

Ewa Gliwa, Anna Goździalska, Jerzy Jaśkiewicz

Wydział Zdrowia i Nauk Medycznych, Krakowska Akademia im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego

## Wpływ promieniowania UV na skórę

**Streszczenie:** Skóra człowieka to jeden z ważniejszych i największych organów ludzkich. Jej ochrona jest niezwykle istotna, gdyż spełnia wiele istotnych funkcji ochronnych, m.in.: bierze udział w izolacji środowiska wewnętrznego od zewnętrznego (czynników fizycznych, chemicznych i biologicznych), ochronie i osłonie organizmu przed drobnoustrojami oraz termoregulacji. Jednym z największych zagrożeń dla skóry ludzkiej jest promieniowanie ultrafioletowe, które wnika w głąb i uszkadza komórki znajdujące się w poszczególnych warstwach. Długa ekspozycja na działanie UV-B (280–320nm) zwiększa ryzyko występowania nowotworu złośliwego skóry (czerniaka), raka płaskonabłonkowego i podstawno-komórkowego. Najwięcej dociera do Ziemi promieniowania UV-A (320–400), ale jest mniej szkodliwe niż UV-C (200–280nm) i UV-B. Promieniowanie w tym zakresie powoduje rumień skóry oraz objawy alergiczne, może również powodować zaćmę, uszkadza włókna kolagenowe, co znacznie przyspiesza procesy starzenia się skóry, tzw. fotostarzenie – kolagen zawarty w skórze ulega zniszczeniu. Z drugiej strony jedną z metod fizykoterapii, wykorzystywaną do leczenia bólu są fale elektromagnetyczne (leczenie światłem – światolecznictwo), działające przeciwzapalnie, przyspieszające gojenie ran, leczące depresje, stymulujące ukrwienie. Ważną rolę odgrywa też w łagodzeniu problemów skórnych, np. w łuszczycy czy dermatozach skórnych. Dlatego bardzo ważna jest wiedza na temat fal elektromagnetycznych i każda osoba korzystająca z kąpeli słonecznych powinna być świadoma skutków, jakie niesie promieniowanie ultrafioletowe.

**słowa kluczowe:** promieniowanie UV, skóra, fotostarzenie

**Abstract:** The human skin is one of the most important and largest of human organs. It is very important to protect your skin as it fulfills many important functions such as protection. It takes part in the insulation of the internal environment from the external (factors of physical, chemical and biological) protection and shielding the body from germs and thermoregulation. One of the greatest threats to human skin is ultraviolet radiation, which penetrates deep into the skin and damage cells in different layers. Long exposure to UV-B increases the risk of skin cancer (melanoma), squamous cell carcinoma and basal cell. UV-A reaches the ground the most, however, is less harmful than UV-C and UV-B. Radiation in this area causes redness of the skin and allergic symptoms, can also cause cataracts, damage collagen fibers which greatly speeds up the aging process of the skin called. photoaging – collagen present in the skin are destroyed. Electromagnetic waves are used in the treatment of light – light therapy, it is one of the methods of physical therapy used to treat pain, anti-inflammatory, accelerates wound healing, cure depression, stimulates blood circulation. Also plays an important role in alleviating skin problems such as psoriasis, dermatitis skin. Therefore it is very important to know about electromagnetic waves, and each person using sun beds should be aware of the effects posed by ultraviolet radiation.

**Key words:** UV, skin, photoaging

## Budowa i funkcje skóry

Skóra to największy organ ludzkiego ciała. Jest narządem pokrywającym i osłaniającym ustrój o ogólnej powierzchni ok. 1,5–2 m<sup>2</sup> oraz grubości 1,5–5 mm, w zależności od miejsca. Składa się z naskórka, który stanowi bezpośrednią barierę między środowiskiem zewnętrznym a organizmem, skóry właściwej złożonej z dwóch warstw: brodawkowej i siateczkowej oraz tkanki podskórnej, w której znajdują się włókna nerwowe, naczynia krwionośne i części wydzielnicze gruczołów. Skóra pełni wiele różnorodnych i złożonych funkcji, np. chroni przed czynnikami zewnętrznymi (mechanicznymi, chemicznymi, bakteryjnymi, fizycznymi), bierze udział w termoregulacji ustroju, melanogenezie, reguluje równowagę wodno-elektrolitową, odbiera bodźce oraz resorbuje niektóre związki chemiczne [2, 5].

