

Scenariusz korzystania z promieniowania słonecznego w Polsce zapewniający efektywną skórą syntezę witaminy D₃ u osób z II i III fototypem

Scenario for adequate cutaneous vitamin D₃ synthesis due to solar radiation in Poland for people with phototype II and III

Joanna Narbutt¹, Aleksandra Lesiak¹, Janusz Krzyścin², Bonawentura Rajewska-Więch²

¹Klinika Dermatologii i Wenerologii Uniwersytetu Medycznego w Łodzi

²Instytut Geofizyki PAN w Warszawie

Przegl Dermatol 2016, 103, 457–464

DOI: 10.5114/dr.2016.63834

STRESZCZENIE

SŁOWA KLUCZOWE:
promieniowanie ultrafioletowe,
witamina D, rumień.

KEY WORDS:
ultraviolet rays, vitamin D,
erythema.

Wprowadzenie. Podstawowym źródłem witaminy D₃ w organizmie człowieka jest jej skórna synteza pod wpływem ekspozycji na promieniowanie ultrafioletowe (UV). Obecnie ograniczony czas pobytu ludzi na wolnym powietrzu jest jedną z przyczyn deficytu tej witaminy. Dla osiągnięcia zalecanej dziennej dawki witaminowej 2000 IU nie wystarczy przypadkowe naświetlanie i dlatego należy opracować odpowiednią strategię postępowania, biorąc pod uwagę warunki klimatyczne w Polsce.

Cel pracy. Zaprezentowanie scenariusza pobytu w miejscach nasłonecznionych w Polsce, tak aby uzyskać wymaganą dzienną dawkę witaminy D₃ bez narażenia się na nadmierne promieniowanie rumieniotwórcze.

Materiał i metodyka. Zastosowano model matematyczny do wyznaczenia dawek promieniowania ultrafioletowego dla następujących scenariuszy pobytu na wolnym powietrzu: zastosowanie przez cały czas kremu z wysokim faktorem (SPF), krótkie początkowe opalanie bez ochrony i fotoprotekcja w dalszej części dnia. Obliczenia przeprowadzono dla osób z fototypem II i III przebywających w popularnych miejscowościach wypoczynkowych w Polsce w sezonie wiosenno-letnim.

Wyniki. W Polsce w okresie wiosenno-letnim możliwa jest skórna synteza witaminy D₃ w ilości 2000 IU dziennie bez pojawienia się rumienia na skórze. Dla osób z fototypem skóry II lub III wystarczy krótki (20–30-minutowy) pobyt w miejscach nasłonecznionych w godzinach okołopołudniowych. Następnie należy zastosować filtr z SPF30. Ubranie powinno odsłaniać co najmniej ręce i nogi od kolan w dół.

Wnioski. Unikanie nasłonecznienia w godzinach okołopołudniowych lub stosowanie fotoprotekcji przez cały czas pobytu na wolnym powietrzu nie pozwala na uzyskanie właściwych dawek witaminy D₃.

ABSTRACT

Introduction. The limited outdoor activity of contemporary people results in deficiency of vitamin D. An adequate vitamin D level cannot be achieved due to random insolation. A scenario of pro-healthy outdoor

ADRES DO KORESPONDENCJI:
prof. dr hab. n. med.
Joanna Narbutt
Klinika Dermatologii
i Wenerologii
Uniwersytet Medyczny w Łodzi
ul. Krzemieniecka 5
94-017 Łódź
tel.: +48 603 756 804
e-mail: joanna.narbutt@
umed.lodz.pl

behavior is needed that takes into account climatic conditions in Poland.

Objective. To present the outdoor activity scenario in Poland for people with phototype II and III to get an adequate vitamin D₃ dose without the risk of erythema.

Material and methods. The paper presents the results of mathematical simulations of UV doses received by persons with phototype II and III in the spring/summer season in Poland (Jastrzębia Góra, Zakopane). The following scenarios are examined: using all the time a sunscreen with SPF30, short sunbathing without photo-protection and application of a sunscreen with SPF30 for the rest of the day.

