

Прсф. Ю. Д. Жилов

ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЕ УФ-ОБЛУЧЕНИЕ

Институт гигиены детей и подростков Министерства здравоохранения СССР, Москва

Вопрос о профилактическом УФ-облучении и, в частности, о дозе и методе его до настоящего времени полностью не разрешен. Известно, что при профилактическом, а не лечебном облучении ультрафиолетовой составляющей солнечного спектра начальная доза должна быть меньше абсолютного значения биологической дозы (биодозы), т. е. той минимальной дозы, которая вызывает на облучаемом участке появление эритемы. Этим следует объяснить то, что в «Указаниях по профилактике светового голодания у людей», составленных 8 лет назад, в качестве основной профилактической дозы принята относительная величина, равная половине абсолютного значения биодозы.

В литературе нет единого мнения о биологической эффективности этой дозы (В. И. Кричагин, и др.), ибо абсолютное ее значение, зависящее от времени года, индивидуальных особенностей наблюдаемых и т. п., не будет всегда одинаковым. Кроме того, при массовом облучении, особенно при использовании искусственных излучателей в системе общего освещения, невозможен строгий учет индивидуальных особенностей — реактивности организма по отношению к УФ-радиации, т. е. индивидуального дозирования УФ-излучения, как это может иметь место при облучении в фотарии и выражение при этом дозы облучения в относительных величинах теряет смысл.

По всей вероятности, профилактическая доза ультрафиолетовой составляющей должна выражаться в абсолютных величинах, причем начальная доза облучения не должна превышать эритемной биологической дозы. Это подтверждается материалом, полученным нами при установлении оптимальной профилактической дозы для детей и подростков.

Следует оговориться, что обширный многолетний (10 лет) опыт наблюдения за детьми (5—10 лет) и подростками (14—17 лет) в разные времена года, проживающими в различных климатических районах страны (юг, средняя полоса, север), позволил заключить, что нет основания ставить вопрос о возрастном нормировании профилактической дозы УФ-радиации, хотя при этом отмечено, что дети в большей степени, чем подростки, чувствительны к отсутствию благоприятного воздействия ультрафиолетовой составляющей.

Из 4 наблюдаемых нами групп 3 подвергались облучению в помещении эритемными лампами, примененными в системе общего освещения, а 1 группа оставалась контрольной. При выборе дозы облучения мы руководствовались следующим. Собственные многолетние осенние (после воздействия естественной солнечной радиации) данные абсолютного значения биодозы у лиц разного возраста, проживающих в различных климатических районах страны, позволили выявить, что биодоза в среднем равна $4000 \text{ мквт} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$ при колебаниях ее значения от 3000 до $5000 \text{ мквт} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$. УФ-облученность искусственными источниками радиации измерялась «уфидозиметром 4» и «уфиметром-5» (О. П. Дорф).

Наблюдаемые одной группы облучались дозой $3000 \text{ мквт} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$. Она может быть названа максимально возможной субэритемной дозой. Учитывалось то, что облучение в условиях помещения длится не в течение нескольких минут, как это имеет место в фотарии, а на протяжении 4—7 часов, и что при таком растянутом по времени облучении даже большие относительные дозы (1 био) не вызывают эритемы (Meyer и Setz).

Для сравнения наблюдаемые другой группы облучались дозой, которая рекомендуется «Указаниями по профилактике светового голодания у людей» и равняется $\frac{1}{2}$ био. Согласно полученным нами данным (осень), эта доза, выраженная в абсолютных величинах, составит $2000 \text{ мквт} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$.

При оценке 2 различных доз ультрафиолетовой составляющей можно дать ответ лишь на вопрос, какая из них оказывает более благоприятное действие, т. е. в большей степени, чем другая, способствует профилактике УФ-недостаточности.

Однако доза, оказывающая более благоприятное действие, может не являться оптимальной. Для нахождения оптимальной профилактической дозы следует провести оценку другой, большей, чем $3000 \text{ мквт} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$, дозы УФ-радиации. Отсюда 3-я группа наблюдаемых подвергалась действию дозы, равной $5000 \text{ мквт} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$, что соответствовало верхней границе осенних абсолютных значений биодозы.

Очевидно, профилактическое облучение лиц дозой выше $5000 \text{ мквт} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$, соответствующей самому высокому значению биодозы, которое имеет место у части (5—7%) наблюдаемых осенью, не представляется необходимым. В данном случае эта доза может считаться предельной при профилактическом УФ-облучении.

Сравнительный анализ таких физиологических показателей, как эритемная биодоза, фагоцитарная активность лейкоцитов крови, ломкость капилляров, по А. И. Нестерову, активность щелочной фосфатазы и др., свидетельствовал о том, что дополнительное искусственное облучение УФ-радиацией эритемных ламп, проводимое обычно зимой, вызывая весьма положительный эффект, не способствует в полной мере поддержанию изучаемых физиологических реакций на том уровне, который наблюдается осенью после длительного воздействия природной УФ-радиации.

