

ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СПЕКТРА СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ЕГО ИСКУССТВЕННЫХ АНАЛОГОВ

Учебное пособие

Под редакцией
А.Г. Черток



Владивосток
Медицина ДВ
2018

ISBN 978-5-98301-148-9



9 785983 011489



Издательство «Медицина ДВ»
690950 г. Владивосток, пр-т Острякова, 4
Тел.: (423) 245-56-49, E-mail: medicinaDV@mail.ru

Министерство здравоохранения Российской Федерации
Тихоокеанский государственный медицинский университет

ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СПЕКТРА СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ЕГО ИСКУССТВЕННЫХ АНАЛОГОВ

Учебное пособие

*Рекомендовано Координационным советом по области образования
«Здравоохранение и медицинские науки» в качестве учебного пособия
для использования в образовательных учреждениях, реализующих
основные профессиональные образовательные программы высшего
образования по направлению подготовки специалитета
по специальности 32.05.01 «Медико-профилактическое дело»*

Под редакцией
А.Г. Черток



Владивосток
Медицина ДВ
2018

УДК 613.165(075.8)

ББК 51.201.1я73

Ф504

*Издано по рекомендации редакционно-издательского совета
Тихоокеанского государственного медицинского университета*

Рецензенты:

Турчанинов Д.В. – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой гигиены,
гигиены питания человека Омского государственного
медицинского университета

Лемешевская Е.П. – д.м.н., профессор кафедры гигиены
Иркутского государственного медицинского университета

Авторы:

Чертюк А.Г., Транковская Л.В., Ковальчук В.К.,
Семанив Е.В., Грицина О.П

Ф504 **Физиолого-гигиеническая оценка спектра солнечного излучения
и его искусственных аналогов:** учебное пособие / Под ред. А.Г. Чертюк. –
Владивосток : Медицина ДВ, 2018. – 96 с.

ISBN 978-5-98301-148-9

Настоящее учебное пособие имеет многоцелевое назначение как на додипломном так и последипломном этапах подготовки специалистов с учетом требований основных профессиональных образовательных программ по специальностям Лечебное дело, Педиатрия, Медико-профилактическое дело, Фармакология, Стоматология.

Необходимость создания учебного пособия обусловлена отсутствием в имеющейся учебно-методической литературе систематизированного подхода по гигиенической оценке спектров солнечной радиации, являющихся неотъемлемой частью среды обитания человека, не представлены наиболее информативные методы оценки влияния их на организм, имеют место различные толкования понятий, терминов.

УДК 613.165(075.8)

ББК 51.201.1я73

ISBN 978-5-98301-148-9

© Чертюк А.Г., 2018

© «Медицина ДВ», 2018

Список сокращений

ИФК	– инфракрасное излучение
УФИ	– ультрафиолетовое излучение
МВт	– мегаватт
Лк	– люкс
Нм	– нанометр
ПК	– профессиональная компетенция
ДНК	– дезоксирибонуклеиновая кислота

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важных факторов среды обитания человека являются различного рода излучения, представленные как естественными источниками, так и искусственными. Они разнообразны и многочисленны. Среди представителей группы неионизирующих излучений большой интерес представляют инфракрасные и ультрафиолетовые излучения, оказывающие как положительное, так и негативное действие на живые организмы. Эти излучения составляют внушительный процент естественной среды обитания человека, поскольку источником жизни на Земле служит Солнце, в спектре которого они и представлены.

Кроме того, инфракрасное и ультрафиолетовое излучения – часть производственной среды. Например, инфракрасное излучение считается одним из факторов формирующих производственный микроклимат, и оказывает значительное воздействие на процессы теплообмена и механизмы терморегуляции.

УФ-излучение – постоянно действующий фактор внешней среды, оказывающим мощное воздействие на многие физиологические процессы, протекающие в организме. Также оно сыграло важную роль в эволюционных процессах, протекавших на Земле. Прежде всего, УФ-излучение наряду с космическими лучами и радиоактивными элементами земной коры, с электрическими разрядами в атмосфере, извержениями вулканов и ударами метеоритов, способствовало абиогенному синтезу органических соединений на Земле. Мутагенное действие УФ-излучения на простейшие формы жизни стимулировало ход биологической эволюции, содействовало увеличению разнообразия жизненных форм. В ходе эволюции земные организмы приобрели способность потреблять для своих нужд энергию различных частей солнечного спектра.

Инфракрасное и ультрафиолетовое излучения находят широкое применение в медицинской практике для лечения и профилактики ряда заболеваний, и практическое использование их требует определенных теоретических знаний врача. Таким образом, актуальность публикации данного пособия обусловлена следующими причинами:

1. Изучение гигиенических аспектов этих видов излучений, как среды обитания человека, предусмотрено рядом компетенций ФГОС, которыми должны владеть будущие специалисты лечебного, педиатри-

ческого, медико-профилактического, фармакологического, стоматологического профилей.

