

ANTONIK, Dominika, DENYS, Barbara, GÓRA, Karolina, ZDZIENNICKI, Wojciech, ZIMNICKI, Patryk, LATO, Marta, IBERSZER, Konrad, LITWINIUK, Maria, ZANIUK, Marcin & HURKAŁA, Kamil. The impact of ultraviolet radiation on the skin and the role of photoprotection – the review of the literature. *Journal of Education, Health and Sport*. 2023;37(1):80-98. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.12775/JEHS.2023.37.01.007>
<https://apcz.umk.pl/JEHS/article/view/43904>
<https://zenodo.org/record/8007810>

The journal has had 40 points in Ministry of Education and Science of Poland parametric evaluation. Annex to the announcement of the Minister of Education and Science of December 21, 2021. No. 32343. Has a Journal's Unique Identifier: 201159. Scientific disciplines assigned: Physical Culture Sciences (Field of Medical sciences and health sciences); Health Sciences (Field of Medical Sciences and Health Sciences). Punkty Ministerialne z 2019 - aktualny rok 40 punktów. Załącznik do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 21 grudnia 2021 r. Lp. 32343. Posiada Unikatowy Identyfikator Czasopisma: 201159. Przynależność dyscypliny naukowej: Nauki o kulturze fizycznej (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu); Nauki o zdrowiu (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu).
© The Authors 2023;
This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Nicolaus Copernicus University in Torun, Poland
Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author (s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non commercial license Share alike. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.
The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.
Received: 09.05.2023. Revised: 10.05.2023. Accepted: 05.06.2023. Published: 06.06.2023.

The impact of ultraviolet radiation on the skin and the role of photoprotection – the review of the literature

Wpływ promieniowania ultrafioletowego na skórę i rola fotoochrony – przegląd piśmiennictwa

Dominika Antonik¹, Barbara Denys², Karolina Góra³, Wojciech Zdziennicki⁴, Patryk Zimnicki⁵, Marta Lato⁶, Konrad Iberszer⁷, Maria Litwiniuk⁸, Marcin Zaniuk⁹, Kamil Hurkała¹⁰

¹ 5 Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką w Krakowie, ul. Wrocławska 1/3, 30-901 Kraków, Poland

² WOJEWÓDZKI SZPITAL SPECJALISTYCZNY im. Stefana Kardynała Wyszyńskiego Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej w Lublinie, Al. Kraśnicka 100, 20-718 Lublin, Poland

³ Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny nr 4, ul. Jaczewskiego 8, 20-954 Lublin, Poland

⁴ Uniwersytecki Szpital Kliniczny w Poznaniu - ul. Przybyszewskiego 49, 60-355 Poznań, Poland

⁵ Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej MSWiA w Lublinie, ul. Grenadierów 3, 20-331 Lublin, Poland

⁶ SZPITAL SPECJALISTYCZNY IM.J.DIETLA W KRAKOWIE - Skarbowa 1, 31-121 Kraków, Poland

⁷ Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny nr 4, ul. Jaczewskiego 8, 20-954 Lublin, Poland

⁸ WOJEWÓDZKI SZPITAL SPECJALISTYCZNY im. Stefana Kardynała Wyszyńskiego
Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej w Lublinie, Al. Kraśnicka 100, 20-718
Lublin, Poland

⁹ Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej MSWiA w Lublinie, ul. Grenadierów 3,
20-331 Lublin, Poland

¹⁰ Samodzielny Publiczny Szpital Wojewódzki im. Papieża Jana Pawła II w Zamościu, ul.
Aleje Jana Pawła II 10, 22-400 Zamość, Poland

Dominika Antonik, ORCID: 0009-0004-7575-8016; e-mail: antonikdominika97@gmail.com

Barbara Denys, ORCID: 0009-0003-1951-1142; e-mail: barbaradenys11@gmail.com

Karolina Góra, ORCID: 0000-0002-5377-3010; e-mail: gora.karolina7@gmail.com

Wojciech Zdziennicki, ORCID: 0009-0005-1254-9740; e-mail:
wojtekzdzienicki@gmail.com

Patryk Zimnicki, ORCID: 0000-0002-5808-8661; e-mail: patryk.zimnicki.97@o2.pl

Marta Lato, ORCID: 0000-0003-4121-3400; e-mail: coronarysulcus@gmail.com

Konrad Iberszer, ORCID: 0000-0002-4290-9883; e-mail: konrad.iberszer@gmail.com

Maria Litwiniuk, ORCID: 0009-0004-5396-7482; e-mail: litwiniuk.mm@gmail.com

Marcin Zaniuk, ORCID: 0000-0003-4643-0594; e-mail: marcin.zaniuk@gmail.com

Kamil Hurkała, ORCID: 0009-0007-5961-9894; e-mail: kamilhurkala@gmail.com

Abstrakt

Wprowadzenie i cel pracy:

Słońce emituje promieniowanie ultrafioletowe w zakresie UV-A, UV-B i UV-C. Ochrona przeciwsłoneczna służy do zapobiegania skutkom oddziaływania tego promieniowania na skórę. Skutecznie przeciwdziała więc fotostarzeniu, fotodermatozom czy fotokarcynogenezie. Celem pracy jest omówienie wpływu promieniowania ultrafioletowego na skórę oraz roli ochrony przeciwsłonecznej, także u szczególnych grup pacjentów- dzieci i osób immunoniekompetentnych. Praca przedstawia również podsumowanie danych na temat wpływu filtrów przeciwsłonecznych na syntezę witaminy D.

Metodologia:

Dokonano przeglądu literatury w bazie Pubmed, Google Scholar oraz rekomendacji Polskiego Towarzystwa Dermatologicznego z użyciem słów-kluczy.

Aktualny stan wiedzy:

Rumień jest najbardziej widocznym skutkiem oparzenia słonecznego, ale ekspozycja na promieniowanie ultrafioletowe to przede wszystkim fotokarcynogeneza czy fotoimmunosupresja. Wskaźnik SPF to główny wyznacznik skuteczności ochrony przeciwsłonecznej kremów z filtrem, lecz niezbędna jest skuteczna ochrona zarówno przed promieniowaniem UVB, jak i UVA. Codzienne stosowanie filtrów przeciwsłonecznych zmniejsza uszkodzenia skóry związane z ekspozycją na promieniowanie świetlne i nie wpływa negatywnie na syntezę witaminy D.