Results. During late spring and summer in Poland it is possible to get a vitamin D₃ dose of 2000 IU due to solar radiation without the risk of erythema. For persons with phototype II and III short (20–30 min) near-noon exposure without photo-protection then application of sunscreen with SPF30 for the rest of the time spent outdoors is recommended. Clothing should allow insolation of at least 1/4 of the whole skin area.

Conclusions. Avoiding near-noon solar radiation or using sunscreens with high SPF always while staying on the sun does not allow one to obtain a proper vitamin D status.

WPROWADZENIE

Podstawowym źródłem witaminy D₃ w organizmie człowieka jest jej skórna synteza pod wpływem ekspozycji na promieniowanie ultrafioletowe w zakresie 290–315 nm (UVB) [1]. Obecne doniesienia naukowe wskazują, że u współczesnych ludzi ograniczony czas pobytu na wolnym powietrzu jest jedną z przyczyn deficytu tej witaminy [2]. Analiza różnych scenariuszy pobytu w warunkach plenerowych typowych dla polskiej populacji pokazała, że prawidłowe stężenie witaminy D₃ jest trudno osiągalne w życiu codziennym, np. podczas krótkotrwałego naświetlania w trakcie drogi do i z pracy [3].

Obecnie uważa się, że skórna synteza witaminy D₃ w ciągu całego dnia powinna być równoważna doustnej suplementacji 2000 IU [4]. Uznano jednak szkodliwy wpływ promieniowania ultrafioletowego na zdrowie człowieka, czego wynikiem jest umieszczenie przez Światową Organizację Zdrowia (ang. *World Health Organization* – WHO) tego czynnika fizycznego na liście kancerogenów. Nadmierna ekspozycja na promieniowanie słoneczne wpływa na przyspieszone starzenie się skóry, rozwój nowotworów, a także na stan miejscowej odpowiedzi immunologicznej [5]. Wyniki prowadzonych badań stanowią racjonalną przesłankę do stosowania codziennej fotoprotekcji, jednak zalecenie unikania promieniowania słonecznego w godz. 11⁰⁰–15⁰⁰ czasu lokalnego i stosowania preparatów ochronnych z wysokimi SPF (co najmniej 30) przez cały czas pobytu na wol-

nym powietrzu może się wiązać z deficytem witaminy D₃.

W praktyce lekarskiej problemem staje się przedstawienie pacjentowi właściwego sposobu korzystania z promieniowania słonecznego, tak aby można było osiągnąć właściwe stężenie witaminy D₃ w wyniku syntezy skórnej i jednocześnie zminimalizować zagrożenie pojawienia się rumienia na skórze związanego z przekroczeniem progowej dawki rumieniowej (ang. *minimal erythema dose* – MED).

W pracy zastosowano model matematyczny do wyznaczenia hipotetycznych dawek erytemalnych (powodujących powstanie rumienia) i witaminalnych (prowadzących do uzyskania optymalnej syntezy witaminy D) uzyskanych przy różnych scenariuszach pobytu na wolnym powietrzu przez 1 godzinę, 3 godziny i 5 godzin, zaczynając od godziny 8⁰⁰ do 17⁰⁰ czasu letniego z zastosowaniem przez cały czas kremu z wysokim SPF lub krótkiego opalania się bez filtru (20–30 minut) na początku pobytu na wolnym powietrzu, a następnie stosowania fotoprotekcji w dalszej części dnia. Obliczenia przeprowadzono dla osób z fototypem II i III przebywających w popularnych miejscowościach wypoczynkowych w Polsce (Jastrzębia Góra i Zakopane) w sezonie wiosenno-letnim od 15 maja do 15 września, kiedy warunki pogodowe pozwalają na odsłonięcie większych fragmentów ciała. Poszukiwano sytuacji, gdy dawka witaminalna odpowiada co najmniej 1000 IU w doustnej suplementacji witaminy D₃, a dawka erytemalna wyraźnie jest poniżej 1 MED.

CEL PRACY

Przedstawienie scenariuszy pobytu na wolnym powietrzu w Polsce dla osób z fototypem II i III w celu uzyskania właściwego poziomu witaminy D w organizmie, bez narażenia się na nadmierne działanie promieniowania rumieniotwórczego.

