрафиолетового излучения, т.к. под влиянием этого излучения образуются витамины Д. Активным витаминообразующим действием обладает излучение спектрального диапазона 320–280 нм.

Интенсивность реакции кожи на воздействие ультрафиолетового излучения зависит от ряда причин, в особенности, от функционального состояния нервной системы, а также эндокрин-

ной системы, от регионарной чувствительности тканей организма, от наличия определенных заболеваний, например, повышенная чувствительность кожи к УФ-излучению имеется при экземе, базедовой болезни. Чувствительность также повышается в период беременности, менструаций. Особенно выражена чувствительность кожи к УФ-излучению у детей раннего возраста, так как у них нежная, светлая, влажная кожа. Изменяется чувствительность кожи к УФ-излучению в течение весны, лета, осени. Весной достигает максимума, затем летом снижается, осенью повышается. Чувствительность снижается в зоне патологического очага, при неврите мышечного нерва повышается. Отмечено также десенсибилизирующее действие УФ-излучения и снижение болевой чувствительности. Более коротковолновое ультрафиолетовое излучение вызывает характерные изменения структуры белков, оказывает выраженное бактерицидное действие.

С другой стороны, степень воздействия ультрафиолетового излучения на организм человека будет зависеть и от параметров источника излучения.

Из сказанного выше следует, что невозможно априори определить для каждого пациента оптимальную дозу или продолжительность ультрафиолетовой процедуры, поскольку эта величина зависит от многих параметров как самого организма, так и источника излучения.

Еще в 1923 году И. Ф. Горбачев предложил для дозировки облучений УФ-излучением определять индивидуальную чувствительность кожи пациентов к такому излучению. С этой целью на сгибаемой поверхности предплечья он закреплял картон с четырьмя вырезанными квадратами размером приблизительно 2x2 см каждый. Лампой, расположенной в 50 см от предплечья, он последовательно облучал зоны открытых квадратных окон, начиная с 3 минут и с шагом в 3 минуты, доводя время облучения кожи в последнем окне до 12 минут. В зависимости от того, при какой продолжительности облучения появлялась эритема, он судил о чувствительности к УФ-излучению кожи облучаемого.

В это же время была опубликована статья Дальфельда (Dahlfeld) с подробным описанием метода дозировки УФ-излучения, исходя из такого же принципа, которым руководствовался и И. Ф. Горбачев, — определения индивидуальной чувствительности к УФ-излучению кожи облучаемого. Дальфельд определял появление

наименее выраженной — пороговой — эритемы на коже живота как на наиболее чувствительном к УФ-излучению участке кожи. Количество УФ-излучения, вызывающее эту пороговую эритему, он назвал биологической дозой (биодозой) и дозировал УФ-излучение в единицах био. При этом он определял не количество УФ-излучения (дозу), а длительность облучения, которая требовалась для получения биодозы.

В той же статье был описан и разработанный Дальфельдом прибор для определения биодозы. Прибор представляет собой металлическую пластину с 6 отверстиями, щелями или кольцами, которые могут поочередно перекрываться подвижной заслонкой. Такой прибор стали называть биодозиметром [1, 2]. А поскольку и метод, и приборы для реализации метода были практически одновременно предложены И. Ф. Горбачевым и Дальфельдом, прибор принято называть биодозиметром Горбачева-Дальфельда

Биодозиметр крепят на ту часть тела, которую облучают, а все остальные части тела закрыты, затем через равные промежутки времени последовательно открывают по одному отверстию биодозиметра и проводят облучение. Чем больше количество отверстий биодозиметра, тем точнее можно определить пороговые дозы, необходимые для получения эритемы. Реакция кожи наступает через два-три часа после облучения, однако для лучшей дозиметрии результат действия УФ-излучения оценивают через сутки.

### Результаты и их обсуждение

Такое сложное измерение дозы, когда необходимо каждый раз проверять чувствительность кожи человека без возможности измерения мощности УФ-излучения, послужило толчком для разработки современного измерителя-дозиметра УФ-излучения.

Основу прибора составляет измеритель плотности мощности УФ-излучения и программатор (4-х канальный). Оптическая часть прибора включает систему фильтров и фотоприемник с необходимым диапазоном чувствительности. Электрическая часть обеспечивает измерение плотности мощности и подсчет дозы. Постоянное измерение УФ-излучения во время процедуры и учет степени чувствительности кожи пациента позволяет определить оптимальное время принятия солнечных ванн.

Использование прибора в евпаторийских санаториях (санаторий «Победа», МРЦ «Буре-

вестник» МВД Украины) продемонстрировало возможность проведения измерений в разное время дня, при различных погодных условиях и выдачи рекомендаций по приему процедуры в зависимости от состояния погоды (фото на цветной вставке).