Podsumowanie:

Podstawą ochrony skóry jest używanie preparatów z filtrami przeciwsłonecznymi, unikanie nadmiernej ekspozycji na promieniowanie słoneczne oraz stosowanie odzieży ochronnej, nakrycia głowy i okularów przeciwsłonecznych. Dzięki tym działaniom możemy znacząco wpłynąć na zmniejszenie liczby zachorowań na niektóre nowotwory skóry. Należy również pamiętać, że ochrona przeciwsłoneczna dotyczy każdego, szczególnie dzieci i osób immunoniekompetyentnych.

Keywords: promieniowanie ultrafioletowe; filtry przeciwsłoneczne; SPF; fotouszkodzenie; fotoprotekcja; fotostarzenie

Abstract

Introduction and objective:

The sun emits ultraviolet radiation in the UV-A, UV-B and UV-C ranges. Photoprotection is used to prevent the impact of this radiation on the skin. It effectively counteracts photoaging, photodermatoses and photocarcinogenesis.

The aim of the study is to discuss the impact of UV radiation on the skin and the role of sun protection, also in special groups of patients - children and non-immunocompetent people. The article also presents a summary of data on the effect of sunscreens on vitamin D synthesis.

Materials and methods:

The literature was reviewed in the Pubmed, Google Scholar database and in the recommendations of the Polish Dermatological Society with the use of keywords.

State of knowledge:

Erythema is the most visible effect of sunburn, but exposure to UV radiation is primarily photocarcinogenesis or photoimmunosuppression. The SPF factor is the main determinant of the effectiveness of sunscreens, but effective protection against both UVB and UVA radiation

is essential. Daily use of sunscreen reduces skin damage associated with exposure to light and does not negatively affect vitamin D synthesis.

Conclusions:

The basis of skin protection is using sunscreens, avoiding excessive exposure to solar radiation and using protective clothing, hats and sunglasses. Thanks to these activities, we can significantly reduce the number of cases of certain skin cancers. It is also important to remember that sun protection applies to everyone, especially children and non-immunocompetent people.

Keywords: ultraviolet radiation; sunscreen; sun protection factor; photodamage; photoprotection; photoaging

Wprowadzenie i cel pracy

Promieniowanie emitowane przez słońce jest bardzo ważnym czynnikiem środowiskowym wywierającym ogromny wpływ na nasze życie. Mimo pozytywnych aspektów wpływu oddziaływania światła słonecznego obserwujemy także wiele negatywnych zjawisk wynikających z ekspozycji na UVR. Skóra, jako narząd mający bezpośredni kontakt ze środowiskiem zewnętrznym, jest szczególnie na nie narażona. Rumień czy pigmentacja skóry to efekty możliwe do zaobserwowania w krótkim czasie po naświetleniu, natomiast długofalowe następstwa to rozwój zmian nowotworowych, fotoimmunosupresja czy przyspieszone starzenie skóry. Ponieważ zjawiskom tym można zapobiegać przez ograniczenie ekspozycji na promieniowanie ultrafioletowe, niezmiernie ważna jest edukacja społeczeństwa w zakresie ochrony przed słońcem.

W pracy przedstawiono właściwości promieniowania słonecznego oraz patofizjologię procesów zachodzących w skórze pod wpływem UVR. Omówiono również składowe fotoprotekcji i jej znaczenie u szczególnych grup pacjentów a także związek z syntezą witaminy

D.

Metodologia

Dokonano przeglądu dostępnej literatury w bazie Pubmed, Google Scholar oraz wytycznych Polskiego Towarzystwa Dermatologicznego. Artykuły wyszukiwane były z użyciem słów-kluczy: ultraviolet radiation; sunscreen; sun protection factor; photodamage; photoprotection; photoaging w zakresie czasowym 1986-2023.

Aktualny stan wiedzy

Promieniowanie ultrafioletowe

Do Ziemi dociera promieniowanie słoneczne, na które składają się:

- **światło widzialne (400-700 nm)** – na ten rodzaj promieniowania reaguje ludzkie oko w procesie widzenia,
- **światło podczerwone (700-4000 nm)** – jest rejestrowane przez nas za pomocą receptorów ciepła. Ostatnie dowody wskazują, że ekspozycja na podczerwień także może indukować przedwczesne starzenie się skóry [1],
- **ultrafiolet (UV)**- w zależności od długości fali elektromagnetycznej promieniowanie UV dzielimy na:
 - **promieniowanie UVA (315-400 nm)** – choć ma niższą energię niż UVB, występuje około 20 razy częściej w atmosferze ziemskiej i przenika przez szkło czy chmury- jesteśmy narażeni na nie przez cały rok bez względu na pogodę. Ekspozycja nie wiąże się także z żadnymi objawami ostrzegawczymi. Jest głównym czynnikiem powodującym fotostarzenie [2],
 - **promieniowanie UVB (o zakresie fali 280-315 nm)** – jest absorbowane głównie przez naskórek, wywołuje na skórze rumień. Wykazano, że UVB indukuje metaloproteinazy macierzy (MMP), reaktywne formy tlenu (ROS) i elastazy zaangażowane w proces fotostarzenia [2,3,4],
 - **promieniowanie UVC (100-280 nm)** – jest pochłaniane przez atmosferę ziemską, jednak w związku ze zmniejszaniem się ilości ozonu w stratosferze ryzyko uszkodzeń DNA komórek wzrasta [5].