### Naskórek

Naskórek jest najbardziej zewnętrzną warstwą skóry, pełni funkcję ochronną. Utworzony jest przez nabłonek wielowarstwowy płaski rogowaciejący, ulega ciągłej keratynizacji oraz bierze udział w rozwoju przydatków skóry, takich jak: włosy, paznokcie oraz gruczoły. Grubość naskórka wynosi około 0,4–1,5 mm. W skład naskórka wchodzi komórki: nabłonkowe – keratynocyty, stanowiące główną część naskórka, komórki Langerhansa i komórki Merkla – receptory dotyku, melanocyty – komórki barwnikowe oraz komórki dendrytyczne. Naskórek zbudowany jest z pięciu warstw. Warstwa podstawna jest najgłębszą warstwą naskórka [9]. W jej skład wchodzi pojedyncza warstwa komórek cylindrycznych, które biorą udział w codziennym procesie odnowy naskórka i w końcowym etapie przechodzą na powierzchnię naskórka. W tej warstwie położone są melanocyty produkujące barwnik – melaninę. Główną rolę melaniny jest ochrona przed promieniowaniem ultrafioletowym. Warstwa podstawna graniczy ze skórą właściwą.

Warstwa kolczysta leży nad warstwą podstawną, zbudowana jest z kilku rzędów komórek wielobocznych, które ulegają spłaszczeniu w momencie przechodzenia w kierunku powierzchni naskórka. Obie warstwy, podstawna i kolczysta, stanowią czynny metabolicznie naskórek i są nazywane warstwą „żywego naskórka” lub warstwą Malpighiego.

Kolejną warstwą obecną w naskórku, jest warstwa ziarnista – składa się ona z kilku szeregów wrzecionowatych komórek, w których cytoplazmie zawarte są ziarna keratohialiny – ziarna te biorą udział w wytwarzaniu keratyny.

Warstwę jasną stanowi wąska bezjądrzasta, silnie spłaszczona warstwa komórek, tworząca tzw. strefę pośrednią. Zbudowana jest z homogennej substancji białkowej – eleidyny. Warstwa ta jest widoczna w grubym naskórku np. zrogowaciały naskórek dłoni.

Ostatnią warstwą jest warstwa rogowa zbudowana z martwych i zrogowaciałych komórek zawierających substancje rogową – keratynę. Warstwa ta najbardziej rozwinięta jest na stopach i dłoniach, ulega stałemu złuszczeniu. Pełni funkcje ochronne przed urazami mechanicznymi i chemicznymi [2].

## Skóra właściwa

Skóra właściwa składa się z tkanki łącznej zwartej, zawierające włókna kolagenowe i elastynowe. Z położonym nad nią naskórkiem łączy się z błoną podstawną, naskórek wnika w tę warstwę soplami, a przestrzenie między nimi nazywane są brodawkami. Grubość skóry waha się od 0,3 do 2,4 mm, w zależności od okolicy ciała. Wykazuje dużą wytrzymałość i sprężystość na rozerwania. Pod błoną podstawną znajdują się naczynia włosowate, limfatyczne i zakończenia nerwowe, które zapewniają między innymi uczucie ciepła, zimna, dotyku, bólu. Skóra właściwa składa się z 2 warstw: brodawkowatej i siateczkowatej, które są ze sobą połączone.

Warstwa brodawkowata jest silnie pofałdowana, graniczy z naskórkiem, z którym jest ściśle ze związana. Zbudowana jest z elastycznych włókien kolagenowych, sprężystych, pętli naczyniowych i ciała dotykowych. Warstwa siateczkowata składa się grubych włókien kolagenowych, włókien nerwowych i naczyń włosowatych ułożonych równoległe. Zawiera również gruczoły potowe i mieszki włosowe.

Głównymi składnikami skóry właściwej są kolagen i włókna elastynowe. Białka te są umiejscowione w żelopodobnej substancji błony podstawowej, są związane ze sobą, co umożliwia ochronę skóry przed nadmiernym rozciąganiem i nadaje skórze elastyczność. Włókna tkanki łącznej tworzone są przez fibroblasty zawierające włóknisty kolagen, jest to białko budulcowe skóry właściwej. Innym białkiem jest elastyna wchodząca w skład włókien sprężystych. Ponadto w skórze właściwej znajdują się mięśnie poprzecznie prążkowane i mięśnie gładkie [2].

