

ОСОБЛИВОСТІ РЕАКЦІЙ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ НА УЛЬТРАФІОЛЕТОВЕ ОПРОМІНЕННЯ

Гвозденко Л.А., Чередніченко І.М.

ДУ «Інститут медицини праці НАН України»

Резюме. *З метою визначення індивідуальних особливостей реакцій організму людини на дію ультрафіолетового випромінювання був проведений експеримент по опроміненню ділянки шкіри на стегні з визначенням біодози. Моделювалось опромінення інтенсивністю 44 - 56 Вт/м² в області УФ-А та 3,2 – 3,6 Вт/м² в області УФ-В, що відповідає параметрам ультрафіолету в спектрі сонячного випромінювання. Встановлено, що у визначенні реакції організму на дію ультрафіолетового випромінювання має значення товщина рогового шару шкіри, кількість відростків клітин Лангерганса у зернистому шарі, а також особливості водно-емulsionної плівки на поверхні шкіри.*

Ключові слова: *ультрафіолетове випромінювання, біодоза, шкіра.*

Вступ. Ультрафіолетове випромінювання в умовах сучасного існування людини набуває все більшого поширення не тільки завдяки його збільшенню в спектрі сонячного випромінювання в зв'язку з виснаженням озонового шару атмосфери, але і з більш інтенсивним його використанням для здійснення технологічних процесів в різних галузях виробництва (процеси полімеризації, знезаражування), використанням у побуті, поширенням потужних металогалогенних ламп для освітлення, в спектрі яких представлена і ультрафіолетова частка оптичного спектру випромінювань.

Відомо, що ультрафіолетове випромінювання є активним біологічним фактором, який може викликати ураження сітківки, еритему, пігментацію, опіки, фотоалергічні реакції, дегенеративні процеси в епідермісі, пігментний кератодерміт, виникнення злякисних новоутворень і т.і. Ультрафіолетове випромінювання здатне змінювати хід біохімічних процесів з утворенням простагландинів у шкірі, збільшувати іонну проникливість мембран, сприяти фотопорушенню дисульфідних містків, яке не залежить від наявності кисню. Фотоокислення утворюється внаслідок непрямої дії ультрафіолетового випромінювання – тіоли руйнуються при взаємодії з продуктами перекисного окислення ліпідів, які утворюються внаслідок виникнення вільних радикалів при поглинанні УФ фотонів [9, 11].

Профілактика шкідливої дії штучного і природного ультрафіолету потребує комплексного підходу щодо розробки системи заходів, направлених на захист людини. Серед цих заходів важливе місце займають характеристики індивідуальної чутливості організму [1, 3, 4].

Велике значення у формуванні реакції організму на опромінення мають особливості його поглинання в поверхневих шарах епідермісу, що обумовлює наявність різних реакцій на дію однакових параметрів випромінювання у різних людей. Таке явище обумовлюється індивідуальними особливостями шкірних покривів. Епідерміс, як головна складова шкіри, не тільки ізолює організм і

внутрішні органи і тканини від зовнішнього середовища, але і сприяє встановленню тісного взаємозв'язку з ним [1, 2]. Шкіра не тільки забезпечує терморегуляторні функції, але і активно приймає участь в білковому, водно-електролітному обміні, виступає в ролі депо крові, білків, жирів, мукополісахаридів, ферментів, має великі антигенні властивості [4]. Ймовірно, що основні процеси поглинання випромінювання мають місце не тільки в глибині шкіри, але і на її поверхні, де відбуваються вільнорадикальні процеси, процеси перекисного окислення ліпідів (ПОЛ), які обумовлюють формування відповідної патології.

В деякій мірі про характеристики індивідуальної чутливості організму до УФО можливо судити на підставі оцінки типу шкіри людини за Fitzpatrick (1975), який виділяє 6 типів шкіри відносно концентрації меланіну в епідермісі, що забезпечує поглинання УФО і затримує його проникнення в глибокі підшкірні тканини.

В визначенні реакції на УФО ймовірно має значення інтенсивність кровопостачання шкіри, про що свідчить температура поверхні шкіри і інтенсивність теплового випромінювання, а також співвідношення в шкірі епідермісу, коріуму і підшкірної жирової клітковини [3] і кількісний склад сально-потової емульсії, яка покриває поверхню шкіри людини, до складу якої входить уроканова кислота, гістамін, ацетилхолін, креатинін, які можуть безпосередньо взаємодіяти з УФО, або опосередковано формувати еритемну реакцію [4].

Матеріали та методи дослідження. Для опромінення була використана ксенонова лампа ДКСШ-1000 в установці ЛОС-2М з плексигласовими світлофільтрами, які не пропускають короткохвильовий ультрафіолет та інфрачервоне випромінювання, а також зводять до мінімуму видиме випромінювання. Виміри проводили за допомогою приладів УФР-21 (Україна), СРП-86 (Росія).