Filtry przeciwsłoneczne

Ochrona zapewniana przez filtry przeciwsłoneczne jest wyrażona jako współczynnik ochrony przeciwsłonecznej (ang. Sun Protection Factor-SPF), czyli współczynnik, o który można zwiększyć dawkę ekspozycji na słońce zanim pojawi się rumień na skórze. Jest więc ilościową, ustaloną miarą skuteczności preparatu przeciwsłonecznego. Minimalna dawka rumieniowa (ang. Minimal Erythema Dose-MED) to taka dawka promieniowania

ultrafioletowego, która wywołuje po 24 godzinach wyraźne zaczerwienienie naświetlonej skóry. Wskaźnik SPF oblicza się ze wzoru: minimalna dawka promieniowania UVB wywołująca rumień na skórze chronionej kremem z filtrem przeciwsłonecznym podzielona przez minimalną dawkę promieniowania UVB wywołującą rumień na skórze niechronionej kremem z filtrem przeciwsłonecznym:

$$\text{SPF} = \frac{\text{ilość promieniowania UVB wywołująca rumień na skórze po użyciu filtra} \left(\frac{2\text{mg}}{\text{cm}^2}\right)}{\text{ilość promieniowania UVB wywołująca rumień na skórze niechronionej}}$$

Zgodnie z wytycznymi Amerykańskiej Agencji ds. Żywności i Leków [6] oraz Międzynarodowej Organizacji Normalizacyjnej [7] współczynnik ochrony przeciwsłonecznej filtrów przeciwsłonecznych jest testowany przy użyciu go w ilości 2mg/cm², aczkolwiek badania pokazują, że kremy z filtrem są nakładane w niewystarczającej ilości- około 0,39-1,0mg/cm² [8, 9]. Dodatkowo czynniki zewnętrzne, takie jak aktywność fizyczna, pocenie się, pływanie, kontakt z piaskiem na plaży czy odzieżą mogą zmniejszyć ilość produktu na skórze a tym samym efekt ochrony przeciwsłonecznej [10].

Mimo powszechnego błędnego przekonania, że wartości SPF są multiplikatywne (filtr przeciwsłoneczny SPF30 nie jest w rzeczywistości dwa razy skuteczniejszy niż SPF15) istnieją dowody sugerujące większą skuteczność wyższego SPF w ochronie przeciwsłonecznej [11,12]. Wyniki randomizowanego badania [13] wskazują, że bardzo wysoki faktor SPF może częściowo zrekompensować niewystarczającą ilość nakładaną przez użytkowników filtrów przeciwsłonecznych. Wnioski sugerują liniową zależność między grubością aplikacji a wartością SPF- filtry przeciwsłoneczne oznaczone jako SPF100 i SPF70 stosowane w dawce 0,5mg/cm² dawały średnie wartości SPF odpowiednio 27 i 19. W innym badaniu [14] 58 narciarzy zastosowało SPF50 po jednej stronie twarzy i SPF85 po drugiej stronie twarzy. Ekspozycja na promieniowanie UV trwała 5 godzin i skutkowała 8 przypadkami oparzeń słonecznych po stronie, gdzie nałożony został SPF50 i tylko jednym przypadkiem oparzenia słonecznego po stronie chronionej SPF85, co potwierdza większą korzyść ze stosowania bardzo wysokiego współczynnika ochrony przeciwsłonecznej. Podwójna aplikacja lub wczesna ponowna reaplikacja to metody, które również są sugerowane by zrekompensować aplikację filtrów przeciwsłonecznych w niewystarczającej ilości [10].

Promieniowanie UVB jest odpowiedzialne za 80-90% oparzeń słonecznych. Współczynnik SPF, który mówi o indukcji rumienia jest więc wskaźnikiem mierzącym głównie ochronę przed promieniowaniem UVB preparatu przeciwsłonecznego [15]. Z uwagi na fakt, iż efekty wpływu promieniowania UVA są widoczne na skórze dopiero po dłuższym czasie, trudno jest określić stopień ochrony przed tym rodzajem promieniowania i nie osiągnięto konsensusu co do pomiaru i oznaczenia poziomu ochrony przed promieniowaniem UVA. Istnieje kilka metod oznaczania wskaźników ochrony anty-UVA, lecz żadna nie jest tak powszechnie używana jak to jest w przypadku promieniowania UVB. Najczęściej spotykanym wskaźnikiem ochrony przed promieniowaniem UVA jest faktor PPD. PPD (ang. Persistent Pigmentation Darkening) to stosunek ilości promieniowania UVA potrzebnej do wywołania widocznej trwałej reakcji na skórze bez ochrony i na skórze chronionej produktem z filtrem anty-UVA. Jest to obecnie najbardziej wiarygodny wskaźnik ochrony przed promieniowaniem UVA. Wartość wskaźnika PPD informuje nas ile razy zmniejszyła się dawka promieniowania UVA absorbowana przez skórę pod wpływem zastosowania preparatem z filtrem. Przykładowo PPD=10 oznacza, że do skóry wnika 10 razy mniej promieniowania UVA. W Europie wytyczne International Organization Standardization 24443 określają minimalny stosunek współczynnika ochrony anty-UVA do SPF wynoszący 1:3 dla wszystkich dostępnych na rynku filtrów przeciwsłonecznych [3].

Badania pokazują, że stosowanie filtrów przeciwsłonecznych zachęca konsumentów do wydłużenia czasu celowej ekspozycji na słońce, ponieważ wierzą, że mogą tolerować wyższe dawki promieniowania bez poparzenia słonecznego [16,17]. Światowa Organizacja Zdrowia zaleca, aby filtry przeciwsłoneczne nakładać 20 minut przed ekspozycją na słońce i powtarzać aplikację co dwie godziny oraz po pływaniu lub kąpielach.

Fotostarzenie

Regularna ekspozycja na słońce jest związana z fotostarzeniem skóry- badania pokazują, że aż 80% starzenia się skóry można przypisać działaniu promieniowania ultrafioletowego [18]. Jest to proces, w którym skóra ulega zmianom w grubości naskórka, następuje degradacja kolagenu w skórze właściwej i wzrost mutagenezy keratynocytów i melanocytów [19].

Promienie UVA docierają do górnych obszarów skóry właściwej, a część z nich nawet głębiej, co powoduje zaburzenie funkcji bariery ochronnej skóry. Dochodzi do uszkodzenia naczyń włosowatych i wzmożenia produkcji wolnych rodników. Promieniowanie UVA wpływa także na pobudzenie melanocytów [2,4]. Wykazano, że UVA powoduje indukcję apoptozy w