Мониторинг солнечной радиации в безоблачные дни в период с 24 по 29 июля 2010 года позволили получить информацию об изменении плотности УФ-излучения с 7 часов утра до 19 часов вечера. Результаты измерений плотности УФ-излучения от солнца на поверхности земли, проводимые с помощью разработанного нами измерителя-дозиметра, сравнивались с данными биоклиматической станции г. Евпатория, где проводились аналогичные измерения с 8 до 18 часов с перерывом между 12 и 15 часами. Данные нашего измерителя-дозиметра приведены непосредственно в единицах плотности мощности, а данные станции — в калориях, как это было принято еще много лет назад. Связь между ними такова: плотность мощности солнечного излучения  $0,697 \text{ мВт/см}^2$  равна  $1 \text{ кал/см}^2$  за 1 минуту. Соответствующий коэффициент позволяет пересчитать данные измерений и сопоставить их.

На рис. 1 приведены результаты измерений плотности мощности солнечного излучения в области  $0,36 \text{ мкм}$  у поверхности земли, полученные при использовании разработанного нами прибора, и результаты измерений плотности солнечного излучения, которые переданы нам биоклиматической станцией (за что мы им искренне благодарны). Некоторая разница значений после 11 часов объясняется тем, что прибор на станции измеряет интегральную плотность мощности в широкой спектральной области от  $0,36 \text{ мкм}$  до  $1,0 \text{ мкм}$  и представляет ее в калориях на  $1 \text{ см}^2$ , которая затем (для сравнения) пересчитана в плотность УФ-излучения. В утренние же и вечерние часы данные достаточно хорошо совпадают (с учетом погрешности измерений).

Современные приборы для измерения плотности УФ-излучения, такие как «General Tool UV ab» дают возможность проводить измерение плотности мощности УФ-излучения в эритемной области ( $280\text{-}400 \text{ нм}$ ). На рис. 2

приведены результаты измерения плотности мощности УФ-излучения в течение дня, выполненные с помощью разработанного нами измерителя-дозиметра «Ламбит-5» и прибора «General Tool UV ab». Максимальное значение составило  $68\text{-}70 \text{ мВт/см}^2$  в полдень. Некоторое отличие в показаниях приборов в утренние и вечерние часы объясняется тем, что в эти часы доля излучения в области  $0,36 \text{ мкм}$  меньше, чем в области  $0,4 \text{ мкм}$ .

Интересно отметить, что солнечная радиация и в зимний период достаточно велика. Измерения мощности УФ-излучения на широте г. Киева в период с 3 по 6 февраля, приведенные на рис. 3, указывают на двукратное снижение плотности мощности излучения в полдень. А продолжительность времени при плотности мощности на уровне  $25 \text{ мВт/см}^2$  - сокращена в зимнее время по сравнению с летним почти в 4 раза.

### Выводы

Применение прибора серии ЛАМБИТ-5 позволяет измерять не только плотность УФ-излучения, но и полученную дозу.) В приборе серии ЛАМБИТ доза программируется индивидуально, а не установлена как постоянная величина, так как оптимальная доза является индивидуальным параметром для каждого человека. Другое исполнение прибора позволяет получать информацию о плотности УФ-излучения и проводить его регистрацию за счет современного персонального компьютера. Мониторинг солнечного излучения в течение дня позволит разработать рекомендации по его применению, учитывающие не только время, но и состояние погоды, а также географическую широту места нахождения объекта.

### Литература

1. Ежов В. В., Андрияшек Ю. И. Физиотерапия. Принципы, методы, организация. Мет. реком. Ялта. 2004 г.
2. М.В.Курик. Ультрафиолет и жизнь. «Рада», Київ. 1998 р.
3. Физиотерапия и курортология. Под ред. В.М. Боголюбова. Издательство «Бином». Москва. 2008 г.

**ЩОДО ВИМІРЮВАННЯ РІВНЯ ТА ДОЗИ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ОПРОМІНЕННЯ  
В УМОВАХ КУОРТУ**

*Каладзе М. М., Таранов В. В.\**  
*Кримський державний медичний університет,*  
*\*Інститут колоїдної хімії та хімії води НАН України*

*Точне вимірювання рівня ультрафіолетового випромінювання необхідне для вибору оптимальної тривалості сонячних ванн. Для досягнення цієї мети був розроблений і виготовлений новий «Вимірювач-дозиметр», який дозволяє проводити вимірювання густини потужності ультрафіолетового випромінювання в діапазоні 0.1–99 мВт/см<sup>2</sup>.*

*У режимі дозиметра прилад дозволяє контролювати індивідуальні дози ультрафіолетової радіації з подачею звукового сигналу при досягненні заданого значення.*

**Ключові слова:** *ультрафіолетове випромінювання, вимірювач-дозиметр, щільність потужності, індивідуальні дози.*

**MEASUREMENT OF THE LEVEL AND DOSE OF ULTRAVIOLET RADIATION  
IN THE RESORT**

*Kaladze N.N., Taranov V.V.*

*Precise measurement of UV radiation is necessary to select the optimal duration of sunbathing. To achieve this goal was developed and produced a new «Meter-dosimeter», which allows you to measure the power density of UV radiation in the range of 0.1–99 mW/cm<sup>2</sup>.*

*In the dosimeter device allows you to control individual doses of ultraviolet radiation with audible alarm when a preset value.*

**Keywords:** *ultraviolet radiation dosimeter meter, power density, individual doses.*