Моделювалось опромінення інтенсивністю 44 - 56 Вт/м² в області УФ-А, 3,2 – 3,6 Вт/м² в області УФ-В, що відповідає параметрам ультрафіолету в спектрі сонячного випромінювання [10]. Інтенсивність видимого випромінювання складала 189 Вт/м².

Опромінювалась ділянка шкіри на стегні, яка найменш підлягає дії природного сонячного випромінювання. Для визначення біодози використовували біодозиметр Горбачова.

Мінімальна еритемна доза розраховувалась виходячи з мінімального часу опромінення, необхідного для одержання еритеми при визначеній інтенсивності потоку випромінювання:

$$T_c \cdot Q = Wt \cdot c/m^2 = Дж/м^2 \text{ (мДж/см}^2\text{)},$$

де T_c – час опромінення (с);

Q – інтенсивність потоку опромінення.

Для визначення індивідуальних особливостей організму людини при виборі контингенту для експериментальних досліджень оцінювались: тип шкіри людини (за Fitzpatrick, 1975); інтенсивність кровопостачання шкіри за допомогою

вимірювання теплового випромінювання від шкіри з використанням приладу РАТ-1П (Україна); товщина шкірно-жирової складки (за В.В. Горнєвською, Є.І Янкелевич, 1966) за допомогою ковзаючого циркуля (штангенциркуля) [8]; артеріальний тиск, пульс.

Для характеристики складу сально-потової емульсії, яка покриває поверхню шкіри людини, робили змив зі шкіри на спині з площі 100 см² очищеним етанолом. Змив зі шкіри досліджували методом УФ-спектроскопії за спектрами поглинання в ультрафіолетовій області. УФ спектри поглинання реєстрували на спектрометрі "Spectrum M 400". Одержані спектральні криві обчислювались за допомогою визначення площі поглинання в діапазоні 280-315 нм.

Після опромінювання візуально реєстрували реакцію шкіри через 0,5 години, 4 години і 24 години. Вираженість еритеми реєструвалась за допомогою кольорової фотозйомки.

Проводилось вивчення периферичної крові і морфологічних особливостей верхніх шарів епідермісу за допомогою оригінального неінвазивного методу до і після опромінення.

В дослідженнях приймали участь 15 добровольців віком 25-35 років.

Результати дослідження та їх обговорення. Аналіз одержаних даних проводився в залежності від типу шкіри добровольців, які були розділені на 3 групи: з 2-м, 3-м і 4-м типом шкіри за Fitzpatrick.

Таблиця 1.

Характеристика реакцій організму на дію ультрафіолетового випромінювання в залежності від типу шкіри

Тип шкіри	Час виникнення стійкої еритеми, час	МЕД, мДж/см ²	Ступінь поглинання ультрафіолету, у.о.	Кількість клітин Лангерганса в базальному шарі шкіри	Товщина підшкірної жирової складки, см	Теплове випромінювання від шкіри, Вт/м ²
2	5,08±2,3	242,4±0,9	344,2±142,9	1,3±0,41	1,5±0,41	8,6±3,8
3	8,00±0	292,6±0,98	623,7±138,6	4,0±1,73	1,5±0,5	3,3±0,3
4	12,00±0	286,5±0,59	562,8±70,6	3,7±0,41	1,0±0	7,6±2,6

Як видно з даних, представлених у таблиці 1, не просліджується залежності товщини підшкірної жирової складки і інтенсивності теплового випромінювання, що характеризує кровопостачання шкіри, від типу шкіри. Але тип шкіри чітко визначає час виникнення стійкої еритеми – найпізніше вона виникає у волонтерів з смаглявою шкірою (тип 4). Відсутня суттєва різниця між параметрами мінімальної еритемної дози і типом шкіри, що дозволяє припустити важливість значення діючих параметрів опромінення.

За результатами кореляційного аналізу тип шкіри в деякій мірі визначає її імунні властивості - спостерігається різниця в кількості відростків клітин Лангерганса ($r=0,72$) і товщини рогового шару ($r=0,87$).

Ступінь поглинання випромінювання в області УФ-В при дослідженні змиву зі шкіри, також має різницю, яка пов'язана з типом шкіри: найменша - для

шкіри типу 2, найбільша - для шкіри типу 3 ($r=0,57$), але, можливо, має значення товщина коріуму, кількість клітин Лангерганса у зернистому шарі шкіри.

Дослідження картини периферичної крові не дозволили встановити певні залежності між кількістю окремих клітин і характером еритемної реакції. Ступінь кровопостачання шкіри взагалі, про що свідчить інтенсивність теплового випромінювання шкіри, має більше значення.