## Tkanka podskórna

Tkanka podskórna jest najgłębiej położoną warstwą skóry. Zbudowana jest z tkanki łącznej, w której znajdują się włókna kolagenowe. Leżąca pod skórą właściwą tkanka składa się ze zrazików tłuszczowych podzielonych zbitą tkanką łączną. Tkanka tłuszczowa, która wchodzi z skład tkanki podskórnej pełni funkcję ochronną, może być źródłem energii, chroni przed utratą ciepła, magazynuje składniki odżywcze i spełnia rolę izolacyjną, chroniąc przed wpływem wysokiej temperatury z otoczenia. Wiotka struktura tkanki podskórnej umożliwia wchłanianie płynu wysiękowego. W tkance podskórnej znajduje się płyn tkankowy, którego ilość wraz z wiekiem się zmniejsza, co powoduje pojawienie się zmarszczek [5].

## Podział promieniowania UV

Słońce odgrywa istotną rolę w życiu człowieka, wpływa na stan umysłu i ciała. Promieniowanie słoneczne jest wiązką fal elektromagnetycznych, obejmuje szerokie spektrum, o różnej długości fali: fale Herza (powyżej 1500 nm), promieniowanie podczerwone (770–1500 nm), promieniowanie widzialne (400–770 nm), promieniowanie ultrafioletowe (200–400 nm), oraz pozostałe promieniowanie (Schau-manna,  $\gamma$  i X poniżej 200 nm). Do Ziemi docierają promienie podczerwone i widzialne oraz znaczna część promieniowania UV, reszta, czyli fale poniżej 290 nm, są zatrzymywane przez atmosferę, zwłaszcza przez warstwę ozonu. Ze wszystkich rodzajów fal elektromagnetycznych, właśnie promieniowanie nadfioletowe ma kolosalny wpływ na człowieka [7].

Ilość emitowanej energii jest odwrotnie proporcjonalna do długości fali, a więc najkrótsza długość fali niesie najwięcej energii. Zmniejsza się wraz z kątem padania promieni, dlatego też promieniowanie jest najbardziej aktywne w godzinach, w których słońce znajduje się w zenicie. Promieniowanie słoneczne jest odbijane i niepochlaniane przez powierzchnie takie, jak: woda, piasek, śnieg, powierzchnie gładkie i o jasnych kolorach. Dlatego należy także uważać przebywając pod parasolem przeciwsłonecznym [11]. Poszczególne typy ultrafioletu różnią się między sobą właściwościami fizycznymi i efektami działania biologicznego. Efekty działania promieniowania UV na skórę zależą od ilości pochłoniętej energii i stopnia penetracji. Organizm chroni się przed wnikiem promieniowania poprzez zgrubienie warstwy rogowej, pigmentację, wydzielanie z potem kwasu urokainowego (endogeny związek, który jest czynnikiem o supresorowym działaniu, tworzy się w warstwie rogowej naskórka pod wpływem UV) oraz aktywację enzymatycznej naprawy uszkodzeń DNA [6].

### Promieniowanie UVC (200–280 nm)

Promieniowanie UVC w nieznacznej ilości przedziera się przez warstwę ozonową. Bardzo szybko wywołuje rumień, działa drażniąco na spojówkę i rogówkę oka. Frakcja ta wykorzystywana jest sztucznie w lampach bakteriobójczych. Używana jest do sterylizacji urządzeń i pomieszczeń [1].

### Promieniowanie UVB (280–320 nm)

To najbardziej szkodliwa składowa światła słonecznego. Na powierzchnię Ziemi dociera około 5% promieniowania UVB. Dysponuje wysoką energią oraz powoduje powstanie rumienia. Odpowiada za poparzenia słoneczne, jak również pigmentację

skóry, ponieważ wnika w naskórek. Powinno się unikać emisji UVB od godziny 10 rano do 15 po południu, a także latem, ponieważ natężenie tego promieniowania jest najsilniejsze. Podobnie jak UVC, drażni spojówkę i rogówkę oka. Częste wystawiania ciała na to promieniowanie przyczynia się do powstawania zaćmy, osłabienia odporności immunologicznej oraz nowotworów. Podczas promieniowania UVB dochodzi do reakcji natychmiastowej, związanej z powstawaniem wolnych rodników, które przyczyniają się do denaturacji błon komórkowych. Uwalniane są też mediatory zapalne, histamina, serotonina i prostaglandyny, rozszerzają się naczynia włosowate – pojawia się obrzęk i rumień [1, 3, 12].