Наибольшие изменения наблюдались у тех наблюдаемых, которые подвергались действию ультрафиолетовой составляющей в дозе $2000 \text{ мквт} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$. У них весной последующего облучения эритемная доза и фагоцитарная активность были ниже на 45 и 29,5%.

соответственно ($P < 0,001$), а активность щелочной фосфатазы в сыворотке крови и в лейкоцитах — на 53,8% выше ($P < 0,01$), чем у них же осенью. Биодоза у этих лиц в среднем составляла 2200 $\text{мквт} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$.

Значительно меньшие сезонные изменения отмечаются у тех, кто облучается в $1\frac{1}{2}$ и $2\frac{1}{2}$ раза большими дозами. Весна примечательно то, что различия в уровне физиологических показателей у облучающихся дозами 3000 и 5000 $\text{мквт} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$ не было. Исключением являлась биодоза, которая составляла соответственно 3200 и 5100 $\text{мквт} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$. Такой характер изменения функциональных систем организма позволяет заключить, что доза 3000 $\text{мквт} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$ может считаться оптимальной для профилактического облучения, однако и большие дозы (до 5000 $\text{мквт} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$) не могут считаться противопоказанными.

Необходимо указать на то, что если выразить дозы 3000 и 5000 $\text{мквт} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$, как и дозу 2000 $\text{мквт} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$, которая равна $\frac{1}{2}$ био, в относительных величинах, то будет следующее. Перед облучением выбранные нами 3 дозы в относительных величинах выражались $\frac{1}{2}$ био (2000 $\text{мквт} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$), $\frac{3}{4}$ био (3000 $\text{мквт} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$) и $1\frac{1}{4}$ био (5000 $\text{мквт} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$). Однако если произвести подобный расчет после облучения (весной), то отмеченное выше соотношение будет совершенно иным. Так, для облучающихся дозой 2000 $\text{мквт} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$ доза в относительных величинах после облучения составит (2000 : 2200 = доза облучения : абсолютное среднее значение эритемной биодозы облучаемых) $\frac{9}{10}$ био, причем такое же соотношение обнаружится при облучении 2 другими дозами (3000 : 3200 и 5000 : 5100). Отсюда следует, что наблюдаемые нами дети и подростки подвергались облучению одинаковыми дозами, равными $\frac{9}{10}$ био. Имеется явное несоответствие между абсолютными и относительными величинами: если в абсолютных величинах 1 доза облучения в $1\frac{1}{2}$ раза или в 2 раза и более выше другой, то в относительных величинах эти дозы равны и составляют $\frac{9}{10}$ био.

Другими словами, у облучающихся, например, постоянной дозой 2000 и 3000 $\text{мквт} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$ в результате естественного процесса адаптации биодоза понижалась, и фактически эти дети, как и те, что подвергались воздействию дозы 5000 $\text{мквт} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$, облучались возрастающими (от $\frac{1}{2}$ и $\frac{3}{4}$ био осенью до $\frac{9}{10}$ био весной) дозами УФ-радиации.

Следовательно, какая бы относительная доза начального облучения не была установлена, будь то $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ и $\frac{3}{4}$ и даже $1\frac{1}{4}$ био, через определенный период облучения (1—2 месяца) она будет близка к дозе 1 био.

Полученные данные позволяют подтвердить мнение о необходимости выражения профилактической дозы облучения не в относительных, а только в абсолютных физических (в $\text{мквт} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$) или приведенных (в $\text{мкэр} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$) величинах.

Не меньший интерес представляет и оценка метода профилактического облучения, т. е. оценка облучения радиацией эритемных люминесцентных ламп, примененных в системе общего освещения (облучение длится часами, облучаются лишь открытые участки тела) и в условиях фотария (облучение длится минуты, облучается вся поверхность тела).

Для этого наблюдаемые 5-й группы облучались в условиях фотария суточной дозой 3000 $\text{мквт} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$.

Анализ материалов об уровне физиологических показателей облучающихся одинаковой дозой УФ-радиации при различном методе облучения, обусловленном способом использования искусственных излучателей, позволил сделать заключение, что биологический эффект воздействия УФ-радиации не зависит от примененных методов облучения.

Следует отметить, что длительность профилактического облучения оптимальной дозой зависит, с одной стороны, от способа использования искусственных излучателей, а с другой, — от абсолютного значения эритемной биодозы. Но последнее верно, лишь когда эритемная биодоза меньше профилактической дозы УФ-радиации.

В этом случае соотношение эритемной биодозы и профилактической дозы будет являться критерием выбора начальной дозы облучения, которая должна соответствовать биодозе или быть меньше ее значения и в процессе облучения постепенно повышаться до уровня рекомендуемой.

Из сказанного явствует, что практически постановка вопроса о выражении профилактической дозы в абсолютных физических (приведенных) величинах отнюдь не означает отказ от необходимости определения индивидуальной чувствительности кожи к УФ-радиации. Определение биодозы перед циклом облучения необходимо, но лишь для того, чтобы выяснить, не меньше ли она рекомендуемой оптимальной профилактической дозы, т. е. 3000 $\text{мквт} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$. Практически при определении биодозы (по Горбачеву — Дальфельду) перед профилактическим облучением можно использовать биодозиметр, имеющий, например, не 8 или 10 отверстий, а значительно меньше и даже одно, которое может быть облучено дозой, равной 3000 $\text{мквт} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$.