Аналіз діючих потоків енергії для вивчення еритемної дози, співставлення їх з рекомендованими нормативами в гігієні праці (СН 4557-88), дозволяє прийняти як безпечну дозу, яка може бути отримана на протязі світлового дня 35,0 - 65,0 мДж/см² при інтенсивності потоків випромінювання в області УФ-А - до 32,7 Вт/м² (max), в області УФ-В - до 1,3 Вт/м² (max). Цю дозу можливо перераховувати в залежності від часу перебування на відкритому повітрі і інтенсивності сонячного опромінення.

Висновки:

1. У визначенні реакції організму на дію ультрафіолетового випромінювання має значення товщина рогового шару шкіри, кількість відростків клітин Лангерганса у зернистому шарі, а також особливості водно-емульсійної плівки на поверхні шкіри відносно поглинання енергії ультрафіолетового випромінювання.

2. Безпечна доза опромінення повинна розраховуватись на підставі вимірювань інтенсивності потоків ультрафіолету в сонячному випромінюванні: для області УФ-А – не більше 32,7 Вт/м², для області УФ-В – не більше 1,3 Вт/м².

Література:

1. Михайлов И.Н. Структура и функция эпидермиса. - М.: Медицина, 1979. - 240 с.

2. Spearman R.J.C. The biochemistry of skin disease// Mol. Aspects Med. - 1982. - № 2. - P. 63-126.

3. Калантаевская К.А. Морфология и физиология кожи человека.-Здоров'я, Киев.-1972.-267 с.

4. Кормейн Р.Х., Асгар С.С. Иммунология и болезни кожи// Пер. с англ. - М.: Медицина, 1983. - 255 с.

5. Gloor M., Kohler H. Uber den Einfluss der Materialgewinnung auf die Zusammensetzung der Hautoberflachelipide. Vergleichende analytische Untersuchungen der Mattgolasmethode mit der Papierabsorptionsmethode// J. Soc. Cosmet. Chem. - 1977. - Bd. 28. - S. 211-217.

6. Ludahl E., Glansholm A., Levin M. Ocular exposure to infrared radiation in the Swidish iron and steel industry// Health Phys. - 1984. - Vol. 46, № 3. - P. 529-536.

7. Duberbret et. al. Phototoxic properties of perfumes containing bergamot oil on human skin: photoprotective effect of UVA and UVB sunscreens// J. Photochem. and Photobiol. B. - 1990 - 7 т., № 2-2. - P. 251-259.

8. Горневская В.В., Янкелевич Е.И. Руководство для школьных врачей.- М.: Медицина - 1966. - С.327.

9. Клячкин Л.М., Виноградова М.Н. Физиотерапия – М.: Медицина – 1988. – С. 136 – 154.

10. Соколов М.В. Прикладная биофотометрия – М.:Наука – 1982 – 130 с.
11. Лучистая энергия и ее гигиеническое значение. - Л-д: Медицина, 1969 - 182 с.
12. Grant, William B. (2002). An estimate of premature cancer mortality in the US due to inadequate doses of solar ultraviolet-B radiation. *Cancer* 94 (6) - P. 1867—1875.
13. Matsumura Y, Ananthaswamy HN (2004). Toxic effects of UV radiation on the skin. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 195 (3) – P. 298—308.
14. Hu S, et al. (2004). UV radiation and melanoma in US Hispanics & blacks. *Arch Dermatol.* 140 (7) – P. 819—824.

ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИЙ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА НА УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ ОБЛУЧЕНИЕ

Гвозденко Л.А., Чередниченко И.Н.

Резюме. С целью определения индивидуальных особенностей реакций организма человека на действие ультрафиолетового излучения был проведен эксперимент по облучению участка кожи на бедре с определением биодозы. Моделировалось излучение интенсивностью 44 – 56 Вт/м² в области УФ-А и 3,2 – 3,6 Вт/м² в области УФ-В, что отвечает параметрам ультрафиолета в спектре солнечного излучения. Выявлено, что реакция организма на действие ультрафиолетового излучения зависит от толщины рогового слоя кожи, количества отростков клеток Лангерганса в зернистом слое, а также от особенностей водно-эмульсионной пленки, покрывающей кожу.

Ключевые слова: ультрафиолетовое излучение, биодоза, кожа.

FEATURES REACTION OF THE BODY TO ULTRAVIOLET IRRADIATION

L.Gvozdenko, I.Cherednichenko

Summary. In order to determine the individual characteristics of the reactions of the human organism to the action of ultraviolet radiation experiment was conducted on the irradiation area of the skin on the thigh with the definition of biodozy. Simulated radiation intensity of 44 - 56 W/m² in the UV-A and 3.2 - 3.6 W m⁻² in UV-B, which corresponds to the parameters in the ultraviolet spectrum of solar radiation. Revealed that the reaction to the action of UV radiation depends on the thickness of the stratum corneum of the skin, the number of processes of Langerhans cells in the granular layer, as well as the characteristics of water-emulsion film that covers the skin.

Keywords: ultraviolet radiation, biodoza the skin.