MATERIAŁ I METODYKA

Dla wybranych miejsc w Polsce wyznaczono dawkę biologicznie czynnego napromienienia o skuteczności wywoływania rumienia i syntezy witaminy D₃, stosując rekomendowane przez CIE standaryzowane funkcje skuteczności biologicznej [6, 7]. W tym celu przeprowadzono symulacje widm promieniowania UV docierającego do powierzchni gruntu, stosując model TUV dla wyznaczenia transferu promieniowania w atmosferze. Model wcześniej znalazł szerokie zastosowanie w badaniach fotobiologicznych [8–10]. Wyznaczono 1-, 3- i 5-godzinne dawki uzyskane przy bezchmurnym niebie podczas pobytu w miejscach nasłonecznionych, zaczynającego się o pełnych godzinach zegarowych od 8⁰⁰ do 17⁰⁰ czasu letniego. Wybrano miejscowości reprezentujące maksymalne zróżnicowanie geograficzne wśród popularnych rejonów wypoczynkowych w Polsce w sezonie wiosenno-letnim, tj. Jastrzębią Górę (brzeg morza i położenie najbardziej na północy kraju) i Równię Krupową w centrum Zakopanego (838 m n.p.m., dolina górską – jedna z najbardziej południowych lokalizacji w Polsce).

Dzienne przebiegi natężenia biologicznie czynnego promieniowania obliczono dla następujących dni: 15 maja, 15 czerwca, 15 lipca, 15 sierpnia i 15 września. Startowe wartości modelu, tj. całkowitą zawartość ozonu w całej pionowej kolumnie atmosfery i parametry aerozolu, wybrano jako typowe wartości (średnie wieloletnie) dla tych miejscowości i miesięcy.

Przyjęto, że 1 MED = 325 J/m² (32,5 mJ/cm²) dla osób z fototypem II i 1 MED = 400 J/m² (40,0 mJ/cm²) dla osób z fototypem III. Powyższe wielkości odpowiadają środkowej wartości z zakresu 1 MED dla poszczególnych fototypów według skali wprowadzonej przez Fitzpatricka [11]. Przeliczając dzienne dawki witaminale na ekwiwalentny poziom doustnej suplementacji witaminy D₃ według metody prezentowanej przez Dowdy i wsp. [12], otrzymano następujące zależności: 1000 IU witaminy D₃ = 108 J/m² – fototyp II, 1000 IU witaminy D₃ = 133 J/m² – fototyp III.

Powyższe zależności oparte są na formule „1/4” Holicka, według której napromienienie dawką 1/4 MED powierzchni ciała stanowiącej 1/4 całego ciała jest równoważne 1000 IU witaminy D₃ przyjmowanej doustnie. W eksperymencie Holicka naświetlanie

przeprowadzano w kabinie z zastosowaniem lamp fluorescencyjnych, dla których wyznaczono przelicznik: 1 J witaminale = 1,33 J erytemalnego. Dla przykładu, dla 1 MED = 400 J/m² otrzymujemy dawkę witaminale odpowiadającą 1000 IU jako: 1/4 × 400 J/m² × 1,33 = 133 J/m². Dla osób ekspozujących większą lub mniejszą powierzchnię ciała dawka erytemalna potrzebna do uzyskania ekwiwalentu 1000 IU witaminy D₃ jest proporcjonalnie mniejsza lub większa od 1/4 MED.

W obliczeniach założono, że osoba w miejscu nasłonecznionym znajduje się w pozycji pionowej i jest przypadkowo zorientowana w stosunku do pozycji Słońca; 1/4 całkowitej powierzchni ciała jest odkryta, np. osoba ubrana jest w T-shirt z rękawkami i krótkie spodnie, tzw. bermudy, odsłaniające podudzia, a twarz jest zasłonięta kapeluszem. Osoba w pozycji pionowej zorientowana w sposób przypadkowy w stosunku do Słońca otrzymuje w przybliżeniu dawkę witaminale równą połowie tej, jaka jest mierzona na płaszczyźnie poziomej [10].