2. Отсутствие в теоретическом и методическом обеспечении подготовки студентов систематизированного, кратко представленного дидактического материала, помогающего усвоению проблем, связанных с инфракрасным и ультрафиолетовым излучением, которые служат не только факторами естественной среды обитания человека, но и профессиональными.

Глава 1.

ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ, МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ И ОЦЕНКИ ТЕПЛОВОГО (ИНФРАКРАСНОГО) ИЗЛУЧЕНИЯ

Природа инфракрасного излучения

Согласно научной терминологии, инфракрасным излучением принято называть электромагнитное излучение, у которого длина волны больше красного конца видимого света, но меньше микроволнового радиоизлучения. В числовом выражении ее длина может быть равна от 0,74 мкм до 1-2 мм. Открытие инфракрасного излучения является заслугой астронома Уильяма Гершеля, который совершил его в 1800 году. Занимаясь исследованием Солнца, Гершель искал способ уменьшения нагрева инструмента, с помощью которого велись наблюдения. Определяя посредством термометров действия разных участков видимого спектра, Гершель обнаружил, что «максимум тепла» лежит за насыщенным красным цветом и, возможно, «за видимым преломлением». Это исследование положило начало изучению инфракрасного излучения. Многим оно известно как «тепловое излучение». Инфракрасные волны мало отличаются от обычного света, поэтому они обладают и схожими свойствами. Когда свет достигает предмета, происходит его отражение в первоначальную точку. В случае же с инфракрасными волнами наблюдается их полное поглощение телом, в результате образуется тепловая энергия.

Инфракрасные волны бывают трех типов:

- короткие (0,76-2,5 мкм или 760-2500 нм);
- средние (2,5- 50мкм или 2500 -50000 нм);
- длинные (50 – 2000 мкм или 50000-2 000000нм).

Инфракрасное излучение подчиняется следующим основным законам, установленным применительно к абсолютно черному телу (т.е. поглощающему все направленное на него излучение):

1. Лучеиспускание вызывается только состоянием излучающего тела и не зависит от окружающей среды (**закон Прево-Кирхгофа**).

2. С повышением температуры излучающего тела мощность излучения увеличивается пропорционально 4-й степени его абсолютной температуры (**закон Стефана-Больцмана**): $E = KT^4$,

где E – мощность излучения; K – константа $= 1,38 \times 10^{-12}$ малых калорий в секунду.

3. Произведение абсолютной температуры излучающего тела на длину волны излучения с максимальной энергией есть величина постоянная (**закон Вина – закон смещения**): $\lambda_{\text{макс}} \times T = K$,

$K=2960$, если $\lambda_{\text{макс}}$ выражается в микронах.

Из этих законов вытекает, что с повышением температуры излучающего тела:

а) возрастает энергия излучения во всех участках спектра;

б) максимум энергии излучения перемещается в сторону волн с меньшей длиной.

Эти законы имеют важное гигиеническое значение, так как, исходя из закона смещения Вина и данных о температуре излучающего тела, можно составить представление о спектральной характеристике излучающего тела, а значит – о биологическом действии такого источника излучения.

Инфракрасные волны излучают все предметы, которые нас окружают, а происходит это в момент их нагрева до определенной температуры. Среди наиболее известных источников стоит назвать Солнце. Именно здесь находится источник энергии, которую Солнце непрерывно излучает в пространство в виде света и тепла.

От Солнца на земной шар непрерывно поступает поток излучений мощностью $1,8 \times 10^{11}$ МВт. На границе земной атмосферы количество энергии солнечного излучения равно $8,12 \text{ кДж}/(\text{см}^2 \times \text{мин})$, что соответствует 137000 лк. Одной из главных химических реакций, происходящих в атмосфере под воздействием солнечного излучения, является образование озона, основная масса которого сосредоточена на высоте 25 км. Озон образуется в стратосфере под воздействием коротковолнового солнечного излучения ($\lambda < 240 \text{ нм}$), т.е. поглощает большую часть губительного для живого излучения, выполняя роль защитного экрана. Различают солнечное излучение *прямое*, исходящее непосредственно от Солнца, *рассеянное* – от небесного свода и *отраженное* – от поверхности различных объектов.

В солнечном спектре на инфракрасную радиацию приходится 59% энергии, на видимый свет – 40%, ультрафиолетовое излучение – 1%.

Однако указанное распределение может изменяться в значительной степени в зависимости от многих факторов: широты местности, времени года, облачности, времени дня, загрязнения атмосферы и т.д. и т.п.

