

## არასითბური საშუალო დიაპაზონის ინფრაწითელი გამოსხივების გავლენა ინდუცირებული თავისუფალი რადიკალების კინეტიკაზე ადამიანის წაბლისფერ თმაში

თსსუ, ინფორმატიკის, მათემატიკის და ბიომექანიკის დეპარტამენტი, კანისა და ვენერიულ სნეულებათა დეპარტამენტი, ფიზიოლოგიის დეპარტამენტი.

ინფრაწითელი, ხილული და ულტრაიისფერი გამოსხივება მუდამ იყო მეცნიერთა შესწავლის საგანი. თუ ფიზიკოსები იკვლევდნენ მათ ფიზიკურ ბუნებას, მედიკოსებისათვის ინტერესის საგანი იყო ცოცხალ ორგანიზმზე მათი მოქმედების მექანიზმის დადგენა და გამოყენება სამკურნალო და სადიაგნოსტიკო მიზნით. ადამიანის ორგანიზმზე მოქმედების გამოხატული აგრესიული ბუნების გამო, ულტრაიისფერი გამოსხივება დღეისათვის საკმაოდ კარგად არის შესწავლილი. ინფრაწითელი გამოსხივების თვალსაზრისით ყურადღებას იქცევდა სითბური კომპონენტის გავლენა; მისი სიხშირული კომპონენტის მოქმედება კი პრაქტიკულად არ იყო შესწავლილი. ცნობილია, რომ ხილული სინათლის ფოტონების მოქმედება ადამიანის კანზე ხასიათდება კანის მიერ ფოტონების შთანთქმით (I), რაც მასში სხვადასხვა ქიმიურ პროცესზე, და გაბნევით (II), რაც ტალღის სიგრძეზეა დამოკიდებული. ინფრაწითელი გამოსხივება პირობითად იყოფა სამ დიაპაზონად:

- ◆ ახლო: – ენერგია (E) - 1,7 ევ-მდე, ტემპერატურა (T) - 4000 K-მდე, სიხშირე – (E, (niu)  $4 \cdot 10^{14}$  ჰერცამდე, ტალღის სიგრძე – (E, ლამბდა) - 730ნმ;

- ◆ საშუალო: – E- 0,25 ევ-მდე, T - 600 K-მდე,  $E=6 \cdot 10^{13}$  ჰერცამდე,  $\lambda$ -5მკმ;

- ◆ შორეული - E - 0,04 ევ-მდე, T - 90 K-მდე, E –  $10^{13}$  ჰც-მდე და E – 30 მკმ-მდე. საშუალო დიაპაზონში გამოსხივდება პლანეტა დედამიწა, ყველა მასზე არსებული სხეული, ყინულიც კი.

განათების საერთაშორისო კომისია (International Commission on Illumination (ICI)) ინფრაწითელ გამოსხივებას ჰყოფს სამ ჯგუფად:

- ◆ IR-A 700 ნმ–1400 ნმ (0,7-1,4 მკმ),

- ◆ IR-B 1400 ნმ -3000 ნმ (1,4მკმ-3 მკმ),

- ◆ IR-C 3000 ნმ –1 მმ (3 მკმ–1000 მკმ).