### Promieniowanie UVA (320–400 nm)

Do Ziemi dociera 95% promieniowania UVA. Promieniowanie to dzieli się na UVA-1 (340–400 nm) i UVA-2 (320–340 nm). UVA-2 działa na skórę podobnie jak UVB, wykazuje jednak większe działanie rakotwórcze. UVA-1 wnika głębiej w skórę, ale jest mniej szkodliwe. Emisja UVA inicjuje powstanie opalenizny. W przeciwieństwie do UVB nie powoduje rumienia i oparzenia słonecznego. UVA wnika do warstwy siateczkowej i brodawkowej skóry właściwej, wywołując więcej szkód niż promieniowanie UVB. Promieniowanie UVA odpowiedzialne jest za fotostarzenie się skóry. Przyczynia się do reakcji fotoalergiczych. Frakcja UVA przenika przez szyby samochodowe i okienne. Przez cały dzień natężenie promieniowania jest stałe [3, 12], a więc nie ma znaczenia rodzaj pogody czy pora roku. Zachodzi tutaj reakcja opóźniona, dotycząca kwasów nukleinowych i białek. Pojawia się mostkowanie między cząsteczkami białkowymi, które prowadzi do powstania zjawiska sieciowania kolagenu i zmiany konfiguracji cząsteczek elastyny, prowadzącej do tzw. elastozy słonecznej [1].

### Fotostarzenie

Starzenie się skóry jest nieuchronnym procesem fizjologicznym. W miarę upływu lat skóra podlega licznym zmianom – począwszy od delikatnej skóry niemowlęcia, poprzez doskonale funkcjonującą i bardzo odporną człowieka dorosłego, aż po stopniowe pogarszanie się jej stanu, przechodzące do znacznej degradacji funkcji fizjologicznych w późnym wieku. Skóra w przeciwieństwie do innych organów podlega biologicznym przyczynom starzenia się (tzw. endogenne starzenie, związane z genetycznym zaprogramowaniem w ustroju) oraz wpływom środowiska zewnętrznego (egzogenne, najczęściej spowodowane przez promieniowanie UV). Zmiany te przebiegają jednocześnie. Człowiek nie jest w stanie kontrolować zmian endogennych, ale nad egzogennymi zmianami ma pełną i świadomą kontrolę. Na-

leżą do nich, oprócz promieniowania UV, także dym papierosowy, zanieczyszczenie powietrza, klimat. Jest wiele możliwości przeciwstawienia procesom starzenia się skóry, m.in. poprzez neutralizowanie niekorzystnego działania wolnych rodników tlenowych, zmniejszenie pierwotnych i wtórnych agresywnych skutków działania czynników zewnętrznych, np. odżywianie i nawilżanie skóry, stymulację biosyntezy kolagenu i ograniczenie rozpadu elastyny, rewitalizację komórek [8].

Określenie fotostarzenia się skóry opisuje wiele niekorzystnych zmian w wyglądzie, funkcji i strukturze skóry spowodowanych przez nadmierną i długotrwałą ekspozycję na promieniowanie ultrafioletowe oraz sztuczne napromieniowanie UV, np. w solarium. Za fotostarzenie jest odpowiedzialne promieniowanie UVA oraz UVB. 50% promieni UVA dociera aż do warstwy brodawkowej i siateczkowej skóry właściwej, gdzie ma wpływ na fibroblasty, komórki dendrytyczne, komórki nacieku zapalnego, w tym limfocyty T, granulocyty i komórki tuczne oraz komórki śródbłonna naczyniowego. Około 9–14% promieniowania UVB dociera do warstwy żywej naskórka [2, 13].

Do głównych objawów starzenia zewnątrzpochodnego można zaliczyć: zmiany o charakterze przerostowym, suchość i szorstkość skóry, występowanie zmian przednowotworowych (rogowacenie słoneczne), zmarszczki głębokie, teleangiektazje, zaburzenia pigmentacji (odbarwienia, przebarwienia, plamy soczewicowate), zmniejszenie elastyczności, wiotkość skóry, przerost gruczołów łojowych (tworzenie się dużych zaskórników, skóra staje się żółtobrunatna, szorstka). Zmiany kliniczne wymienione wyżej w dużej mierze zależą od długości i częstości ekspozycji na słońcu, jak również od występowania oparzeń posłonecznych i, co najważniejsze, zależne jest od fototypu skóry (najczęściej w I i II kategorii) [4, 8, 13].