Источником ИФК служат все тела, если их температура выше абсолютного нуля (-273°)

Итак, в зависимости от температуры излучателя, формируются ИФК разной длины, интенсивности и проникающей способности, что и определяет действие на живой организм.

Инфракрасные лучи обладают очень низкой частотой. Эти лучи создают тепло и в науке известны как термические волны. Тепло, которое мы ощущаем от солнечного света, огня, обогревателя или теплого асфальта – все является следствием инфракрасного излучения. Инфракрасные длины волн делятся на три составляющих – ближние, средние и дальние инфракрасные волны. Такой, достаточно широкий диапазон ИФК, делят на три части:

- длинные волны, излучаемые от предметов с температурой до 300° ;
- средние – до 600° ;
- короткие – более 800° .

Ближние инфракрасные лучи совсем не горячие, фактически мы даже их не чувствуем. Эти длины волн используются, например, в пультах дистанционного управления для телевизоров. Их частота больше, и соответственно их энергия выше, чем у дальних инфракрасных лучей, но не на таком уровне, чтобы повредить организму.

Тепло же начинает создаваться на средних инфракрасных длинах волн, и их энергию мы можем чувствовать. Представьте себе горячую конфорку. После ее выключения, когда мы уже не видим раскаленную до красного свечения спираль, мы ощущаем тепло. Это – средние инфракрасные лучи, энергию которых могут чувствовать наши нервные окончания.

Дальние инфракрасные волны находятся на краю инфракрасного спектра, обладают наименьшим уровнем энергии и создают тепло.

Действие инфракрасного излучения

Длинные инфракрасные лучи (1,4-10 мкм) поглощаются верхним 2-миллиметровым слоем кожи. Особенно сильно поглощаются лучи с длиной волны 6-10 мкм, вызывая «калящий эффект». Воздействие инфракрасного излучения на организм проявляется как общими, так и местными реакциями. Местная реакция сильнее выражена при облучении длинноволновыми инфракрасными лучами, поэтому при одной и той же интенсивности облучения время переносимости коротковолнового

инфракрасного излучения больше, чем длинноволнового. Степень повышения температуры кожи в ответ на инфракрасное облучение находится в зависимости от его интенсивности. Инфракрасное облучение интенсивностью 949 Вт/м^2 вызывает ощущение жары, жжения и повышение температуры кожи до $40-41^\circ\text{C}$. При интенсивности инфракрасного облучения 1717 Вт/м^2 и более температура кожи повышается на $10-11^\circ\text{C}$ и появляется нетерпимое жжение кожи. Наряду с ростом температуры облучаемой поверхности тела (в зависимости от времени облучения и одежды) наблюдается рефлекторное повышение температуры на удаленных от области облучения участках. Происходит также рефлекторное изменение частоты пульса на фоне неизменной температуры тела. При облучении различных участков тела инфракрасным излучением интенсивностью $698-1396 \text{ Вт/м}^2$ частота пульса увеличивалась на 5-7 ударов в 1 мин. Время пребывания в зоне теплового облучения лимитируется в первую очередь высокой температурой кожи. Болевое ощущение возникает при температуре кожи $40-45^\circ\text{C}$ (в зависимости от участка). В основе биологического действия инфракрасного излучения лежит не только рефлекторный процесс, связанный с чисто тепловым эффектом, но и сдвиги в молекулярной структуре клетки, вызванные поглощением квантов инфракрасного излучения.

Коротковолновое инфракрасное излучение обладает более выраженным общим действием за счет большей глубины проникновения в ткани тела. Поглощаясь, лучи инфракрасного излучения вызывают внутримолекулярные колебания, значительно увеличивающие скорость протекания биохимических реакций. Основная часть энергии, превращаясь в тепловую, а также энергию фотохимических реакций, под влиянием инфракрасного излучения в коже, крови, цереброспинальной жидкости образуются высокоактивные вещества белкового происхождения (типа гистамина, холина, аденозина). Происходит также изменение обмена веществ в виде нерезкого снижения потребления кислорода, повышается содержание азота, уровня натрия и фосфора в крови, снижается поверхностное натяжение крови. Под влиянием инфракрасного излучения снижаются титр антител и фагоцитарная активность лейкоцитов. Эти сдвиги больше выражены при прерывистом облучении. Наблюдаются изменения в симпатoadреналовой и гипofизарно-адреналовой системах, свидетельствующие о напряжении в этих системах. Сосудистая реакция протекает в зависимости от интенсивности и спектрального состава инфракрасного излучения – коротковолновая вызывает расширение сосудов, длинноволновая – сужение. Артериальное давление изменяется при интенсивности излучения с 1138 Вт/м^2 при температуре воздуха 24°C и с 775 Вт/м^2 при температуре 50°C . Повышение артериального давления обусловлено,