ინფრაწითელი დასხივების შემთხვევაში სითბოს შეღწევა კანსა და კანქვეშა ქსოვილებში, ხილულ სინათლესთან შედარებით, ყველაზე მეტად არის გამოხატული (1, 2). საყოველთაოდ ცნობილია, რომ კანის პიგმენტაცია მატულობს ულტრაიისფერი დასხივების დროს, რაც ადამიანის კანში ეუმელანინის გამოყოფაზე მიუთითებს; ამ უკანასკნელს პარამაგნიტური თვისებები აქვს და სინათლის შთანთქმისას ფოტონდუცირდება (3, 4, 5); თუმცა, იგივე ეფექტი შეიძლება განვითარდეს ხილული და ახლო ინფრაწითელი გამოსხივების ზემოქმედებითაც (6, 7). ელექტრინულ-პარამაგნიტური (ეპრ) სპექტროსკოპია ერთადერთი პირდაპირი მეთოდია, რომლითაც შესაძლებელია სტაბილური თავისუფალი რადიკალების რეგისტრაცია და მათი ტრანსფორმაციის ან ინტენსივობის ცვლილების დაფიქსირება სხვადასხვა ზემოქმედებისას. მაგრამ გარკვეული ტექნიკური მიზეზების გამო (ქსოვილში დიდი რაოდენობით სითხის არსებობა) ქსოვილის თავისუფალი რადიკალების ფიქსირება რთულია. ამიტომ, ეუმელანინის ფოტონდუცირებული თავისუფალი რადიკალების კინეტიკის შესწავლა მეტად მოსახერხებელია შავ ან წაბლისფერ თმაში, სადაც ეუმელანინის რაოდენობა დიდია და მისი ეპრ სპექტრი მკვეთრადაა გამოხატული. კვლევის მიზანს შეადგენდა არასითბური საშუალო დიაპაზონის ინფრაწითელი გამოსხივების გავლენა ადამიანის წაბლისფერ თმაში ფოტონდუცირებული თავისუფალი რადიკალების კინეტიკაზე. კვლევის მასალა და მეთოდიკა ჩვენს მიერ გამოყენებული იყო ფირმა OSRAM-ის მიერ გამოშვებული შედარებით ნაკლები ენერგიის SFH 4233 ინფრაწითელი დიაპაზონის შუქდიოდი შემდეგი მახასიათებლებით: ტალღის სიხშირე რე 319·10<sup>12</sup> ჰც, ტალღის სიგრძე - 935-დან 945-მდე, ენერგია - 500 მლვტ. ვინაიდან კვლევის მიზანს შეადგენს ინფრაწითელი გამოსხივების ტალღური კომპონენტის ზემოქმედების შეფასება ფოტონდუცირებული თავისუფალი რადიკალების კინეტიკაზე, ჩვენს მიერ მოდელირებულ იქნა სპეციალური ხელსაწყო, რომელშიც ჰაერის ნაკადის მეშვეობით ხდებოდა სითბური მდგენელის მოშორება. შესაბამისად, თმის 14 სინჯს ვასხივებდით მხოლოდ ინფრაწითელი ტალღის ვიწრო სპექტრის 935-945 ნმ-ის ფარგლებში, რაც მიეკუთვნება ICI კლასიფიკაციის IR-A ჯგუფის შუა უბანს. კვლევის ობიექტად გამოყენებული იყო კონად შვედური ადამიანის ნატურალური წაბლისფერი თმა (რომელიც არ იყო