Najbardziej powszechną zmianą histologiczną jest elastora, tzn. nagromadzenie atroficznego materiału elastynopodobnego w warstwie brodawkowej skóry właściwej. Może objawiać się to głębokimi bruzdami, guzkami, grudkami. Zjawisko to nie występuje w skórze chronionej, nawet u ludzi starszych. Naskórkowe zmiany to przede wszystkim wzrost jego grubości z towarzyszącą atypią cytologiczną. W warstwie podstawnej następuje nierówne rozmieszczenie melanocytów, czego wynikiem mogą być odbarwienia i przebarwienia. Obserwuje się spadek komórek Langerhansa, które są odpowiedzialne za sprawne działanie układu immunologicznego. W fotostarzącej się skórze można zaobserwować zwiększoną liczbę komórek takich, jak fibroblasty, makrofagi, komórki tuczne [2, 8, 13].

Naturalne i biologiczne starzenie się spowodowane różnorodnymi czynnikami prowadzi do wielu nieodwracalnych zmian. Ochrona przed promieniowaniem UV jest więc bardzo ważna i należy ograniczać kontakt z promieniowaniem. Można starać się zmniejszyć efekty fotostarzenia przez stosowanie miejscowo retinoidów, które mogą powodować cofanie się zmian, oraz miejscowe i ogólne antyoksydanty, a także różne formy złuszczenia naskórka [4, 8].

## Kancerogeneza i immunosupresja

Skutki biologicznego oddziaływania na skórę promieniowania UV mogą ujawnić się bezpośrednio po ekspozycji, ale również mogą być zaobserwowane po wielu latach. Poza fotostarzeniem się skóry, promieniowanie ultrafioletowe powoduje również obniżenie funkcji immunologicznych – immunosupresję oraz stymulację rozwoju nowotworów – kancerogenezę.

U podstaw patogenezy chorób uwarunkowanych działaniem UV leży bardzo silna zdolność promieniowania do wywołania efektu immunosupresyjnego. W skórze uszkodzonej stwierdza się duży spadek liczby i aktywności komórek Langerhansa, odpowiedzialnych za prawidłowe funkcjonowanie organizmu, co sprzyja rozwojowi schorzeń skórnych. Odpowiedzialne za ten efekt jest głównie promieniowanie UVB, komórki migrują z naskórka do węzłów chłonnych, gdzie powodują zubożenie skóry z komórek Langerhansa, czego skutkiem jest zahamowanie reakcji nadwrażliwości kontaktowej. Kwas urokainowy odgrywa ważną rolę w UV-indukowanej immunosupresji, w dużych ilościach można go znaleźć w naskórku. W normalnych warunkach kwas urokainowy występuje w formie *trans* i jest głównym chromoforem oraz absorbuje promieniowanie. Kwas ten ulega fotoizomeracji i przekształca się w formę *cis izomer* [2, 4]. Dodatkowo promieniowanie pobudza keratynocyty do uwolnienia różnych cytokin. Osłabienie odpowiedzi immunologicznej może powodować zwiększoną ilość infekcji bakteryjnych i wirusowych, a w najgorszym przypadku prowadzi do nowotworów skóry i innych organów [8].

Charakterystyczne dla starzenia się skóry przez promieniowanie UV jest tworzenie się zmian przednowotworowych oraz raków skóry, takich jak rak podstawnokomórkowy oraz kolczystkomórkowy. Proces kancerogenezy jest wieloetapowy i prowadzi do rozwoju nowotworu złośliwego. Działanie to jest związane z mutagennym działaniem UVB oraz, w mniejszym stopniu, UVA. Pierwszym etapem jest inicjacja wzbudzona przez promieniowanie. Naturalnym mechanizmem chroniącym organizm przed rozwojem raka jest białko p53, które jest jednym z ważniejszych nośnikiem genów przy hamowaniu ontogenezy. Warunkiem kodowania mutacji jest przejście minimum jednego cyklu podziałowego ze zmutowanym DNA. Powstałe zmutowane białko p53 nie spełnia ochronnej funkcji i może dojść do nagromadzenia innych mutacji DNA [2, 8].

## Korzystny wpływ promieniowania UV

Oprócz wymienionych ujemnych skutków działania promieniowania UV, istnieją również korzystne skutki, które są również istotne dla zdrowia. Najważniejszym skutkiem jest zapoczątkowanie syntezy witaminy D, wzmocnienie własnych me-

chanizmów obronnych organizmu, działanie immunomodulujące. Promieniowanie wpływa aktywująco na niektóre układy enzymatyczne, pobudza przysadkę mózgową, wpływa na układ oksydoredukcyjny, działa na układ gruczołów dokrewnych. Następuje poprawa samopoczucia, przemiany materii, i reaktywność organizmu [14].