fibroblastach i zwiększa poziom MMP- enzymów biorących udział w degradacji kolagenu [20, 21]. Dodatkowo wielokrotna ekspozycja na UVA wiąże się z występowaniem wyższego poziomu ferrytyny i lizozymu, które to są zaangażowane odpowiednio w odpowiedź na stres oksydacyjny i degradację elastyny [22]. W badaniu dotyczącym asymetrycznej ekspozycji twarzy na promieniowanie UVA przewlekła ekspozycja istotnie wpłynęła na kliniczny poziom zmarszczek i szorstkości skóry [23]. Dowiedziono także, że UVB indukuje starzenie się fibroblastów skóry [24]. W pracy [25], w której została odtworzona dzienna ekspozycja na promieniowanie UV, użyto około 10% i 20% dawki, jaką otrzymać można w połowie kwietnia w Paryżu. Wiązało się to z proliferacją keratynocytów, powiększeniem melanocytów, spadkiem liczby komórek Langerhansa, które warunkują prawidłowe działanie układu odpornościowego. W skórze właściwej obniżyła się zawartość fibrylin, pre-kolagenu 1 i glikozaminoglikanów. Doszło do nagromadzenia białka p53 i uszkodzenia komórek DNA. Badanie pokazało, że codzienna ekspozycja na promieniowanie UV wiąże się z zerwaniem włókien kolagenu w naskórku i skórze właściwej oraz ze zwiększeniem ekspresji genów związanych ze stresem oksydacyjnym. Większość z tych zaburzeń pojawia się po raptem kilku ekspozycjach, które nie wywołują widocznych zmian, takich jak oparzenie czy rumień. Wyniki tego badania zwracają uwagę na wpływ systematycznej ekspozycji na zupełnie nieekstremalne dawki promieniowania słonecznego. Pomimo braku natychmiast widocznych oznak reakcji na powierzchni skóry to regularna ekspozycja prowadzi do patofizjologicznych zmian w skórze.

Wykazano, że codzienne, regularne używanie filtrów przeciwsłonecznych może spowalniać proces starzenia się skóry [26]. Kolejne badanie [27] ukazuje natomiast, że filtry przeciwsłoneczne nie tylko zapobiegają fotostarzeniu, lecz mogą także pełnić funkcję w odwracaniu zewnętrznego starzenia się skóry. Po 52 tygodniach stosowania fotostabilnych filtrów przeciwsłonecznych o szerokim spektrum działania (SPF30) u badanych zaobserwowano znaczną poprawę tekstury, jędrności i kolorytu skóry. Używanie filtrów przeciwsłonecznych przez cały rok zapobiega więc degradacji włókien kolagenowych, pozwala skórze na procesy regeneracyjne i cofanie się objawów fotostarzenia. Najlepszą ochroną przed zmianami skórnymi związanymi z wiekiem jest profilaktyka polegająca na rzetelnym stosowaniu fotoprotekcji.



Ilustracja 1. Jednostronna dermatohelioza u 69-letniego zawodowego kierowcy [28].

Fotoimmunosupresja

Pomimo natychmiastowego działania przeciwbakteryjnego i przeciwwirusowego promieniowania UV, długotrwałe narażenie powoduje fotoimmunosupresję, zmniejszając zdolność układu odpornościowego do promowania usuwania patogenów grzybiczych, wirusów i bakterii [29]. Pod wpływem UVR komórki Langerhansa migrują z naskórka do węzłów chłonnych, inne są zmienione i stają się nieskuteczne lub przechodzą apoptozę, co z kolei sprzyja rekrutacji monocytów i niedojrzałych komórek dendrytycznych starających się zrekompensować funkcję LC w skórze [30]. UVR indukuje także wytwarzanie cytokin immunosupresyjnych przez keratynocyty i makrofagi [31,32].

Fotokarcynogeneza

Promieniowanie ultrafioletowe jest odpowiedzialne za rosnącą częstość występowania czerniaka, raka podstawnocomórkowego i raka płaskonabłonkowego, szczególnie w populacjach osób o jasnej karnacji [33, 34, 35], dla których oparzenia słoneczne są czynnikiem ryzyka [36, 37]. Wpływ stosowania filtrów przeciwsłonecznych na zmniejszenie występowania nowotworów skóry udokumentowano w wielu badaniach. Wykazano, że regularne stosowanie filtrów przeciwsłonecznych może zredukować ryzyko nowotworu skóry poprzez zahamowanie powstawania zmian przedrakowych, takich jak rogowacenie słoneczne [38]. Duże badanie z 4,5-letnią obserwacją udowodniło zapobiegawczy wpływ konsekwentnego stosowania filtrów przeciwsłonecznych na częstość występowania raka

plaskonabłonkowego [39]. Inne badanie [40] udokumentowało ochronne działanie filtrów przeciwsłonecznych stosowanych w dzieciństwie w odniesieniu do nieczerniakowego nowotworu skóry. Nawet niewielkie dawki promieniowania UVB, które jest silnie związane z rozwojem raka płaskonabłonkowego [41], indukują powstanie karboksypeptydazy D i zwiększają ekspresję p53, gdy komórki przechodzą apoptozę lub naprawę [42]. Zarówno UVB jak i UVA może przyczyniać się do rozwoju czerniaka [43], dlatego stosowanie filtrów przeciwsłonecznych o szerokim spektrum działania jest ważnym aspektem w zapobieganiu rozwojowi tego nowotworu.

Fotodermatozy

Fotodermatozy są zróżnicowaną grupą chorób, których istotą jest intensyfikacja objawów skórnych w wyniku ekspozycji na promieniowanie słoneczne. Wiąże się to z nieprawidłową reakcją organizmu na promieniowanie niejonizujące [44]. Fotonadwrażliwość może być indukowana przez czynniki chemiczne bądź leki. U niektórych pacjentów, którzy muszą przyjmować farmaceutyki, dla których nie ma odpowiednich alternatyw, środek fotouczulający może być stosowany wraz z fotoprotekcją. Filtry przeciwsłoneczne są zatem bardzo istotne u tych pacjentów. We wszystkich fotodermatozach stwierdzono skuteczność preparatów przeciwsłonecznych w zmniejszaniu objawów klinicznych [45]. Do chorób zaostrzających się pod wpływem UVR należą także takie schorzenia jak toczén rumieniowaty układowy, zapalenie skórno-mięśniowe, trądzik różowaty czy pęcherzyca zwykła.

Filtry przeciwsłoneczne a produkcja witaminy D

Synteza witaminy D zachodzi pod wpływem promieniowania UV o długości 290-315 nm (zakres UVB). Produkcja witaminy D jest zależna więc głównie od UVB, a wysoki faktor UVA w filtrach przeciwsłonecznych nie ma większego wpływu na przeprowadzanie procesu syntezy [46]. Badania wykazały, że przy zalecanym sposobie użytkowania i reaplikacji wpływ filtrów przeciwsłonecznych na proces syntezy witaminy D jest znikomy [47,48]. Należy pamiętać, że żaden preparat przeciwsłoneczny nie blokuje promieni UV w 100%: krem o współczynniku SPF = 15 chroni skórę przed promieniowaniem UVB w 93,3%, o SPF = 30 – w 96,7%, a SPF 50 – w 98,3%. Nawet długoterminowe stosowanie filtrów przeciwsłonecznych nie warunkuje rozwoju osteoporozy czy wtórnej nadczynności

przytarczyć. Nie zaleca się wydłużania czasu ekspozycji na słońce celem nasilenia syntezy witaminy D - w przypadku jej niedoboru rekomendowana jest suplementacja doustna [45].