დამუშავებული საღებავებით და სხვადასხვა კოსმეტიკური საშუალებებით); თმის კონის სიგრძე - 1,5 სმ, მასა - 40 მგ. თავდაპირველად ისაზღვრებოდა სინჯის ფონური ეპრ სპექტრი, რის შემდეგ 60 წუთის განმავლობაში სინჯს ვასხივებდით ინფრაწითელი სხივებით; მანძილი გამოსხივების წყაროსა და კვლევის ობიექტს შორის - 5 სმ. დასხივების შემდეგ იზომებოდა ფოტონდუცირებული თავისუფალი რადიკალების კინეტიკა 60 წუთის განმავლობაში, 20 წუთიანი ინტერვალით. გაზომვები ტარდებოდა ოთახის ტემპერატურის პირობებში, ტენიანობა - 60-70%, გაზომვის ცდომილება - ±5%. დასხივებისას შესაძლო სითბური ზემოქმედების კონტროლის მიზნით ნიმუშის გვერდით ვათავსებდით თერმომეტრს (1 სთ დასხივების პირობებში ტემპერატურა იცვლებოდა 0,05°C-ის ფარგლებში). ეპრ სპექტრი რეგისტრირდებოდა რადიოსპექტრომეტრ TSR-V-ით ი. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბიოფიზიკის დეპარტამენტში. მაგნიტური ველის მაღალსიხშირული მოდულაცია შეადგენდა 100 კჰც, ზემაღალი სიხშირის სიმძლავრე-5 მვტ, მაღალსიხშირული მოდულაციის ამპლიტუდა 0,1 მტლ. სულ 10 ნიმუშზე ჩავატარეთ ეპრ სპექტრის 40 გაზომვა. მიღებული შედეგები დამუშავდა სტატისტიკური პროგრამით SPSS და ANOVA 2002 (8, 9). მიღებული შედეგები და მათი განხილვა ჩვენი წინა კვლევებით (10, 11, 12) გამოვლინდა ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ტალღის სიგრძის და სიხშირული დიაპაზონის როლი ფოტონდუცირებული თავისუფალი რადიკალების კინეტიკაზე. ჩვენს კვლევებში გამოყენებული იყო ლურჯი, მწვანე, წითელი შუქდიოდები სიხშირის ვიწრო დიაპაზონით (10ნმ), ხოლო თეთრი შუქდიოდის სიხშირე მერყეობდა 450-800 ნმ. მუქ წაბლისფერ თმაზე 60 წუთიანი დასხივების ყველაზე გამოხატული, თავისუფალი რადიკალების მატება, მივიღეთ ლურჯი ფერის შუქდიოდის გამოყენების დროს 27,7±0,9%, რომელიც შემდგომი უმნიშვნელო კლებით შენარჩუნდა ერთი საათის განმავლობაში. წითელმა ფერმა მოგვცა 23,9±1,2% მატება შემდგომი კლებით 15, 9±3მ4%, მწვა ნემ - 21,14±0,4%, შემდგომი კლებით 13,57±0,89, ხოლო თეთრი ფერის ნათება იძლეოდა ეპრ სპექტრის მატებას 17,09±1,05% და ეს დონე ერთი საათის განმავლობაში იყო უცვლელი. საშუალო დიაპაზონის ინფრაწითელი გამოსხივების ერთსაათიანი დასხივება, სითბური ეფექტის გარეშე იძლევა ეპრ სპექტრის უმნიშვნელო მატებას 4,65± 0,23%, რომელიც დასხივების დამთავრებიდან 20 წუთის შემდეგ კლებულობს 2,17±0,27%, ხოლო ერთი საათის შემდეგ რჩება იგივე დონეზე. ფოტონდუცირებული თავისუფალი რადიკალებ- ის დინამიკა სხვადასხვა სიხშირული დიაპაზონის ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ფონზე სულ შესწავლილ იქნა 47 ნიმუშში და ჩატარდა 182 გაზომვა. როგორც გვიჩვენა კვლევებმა, არასითბური გამოსხივების ინფრაწითელი ელექტრომაგნიტური ველი პრაქტიკულად არ იწვევს ეპრ სპექტრის მატებას. სავარაუდოდ, ცოცხალ ორგანიზმზე მათი მოქმედების მექანიზმში წამყვანია სითბური ზემოქმედება და არა ტალღის სიხშირე და სიგრძე, ხოლო სინათლის სპექტრის ხილულ უბანში, ტალღის სიგრძის კლებასა და სიხშირის მატების შედეგად, ფოტონდუცირებული ეფექტი მკვეთრად მატულობს.

#### ლიტერატურა:

1. Diffey, B. L, and I. E. Kochevar Basic principles of photobiology. In Photodermatology (Edited by H. W.Li., H. Honigsmann and J. Hawl), (2007) pp. 15-27. Informa Healthcare USA, Inc., New York.
2. Пономаренко Г. Н., Туркович И.И. Биофизические основы физиотерапии М. 2006.с. 171..
3. Loertzer, H., S. Bauer, W. Morke, P. Fornara and H. J. Bromme Formation of ascorbate radicals as a measure of oxidative stress: an in vitro electron spin resonance-study using 2,2-Azobis (2-amidinopropane) dihydrochloride as a radical generator. Transplant. Proc. 38, 674-678. 2006.
4. Haywood, R. Relevance of sunscreen application method, visible light and sunlight intensity to free-radical protection: A study of ex vivo human skin. Protochem. Photochem. Photobiol. 82. 1123-1131. 2006.
5. E.N. Chikviladze, T. V. Gogoladze et al. ESP spectra of black and red hair and the effect of vitamin C (ascorbic acid) on the photoinduced free radicals in the hair (abstracts)Oxidants and Antioxidant in Biology. Book p. 84, 17-20 March. 2010 Barbara,California.
6. Rhodes, L. E. and E. W. Lim. The acute effects of ultraviolet radiation on the skin. In Photodermatology (Edited by H. W. Li., H. Honigsmann and J. L. Hawk). Informa Healthcare USA, Inc., New York. 2007. pp. 75-89.
7. Porges, S. B., K.H. Kaidbey and G. L. Grove. Quantification of visible light induced melanogenesis in human skin. Photodermatology 5, 1988, 197-200.
8. ezANOVA free statistical software [www.cabiatl.com/mricro/exanova](http://www.cabiatl.com/mricro/exanova).
9. How to perform as ANOVA in SPSS Statics. [http:// Statistics.baerd.com/ancova-using-sps.statistic.php](http://Statistics.baerd.com/ancova-using-sps.statistic.php).