Анализ материала, полученного при исследовании лиц, проживающих в различных климатических районах страны (север — 70° с. ш., средняя полоса — 55° с. ш. и юг — 40° с. ш.), позволил отметить, что осенью, например, у жителей севера функциональный уровень исследуемых параметров остается ниже, чем у их сверстников, живущих на юге. В этот период года биодоза у северян находилась в среднем на уровне тех величин, которые имели место у подростков юга и средней полосы, и составляла 4000 ± 150 $\text{мквт} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$ (это может свидетельствовать о том, что наблюдаемые облучались одинаковыми суточными дозами УФ-радиации), однако активность фагоцитов была значительно (на 20%) ниже. Подобное различие внесено и при исследовании чувствительности кожных капилляров

к механическому воздействию (по А. И. Нестерову) и активности щелочной фосфатазы в лейкоцитах и сыворотке крови.

Следует отметить, что физиологические показатели у южан даже весной находились на более высоком уровне, чем у северян осенью. Последнее позволило подтвердить мнение (Н. Ф. Галанин, и др.), что при профилактике УФ-недостаточности большое значение имеет установление не только суточной, но и годовой дозы УФ-радиации. Последняя является критерием для определения сроков использования искусственных источников УФ-излучения. Так, в условиях Севера (Заполярье) профилактическое облучение необходимо проводить 7 месяцев и начинать с октября, а в условиях средней полосы — проводить его 5 месяцев и начинать с ноября.

Дети и подростки, живущие на юге (южнее 45° с. ш.), при рациональном использовании природной УФ-радиации в зимний период года могут не подвергаться дополнительному искусственному УФ-облучению.

Таким образом, при профилактическом УФ-облучении необходимо учитывать климатические особенности местности, где проживают облучаемые (для определения сроков облучения), среднее значение их эритемной биодозы (для выбора начальной дозы облучения) и то, что профилактическая доза облучения, нормируемая в абсолютных величинах, не должна быть ниже $3000 \text{ мквт} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$.

ЛИТЕРАТУРА. Галанин Н. Ф. Лучистая энергия и ее гигиеническое значение. Л., 1952. — Дорф О. П. Фотометрия ультрафиолетового излучения. Автореф. дисс. канд., 1957, с. 15. Кричагин В. И. В кн.: Ультрафиолетовое излучение. М., 1958, Сб. 2, с. 208. — Meyer A. E. H., Seitz E. O., Ultraviolette Strahlen ihre Erzeugung. Messung und Anwendung in Medizin. Berlin, 1942.

Поступила 22/VIII 1972 года

УДК 613.481:685.31]-07:51.001.57

Л. Д. Лебедева, канд. техн. наук Л. В. Кедров, доктор мед. наук А. И. Саутин

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ОБУВИ

Центральный научно-исследовательский институт кожевенно-обувной промышленности, Москва, и Институт общей и коммунальной гигиены им. А. Н. Сысина АМН СССР, Москва

При разработке аналитического метода, позволяющего оценить теплозащитные свойства обуви по тепловому состоянию человека, было использовано уравнение теплового баланса организма, записанного в дифференциальной форме. Применительно к стопе оно имеет вид:

$$Q - (1 + k_0) \cdot \frac{T_K - T_B}{P_{\text{сум}}} = \frac{mc}{S} \cdot \frac{d(\alpha_1 T_K + \alpha_2 T_P)}{dt} \quad (1),$$

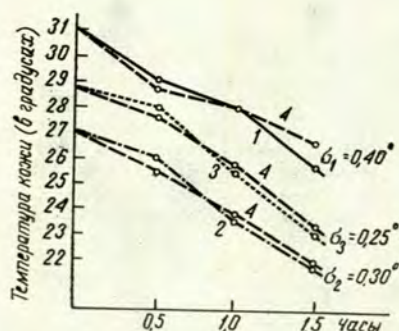


Рис. 1. Изменение температуры кожи стопы в обуви испытуемых 1, 2 и 3 при температуре воздуха — 5° , полученное в эксперименте и с помощью модели.

1 — испытуемый 1; 2 — испытуемый 2; 3 — испытуемый 3; 4 — кривая по данным моделирования.

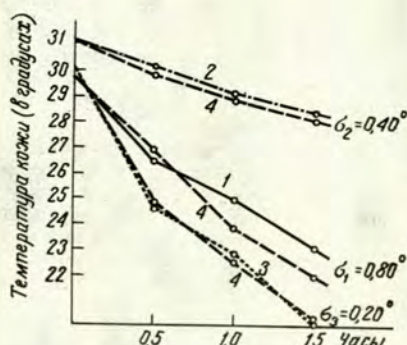


Рис. 2. Изменение температуры кожи стопы в обуви испытуемых 1, 2 и 3 при температуре воздуха — 20° , полученное в эксперименте (Л. В. Кедровым) и с помощью модели.

Обозначения те же, что на рис. 1.