Fotoochrona u dzieci

Z uwagi na cieńszą skórę u dzieci promieniowanie UV dociera do znacznie głębszych jej obszarów. Wiąże się to z łatwiejszym uleganiem mutacjom komórek macierzystych w warstwie podstawnej [49]. U noworodków szybciej dochodzi do oparzeń słonecznych, ponieważ pigmentacja posłoneczna zachodzi u nich dopiero od 30.-45. dnia życia [50]. Oszacowano, że do około 20. roku życia przyjmujemy połowę całej dawki promieniowania ultrafioletowego (liczone do 60. roku życia) [51], dlatego tak ważna jest fotoochrona od pierwszych dni po urodzeniu. W badaniach wykazano, że regularne stosowanie fotoprotekcji u dzieci może wpłynąć na zahamowanie rozwoju znamion melanocytowych [52]. Wiadomo także, iż osoby, które uległy oparzeniom słonecznym w dzieciństwie mają zwiększone ryzyko rozwoju czerniaka [53,54].

Fotoochrona u osób immunoniekompentnych

U pacjentów po przeszczepieniach narządów nowotwory skóry występują częściej i charakteryzują się agresywniejszym przebiegiem. Najczęściej diagnozowanymi nowotworami są rak kolczystokomórkowy i rak podstawnokomórkowy [55]. U pacjentów z chorobami zapalnymi jelit przewlekłe stosujących immunosupresje również zauważono zwiększoną częstość występowania nieczerniakowego nowotworu skóry [56]. Stosowanie restrykcyjnej fotoprotekcji u tych pacjentów może istotnie wpływać więc na zmniejszenie ryzyka zachorowania.

Fotoochrona- to nie tylko filtry przeciwsłoneczne

Nieodłącznym elementem fotoprotekcji jest odpowiednie ubranie. Wymagania europejskie zakładają, że specjalna odzież ochronna powinna być wykonana z materiału posiadającego współczynnik ochrony przed promieniowaniem ultrafioletowym (ang. UPF- Ultrafiolet Protection Factor) wynoszący minimum 40, a transmisja UVA musi być mniejsza niż 5% [45]. Kolejną składową prawidłowej fotoochrony są okulary przeciwsłoneczne. Zaleca się wybór oprawek zachodzących na skroń i soczewek absorbujących fale ultrafioletowe do 400nm.

Badania wykazały, że używanie okularów przeciwsłonecznych zmniejsza liczbę zachorowań na zaćmę. Nie należy zapominać o odpowiednim rodzaju nakrycia głowy. Kapelusze z rondem szerszym niż 7,5cm mogą chronić skórę nosa jak SPF7, policzki jak SPF3, szyję jak SPF5 a brodę jak SPF2 [57].

Wnioski, podsumowanie

Ekspozycja na promieniowanie słoneczne wiąże się zarówno z krótko- jak i długoterminowymi konsekwencjami. Pełna fotoochrona to połączenie aplikacji filtrów przeciwsłonecznych w dostatecznej ilości wraz z unikaniem nadmiernej ekspozycji na promieniowanie słoneczne, szczególnie w godzinach 10-16, a także używanie okularów przeciwsłonecznych, odzieży ochronnej i odpowiedniego nakrycia głowy [58]. Istotna jest edukacja w zakresie ochrony przed promieniowaniem słonecznym osób w każdym wieku, szczególnie dzieci, osób immunoniekompetentnych oraz posiadających fototyp skóry I/II wg Fitzpatricka [45, 59]. Kremy przeciwsłoneczne powinny być używane w ilości 2mg/cm², co dla osoby dorosłej stanowi zastosowanie 30-35 ml preparatu na całe ciało. Stosowanie zasad fotoprotekcji nie może wiązać się z wydłużaniem zamierzonego czasu ekspozycji na słońce. Filtry przeciwsłoneczne powinny być używane 15-30 minut przed wystawianiem się na działanie promieniowania słonecznego, natomiast reaplikacja powinna następować co 2 godziny oraz zawsze po kąpielach, spoceniu czy mechanicznym wytarciu preparatu [45]. Ważne, by zwracać uwagę konsumentów na konieczność korzystania z filtrów szerokospektralnych,, tj. chroniących zarówno przed UVA jak i UVB przez cały rok [60].

Bibliografia:

1. Cho S, Shin MH, Kim YK, Seo JE, Lee YM, Park CH, Chung JH. Effects of infrared radiation and heat on human skin aging in vivo. *J Investig Dermatol Symp Proc*. 2009 Aug;14(1):15-9. doi: 10.1038/jidsymp.2009.7. PMID: 19675547.
2. Guan LL, Lim HW, Mohammad TF. Sunscreens and Photoaging: A Review of Current Literature. *Am J Clin Dermatol*. 2021 Nov;22(6):819-828. doi: 10.1007/s40257-021-00632-5. Epub 2021 Aug 13. PMID: 34387824; PMCID: PMC8361399.
3. Pillai S, Oresajo C, Hayward J. Ultraviolet radiation and skin aging: roles of reactive oxygen species, inflammation and protease activation, and strategies for prevention of