10. ნ. ცხვედიანი, თ. გოგოლაძე, ა. ციბაძე. ადამიანის თმისა და კანზე ხილული სინათლის ზემოქმედების შესწავლისათვის სტანდარტული წყაროს შექმნა და მისი ფიზიკური მახასიათებლების დადგენა. ექსპერიმენტული და კლინიკური მედიცინა. 15, 25-31, 2015 წ.
11. ცხვედიანი ნ., ციბაძე ა., ჩიკვაიძე ე., კვაჭაძე ი., ხუციშვილი ლ. სხვადასხვა ფერის თმის ელექტრონულ-პარამაგნიტურ რეზონანსული სპექტრის თავისებურებები. სამეცნიერო შრომათა კრებული, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი. XLIX თბილისი, 2015 გვ. 144-145.
12. Цхведиანი Н. В., Чикваидзе Э. Н., Цибадзе А.Д., Квачадзе И. Д., Гоголадзе Т., Кацитадзе А. Р. Кинетика фотоиндуцированных свободных радикалов каштанового цвета волосах человека при кратковременного воздействия красного, зеленого, синнего и белого света. Georgian Medical News.4, 2016, p 94-97.

Tskhvediani N., Chikvaidze E., Tsibadze A., Gogoladze T., Katsitadze A.Giorgobiani T.

## IMPACT OF NON-THERMAL MIDDLE RANGE INFRARED RADIATION ON KINETICS OF INDUCED FREE RADICALS IN HUMAN'S CHESTNUT HAIR

TSMU, DEPARTMENT OF INFORMATICS, MATHEMATICS, AND BIOMECHANICS; DEPARTMENT OF DERMATOLOGY AND VENEREOROLOGY, DEPARTMENT OF PHYSIOLOGY

A purpose of the research was to study an impact of nonthermal middle range infrared radiation on kinetics of photo induced free radicals in Human's brown hair. In the study it was used a relatively low energy S FH 4233 infrared range LED (OSRAM) with the following characteristics: wave frequencies –  $319 \times 10^{12}$  Hz, wave length – from 935 up to 945, energy - 500 mV. Since, the purpose of the research was to study an impact of an infrared radiation's wave component on photo induced free radicals' kinetics a special device was made by means of which a thermal constituent was removed. Accordingly, the hair sample was exposed only with the infrared wave length of narrow range of 935-945 nm which belongs to a middle point of IRA group by ICI classification. The object used for study was a bundle of human natural brown hair (which was not treated with a variety of paints and cosmetics); a length of hair's bundle - 1.5 cm, weight 40 mg. Initially, baseline EPR spectrum of the samples was determined and then the sample was exposed with infrared radiation during 60 minutes; a distance between the radiation source and the object of the research - 5 cm. After radiation photo induced free radical kinetics was measured within 60 minutes with 20-minutes intervals. Dynamics of photo induced free radicals was studied during 182 exposures of 47 samples with electromagnetic radiation of various ranges of frequencies. As studies have shown a non-thermal infrared radiation of the electromagnetic field practically does not cause an increase in the EPR spectrum. Most likely, in the mechanism of its impact on a living organism the leading effect belongs to a thermal influence but not to the wave frequency and length, while in the visible region of the light spectrum photo induced effect significantly increases in a result of a wave length restriction and increase in frequency.