Do kolejnego dobrego działania promieniowania można zaliczyć światłolecznictwo. Obejmuje działanie w celach leczniczych i profilaktycznych promieniowanie widzialne i niewidzialne, których naturalnym źródłem jest słońce lub sztuczne światło wywołane przez różne generatory. Sztucznym źródłem promieniowania UV mogą być: ciała ogrzane do wysokiej temperatury, wywołanie jarzeniowe, wyładowania elektryczne o charakterze łuku elektrycznego w gazach szlachetnych oraz lasery. Najczęściej stosuje się różne lampy kwarcowo-rtęciowe. Naświetlania promieniami ultrafioletowymi powodują zwiększenie liczby erytrocytów, leukocytów oraz płytek krwi, skraca się czas krzepnięcia krwi. Ogólne wskazania do stosowania UV to: leczenie krzywicy, rekonwalescencja, profilaktyka, zaburzenia regulacji wegetatywnej, choroby skóry, słaba ogólna wydolność, osteoporoza [5, 14]. Leczenie za pomocą naświetlań słonecznych lub sztucznych źródeł światła emitujących promienie UV wykorzystuje się jako uzupełnienie wielu zabiegów dermatologicznych. UV działa na skórę przeciwzapalnie, ale i immunosupresyjnie. Fotochemoterapia (PUVA = psoralen + UVA) polega na zastosowaniu niejonizującego promieniowania elektromagnetycznego w połączeniu z miejscowym lub ogólnym podawaniem leków. Najczęstszymi wskazaniami do foto- i fotochemoterapii są: łuszczyca, atopowe zapalenie skóry, bielactwo, twardzina ograniczona, twardzina układowa, liszaj płaski [10].

## Podsumowanie

Promieniowanie ultrafioletowe może wywołać ostre odczyny bezpośrednie bądź odsunięte w czasie, np. po paru godzinach. W przypadku kumulowania się przez lata napromieniowania skóry, powstają odczyny przewlekłe, takie jak fotostarzenie, zmiany nowotworowe i przednowotworowe skóry. Bardzo ważne jest więc uprzedzenie wszystkich korzystających z kąpiei słonecznych i sztucznych naświetlań, o niekorzystnym wpływie promieniowania na organizm i skórę, a nawet o zagrożeniu dla życia. Skutki napromieniowania są nieodwracalne. Jednak nie można także przesadzać z nadmierną ochroną, gdyż, z drugiej strony, promieniowanie UV pełni ważną i pozytywną rolę w organizmie.



## Bibliografia

1. Adamski Z., Kaszuba A., *Dermatologia dla kosmetologów*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego, Poznań 2008.
2. Adamski Z., Kaszuba A., *Dermatologia dla kosmetologów*, Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2010.
3. Bender S., *Pielęgnacja ciała*, MedPharm, Polska 2009.
4. Dana A., *Promieniowanie ultrafioletowe jako czynnik indukujący zewnętrzne starzenie się skóry*, Polish Journal of Cosmetology 2012, 15 (3).
5. Dylewska-Grzelakowska J., *Kosmetyka stosowana*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1999.
6. Fornalczyk-Wachowska E., Kuliński W., *Wpływ promieniowania nadfioletowego na zjawiska odpornościowe zachodzące w skórze*, Balneologia Polska 2007, 1.
7. Koniewska M., *Kosmetologia – podstawy*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 2011.
8. Lamer-Zarańska E., Chwała C., Gwardys A., *Rośliny w kosmetyce i kosmetologii przeciwstarzeniowej*, PZWŁ, Warszawa 2012.
9. Noszczyk M., *Kosmetologia pielęgnacyjna i lekarska*, PZWŁ, Warszawa 2010.
10. Nowicka D., *Dermatologia*, Górnicki Wydawnictwo Medyczne, Wrocław 2010.
11. Placek W., *Kosmetologia i farmakologia skóry*, PZWŁ, Warszawa 2007.
12. Prusińska-Bratoś M., *Ocena świadomości szkodliwego wpływu promieniowania UV badana wśród studentów wyższych uczelni*, Polish Journal of Cosmetology 2011, 14 (1).
13. Rucińska A., *Zmiany kliniczne i histologiczne w przebiegu fotostarzenia się skóry*, Polish Journal of Cosmetology 2008, 11 (1).
14. Straburzyńska-Lupa A., Straburzyński G., *Fizykoterapia*, PZWŁ, Warszawa 2003.