- inflammation-induced matrix degradation - a review. *Int J Cosmet Sci.* 2005 Feb;27(1):17-34. doi: 10.1111/j.1467-2494.2004.00241.x. PMID: 18492178.
4. Wang F, Smith NR, Tran BA, Kang S, Voorhees JJ, Fisher GJ. Dermal damage promoted by repeated low-level UV-A1 exposure despite tanning response in human skin. *JAMA Dermatol.* 2014 Apr;150(4):401-6. doi: 10.1001/jamadermatol.2013.8417. PMID: 24305962; PMCID: PMC4167395.
 5. Roy S. Impact of UV Radiation on Genome Stability and Human Health. *Adv Exp Med Biol.* 2017;996:207-219. doi: 10.1007/978-3-319-56017-5_17. PMID: 29124702.
 6. Food and Drug Administration (HHS). Labelling and effectiveness testing; sunscreen drug products for over-the-counter human use. *Fed Regist* 2011; 76: 35620– 35665.
 7. The International Organization for Standardization. Cosmetics – sun protection test methods – in vivo determination of the sun protection factor (SPF). ISO 2010; 24444
 8. Autier P, Boniol M, Severi G, Doré JF; European Organization for Research and Treatment of Cancer Melanoma Co-operative Group. Quantity of sunscreen used by European students. *Br J Dermatol.* 2001 Feb;144(2):288-91. doi: 10.1046/j.1365-2133.2001.04016.x. PMID: 11251560.
 9. Neale R, Williams G, Green A. Application patterns among participants randomized to daily sunscreen use in a skin cancer prevention trial. *Arch Dermatol.* 2002 Oct;138(10):1319-25. doi: 10.1001/archderm.138.10.1319. PMID: 12374537.
 10. Petersen B, Wulf HC. Application of sunscreen--theory and reality. *Photodermatol Photoimmunol Photomed.* 2014 Apr-Jun;30(2-3):96-101. doi: 10.1111/phpp.12099. Epub 2014 Jan 6. PMID: 24313722.
 11. Williams JD, Maitra P, Atillasoy E, Wu MM, Farberg AS, Rigel DS. SPF 100+ sunscreen is more protective against sunburn than SPF 50+ in actual use: Results of a randomized, double-blind, split-face, natural sunlight exposure clinical trial. *J Am Acad Dermatol.* 2018 May;78(5):902-910.e2. doi: 10.1016/j.jaad.2017.12.062. Epub 2017 Dec 29. PMID: 29291958.
 12. Pissavini M, Diffey B. The likelihood of sunburn in sunscreen users is disproportionate to the SPF. *Photodermatol Photoimmunol Photomed.* 2013 Jun;29(3):111-5. doi: 10.1111/phpp.12033. PMID: 23651270.
 13. Ou-Yang H, Stanfield J, Cole C, Appa Y, Rigel D. High-SPF sunscreens (SPF \geq 70) may provide ultraviolet protection above minimal recommended levels by adequately compensating for lower sunscreen user application amounts. *J Am Acad Dermatol.*

- 2012 Dec;67(6):1220-7. doi: 10.1016/j.jaad.2012.02.029. Epub 2012 Mar 30. PMID: 22463921
14. Russak JE, Chen T, Appa Y, Rigel DS. A comparison of sunburn protection of high-sun protection factor (SPF) sunscreens: SPF 85 sunscreen is significantly more protective than SPF 50. *J Am Acad Dermatol*. 2010 Feb;62(2):348-9. doi: 10.1016/j.jaad.2009.05.025. PMID: 20115958.
 15. Maier T, Korting HC. Sunscreens - which and what for? *Skin Pharmacol Physiol*. 2005 Nov-Dec;18(6):253-62. doi: 10.1159/000087606. Epub 2005 Aug 19. PMID: 16113595.
 16. Autier P, Doré JF, Négrier S, Liénard D, Panizzon R, Lejeune FJ, Guggisberg D, Eggermont AM. Sunscreen use and duration of sun exposure: a double-blind, randomized trial. *J Natl Cancer Inst*. 1999 Aug 4;91(15):1304-9. doi: 10.1093/jnci/91.15.1304. PMID: 10433619.
 17. Autier P. Sunscreen abuse for intentional sun exposure. *Br J Dermatol*. 2009 Nov;161 Suppl 3:40-5. doi: 10.1111/j.1365-2133.2009.09448.x. PMID: 19775356.
 18. Flament F, Bazin R, Laquieze S, Rubert V, Simonpietri E, Piot B. Effect of the sun on visible clinical signs of aging in Caucasian skin. *Clin Cosmet Investig Dermatol*. 2013 Sep 27;6:221-32. doi: 10.2147/CCID.S44686. PMID: 24101874; PMCID: PMC3790843.
 19. Yaar M, Gilchrest BA. Photoageing: mechanism, prevention and therapy. *Br J Dermatol*. 2007 Nov;157(5):874-87. doi: 10.1111/j.1365-2133.2007.08108.x. Epub 2007 Aug 17. PMID: 17711532.
 20. Battie C, Jitsukawa S, Bernerd F, Del Bino S, Marionnet C, Verschoore M. New insights in photoaging, UVA induced damage and skin types. *Exp Dermatol*. 2014 Oct;23 Suppl 1:7-12. doi: 10.1111/exd.12388. PMID: 25234829.
 21. Lee YK, Cha HJ, Hong M, Yoon Y, Lee H, An S. Role of NF- κ B-p53 crosstalk in ultraviolet A-induced cell death and G1 arrest in human dermal fibroblasts. *Arch Dermatol Res*. 2012 Jan;304(1):73-9. doi: 10.1007/s00403-011-1176-2. Epub 2011 Sep 24. PMID: 21947322.
 22. Séite S, Moyal D, Richard S, de Rigal J, Lévêque JL, Hourseau C, Fourtanier A. Mexoryl SX: a broad absorption UVA filter protects human skin from the effects of repeated suberythemal doses of UVA. *J Photochem Photobiol B*. 1998 Jun 15;44(1):69-76. doi: 10.1016/s1011-1344(98)00122-5. PMID: 9745729.

23. Mac-Mary S, Sainthillier JM, Jeudy A, Sladen C, Williams C, Bell M, Humbert P. Assessment of cumulative exposure to UVA through the study of asymmetrical facial skin aging. *Clin Interv Aging*. 2010 Sep 23;5:277-84. PMID: 20924436; PMCID: PMC2946854.
24. Cavinato M, Jansen-Dürr P. Molecular mechanisms of UVB-induced senescence of dermal fibroblasts and its relevance for photoaging of the human skin. *Exp Gerontol*. 2017 Aug;94:78-82. doi: 10.1016/j.exger.2017.01.009. Epub 2017 Jan 14. PMID: 28093316.
25. Marionnet C, Pierrard C, Lejeune F, Sok J, Thomas M, Bernerd F. Different oxidative stress response in keratinocytes and fibroblasts of reconstructed skin exposed to non extreme daily-ultraviolet radiation. *PLoS One*. 2010 Aug 10;5(8):e12059. doi: 10.1371/journal.pone.0012059. PMID: 20706594; PMCID: PMC2919404.
26. Hughes MC, Williams GM, Baker P, Green AC. Sunscreen and prevention of skin aging: a randomized trial. *Ann Intern Med*. 2013 Jun 4;158(11):781-90. doi: 10.7326/0003-4819-158-11-201306040-00002. PMID: 23732711.
27. Randhawa M, Wang S, Leyden JJ, Cula GO, Pagnoni A, Southall MD. Daily Use of a Facial Broad Spectrum Sunscreen Over One-Year Significantly Improves Clinical Evaluation of Photoaging. *Dermatol Surg*. 2016 Dec;42(12):1354-1361. doi: 10.1097/DSS.0000000000000879. PMID: 27749441.
28. Gordon, J. R. S., & Brieva, J. C. (2012). Unilateral dermatoheliosis. *The New England journal of medicine*, 366(16), e25. <https://doi.org/10.1056/NEJMicm1104059>
29. González S, Aguilera J, Berman B, Calzavara-Pinton P, Gilaberte Y, Goh CL, Lim HW, Schalka S, Stengel F, Wolf P, Xiang F. Expert Recommendations on the Evaluation of Sunscreen Efficacy and the Beneficial Role of Non-filtering Ingredients. *Front Med (Lausanne)*. 2022 Mar 31;9:790207. doi: 10.3389/fmed.2022.790207. PMID: 35433750; PMCID: PMC9008233. Grewe M, Gyufko K, Krutmann J. Interleukin-10 production by cultured human keratinocytes: regulation by ultraviolet B and ultraviolet A1 radiation. *J Invest Dermatol*. 1995 Jan;104(1):3-6. doi: 10.1111/1523-1747.ep12613446. PMID: 7798637.
30. Achachi A, Vocanson M, Bastien P, Péguet-Navarro J, Grande S, Goujon C, Breton L, Castiel-Higounenc I, Nicolas JF, Gueniche A. UV Radiation Induces the Epidermal Recruitment of Dendritic Cells that Compensate for the Depletion of Langerhans Cells in Human Skin. *J Invest Dermatol*. 2015 Aug;135(8):2058-2067. doi: 10.1038/jid.2015.118. Epub 2015 Mar 25. PMID: 25806853.

31. Grewe M, Gyufko K, Krutmann J. Interleukin-10 production by cultured human keratinocytes: regulation by ultraviolet B and ultraviolet A1 radiation. *J Invest Dermatol.* 1995 Jan;104(1):3-6. doi: 10.1111/1523-1747.ep12613446. PMID: 7798637.
32. Kang K, Gilliam AC, Chen G, Tootell E, Cooper KD. In human skin, UVB initiates early induction of IL-10 over IL-12 preferentially in the expanding dermal monocytic/macrophagic population. *J Invest Dermatol.* 1998 Jul;111(1):31-8. doi: 10.1046/j.1523-1747.1998.00121.x. PMID: 9665383.
33. Lomas A, Leonardi-Bee J, Bath-Hextall F. A systematic review of worldwide incidence of nonmelanoma skin cancer. *Br J Dermatol.* 2012 May;166(5):1069-80. doi: 10.1111/j.1365-2133.2012.10830.x. PMID: 22251204.
34. Lens MB, Dawes M. Global perspectives of contemporary epidemiological trends of cutaneous malignant melanoma. *Br J Dermatol.* 2004 Feb;150(2):179-85. doi: 10.1111/j.1365-2133.2004.05708.x. PMID: 14996086.
35. Whiteman DC, Green AC, Olsen CM. The Growing Burden of Invasive Melanoma: Projections of Incidence Rates and Numbers of New Cases in Six Susceptible Populations through 2031. *J Invest Dermatol.* 2016 Jun;136(6):1161-1171. doi: 10.1016/j.jid.2016.01.035. Epub 2016 Feb 20. PMID: 26902923.
36. Wu S, Cho E, Li WQ, Weinstock MA, Han J, Qureshi AA. History of Severe Sunburn and Risk of Skin Cancer Among Women and Men in 2 Prospective Cohort Studies. *Am J Epidemiol.* 2016 May 1;183(9):824-33. doi: 10.1093/aje/kwv282. Epub 2016 Apr 3. PMID: 27045074; PMCID: PMC4851991.
37. Wu S, Han J, Laden F, Qureshi AA. Long-term ultraviolet flux, other potential risk factors, and skin cancer risk: a cohort study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2014 Jun;23(6):1080-9. doi: 10.1158/1055-9965.EPI-13-0821. PMID: 24876226; PMCID: PMC4151553.
38. Hirst NG, Gordon LG, Scuffham PA, Green AC. Lifetime cost-effectiveness of skin cancer prevention through promotion of daily sunscreen use. *Value Health.* 2012 Mar-Apr;15(2):261-8. doi: 10.1016/j.jval.2011.10.009. Epub 2011 Dec 15. PMID: 22433757.
39. Green A, Williams G, Neale R, Hart V, Leslie D, Parsons P, Marks GC, Gaffney P, Battistutta D, Frost C, Lang C, Russell A. Daily sunscreen application and betacarotene supplementation in prevention of basal-cell and squamous-cell carcinomas of the skin: a randomised controlled trial. *Lancet.* 1999 Aug

- 28;354(9180):723-9. doi: 10.1016/S0140-6736(98)12168-2. Erratum in: *Lancet* 1999 Sep 18;354(9183):1038. PMID: 10475183.
40. Stern RS, Weinstein MC, Baker SG. Risk reduction for nonmelanoma skin cancer with childhood sunscreen use. *Arch Dermatol.* 1986 May;122(5):537-45. PMID: 3707169.
41. de Gruijl FR, Sterenborg HJ, Forbes PD, Davies RE, Cole C, Kelfkens G, van Weelden H, Slaper H, van der Leun JC. Wavelength dependence of skin cancer induction by ultraviolet irradiation of albino hairless mice. *Cancer Res.* 1993 Jan 1;53(1):53-60. PMID: 8416751.
42. Seité S, Fourtanier A, Moyal D, Young AR. Photodamage to human skin by suberythemal exposure to solar ultraviolet radiation can be attenuated by sunscreens: a review. *Br J Dermatol.* 2010 Nov;163(5):903-14. doi: 10.1111/j.1365-2133.2010.10018.x. PMID: 20977441.
43. Rüniger TM. Role of UVA in the pathogenesis of melanoma and non-melanoma skin cancer. A short review. *Photodermatol Photoimmunol Photomed.* 1999 Dec;15(6):212-6. doi: 10.1111/j.1600-0781.1999.tb00090.x. PMID: 10599968.
44. Deleo V. Sunscreen use in photodermatoses. *Dermatol Clin.* 2006 Jan;24(1):27-33. doi: 10.1016/j.det.2005.09.004. PMID: 16311165.
45. Narbutt J, Wolska H, Kaszuba A, et al. Photoprotection. Recommendations of the Polish Dermatological Society. Part 2: Sunscreen use. *Dermatology Review/Przegląd Dermatologiczny.* 2018;105(1):30-40. doi:10.5114/dr.2018.74164.
46. Young AR, Narbutt J, Harrison GI, Lawrence KP, Bell M, O'Connor C, Olsen P, Gryś K, Baczyńska KA, Rogowski-Tylman M, Wulf HC, Lesiak A, Philipsen PA. Optimal sunscreen use, during a sun holiday with a very high ultraviolet index, allows vitamin D synthesis without sunburn. *Br J Dermatol.* 2019 Nov;181(5):1052-1062. doi: 10.1111/bjd.17888. Epub 2019 May 24. PMID: 31069787; PMCID: PMC6899952.
47. Neale RE, Khan SR, Lucas RM, Waterhouse M, Whiteman DC, Olsen CM. The effect of sunscreen on vitamin D: a review. *Br J Dermatol.* 2019 Nov;181(5):907-915. doi: 10.1111/bjd.17980. Epub 2019 Jul 9. PMID: 30945275.
48. Passeron T, Bouillon R, Callender V, Cestari T, Diepgen TL, Green AC, van der Pols JC, Bernard BA, Ly F, Bernerd F, Marrot L, Nielsen M, Verschoore M, Jablonski NG, Young AR. Sunscreen photoprotection and vitamin D status. *Br J Dermatol.* 2019 Nov;181(5):916-931. doi: 10.1111/bjd.17992. Epub 2019 Jul 15. PMID: 31069788; PMCID: PMC6899926.

49. Green AC, Wallingford SC, McBride P. Childhood exposure to ultraviolet radiation and harmful skin effects: epidemiological evidence. *Prog Biophys Mol Biol*. 2011 Dec;107(3):349-55. doi: 10.1016/j.pbiomolbio.2011.08.010. Epub 2011 Sep 3. PMID: 21907230; PMCID: PMC3409870.
50. Lee TK, Rivers JK, Gallagher RP. Site-specific protective effect of broad-spectrum sunscreen on nevus development among white schoolchildren in a randomized trial. *J Am Acad Dermatol*. 2005 May;52(5):786-92. doi: 10.1016/j.jaad.2004.12.009. PMID: 15858467.
51. Quatrano NA, Dinulos JG. Current principles of sunscreen use in children. *Curr Opin Pediatr*. 2013 Feb;25(1):122-9. doi: 10.1097/MOP.0b013e32835c2b57. PMID: 23295720.
52. Dennis LK, Vanbeek MJ, Beane Freeman LE, Smith BJ, Dawson DV, Coughlin JA. Sunburns and risk of cutaneous melanoma: does age matter? A comprehensive meta-analysis. *Ann Epidemiol*. 2008 Aug;18(8):614-27. doi: 10.1016/j.annepidem.2008.04.006. PMID: 18652979; PMCID: PMC2873840.
53. Glenn BA, Bastani R, Chang LC, Khanna R, Chen K. Sun protection practices among children with a family history of melanoma: a pilot study. *J Cancer Educ*. 2012 Dec;27(4):731-7. doi: 10.1007/s13187-012-0377-5. PMID: 22610837.
54. Hall HI, Jorgensen CM, McDavid K, Kraft JM, Breslow R. Protection from sun exposure in US white children ages 6 months to 11 years. *Public Health Rep*. 2001 Jul-Aug;116(4):353-61. doi: 10.1093/phr/116.4.353. PMID: 12037264; PMCID: PMC1497350.
55. Ulrich C, Jürgensen JS, Degen A, Hackethal M, Ulrich M, Patel MJ, Eberle J, Terhorst D, Sterry W, Stockfleth E. Prevention of non-melanoma skin cancer in organ transplant patients by regular use of a sunscreen: a 24 months, prospective, case-control study. *Br J Dermatol*. 2009 Nov;161 Suppl 3:78-84. doi: 10.1111/j.1365-2133.2009.09453.x. PMID: 19775361.
56. Long MD, Kappelman MD, Pipkin CA. Nonmelanoma skin cancer in inflammatory bowel disease: a review. *Inflamm Bowel Dis*. 2011 Jun;17(6):1423-7. doi: 10.1002/ibd.21484. Epub 2010 Nov 4. PMID: 21053358; PMCID: PMC3092834.
57. Hoffmann K, Laperre J, Avermaete A, Altmeyer P, Gambichler T. Defined UV protection by apparel textiles. *Arch Dermatol*. 2001 Aug;137(8):1089-94. PMID: 11493104.

58. Li H, Colantonio S, Dawson A, Lin X, Beecker J. Sunscreen Application, Safety, and Sun Protection: The Evidence. *J Cutan Med Surg.* 2019 Jul/Aug;23(4):357-369. doi: 10.1177/1203475419856611. Epub 2019 Jun 20. PMID: 31219707.
59. Costello L, Goncalves K, De Los Santos Gomez P, Simpson A, Maltman V, Ritchie P, Tasseff R, Isfort R, Dicolandrea T, Wei X, Määttä A, Karakesisoglou I, Markiewicz E, Bascom CC, Przyborski S. Quantitative morphometric analysis of intrinsic and extrinsic skin ageing in individuals with Fitzpatrick skin types II-III. *Exp Dermatol.* 2023 May;32(5):620-631. doi: 10.1111/exd.14754. Epub 2023 Feb 3. PMID: 36695185.
60. Narbutt J, Wolska H, Kaszuba A, et al. Photoprotection. Recommendations of the Polish Dermatological Society. Part 1: Ultraviolet radiation and sunscreens. *Dermatology Review/Przegląd Dermatologiczny.* 2018;105(1):19-29. doi:10.