W pracy wyznaczono zależności między dawkami erytemalnymi i witaminale dla dwóch scenariuszy:

- przez cały czas pobytu na wolnym powietrzu stosowanie filtru z nominalnym SPF30,
- na początku pobytu na wolnym powietrzu krótkie opalania bez filtru (20 minut w czerwcu, lipcu i sierpniu; 30 minut w maju i wrześniu), a następnie stosowanie ochrony z filtrem o nominalnym SPF30.

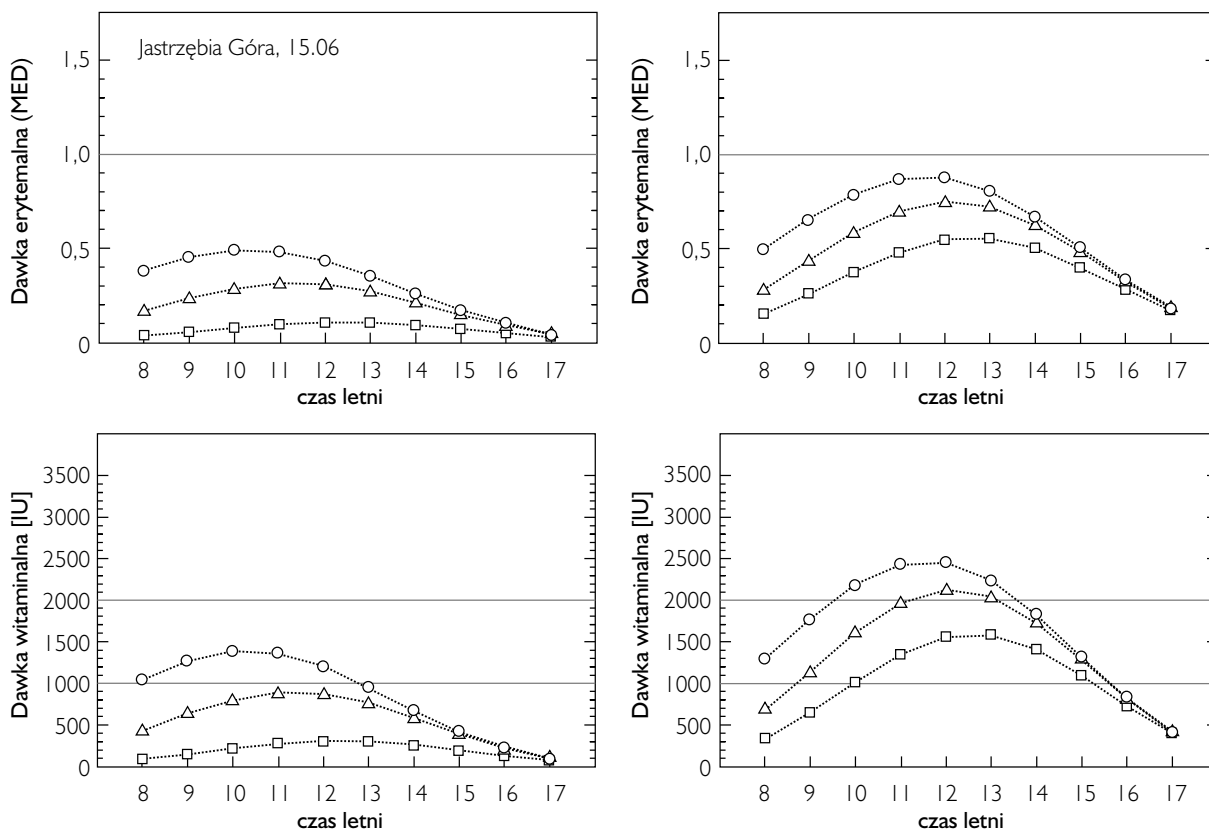
W praktyce osoby świadome konieczności fotoprotekcji nieumiejętnie stosują kremy z filtrem, aplikując zbyt małą ilość kremu, tak więc faktyczna osłona jest równa w przybliżeniu połowie nominalnego SPF [13] i obliczenia przeprowadzono tak, jakby faktycznie zastosowano ochronę z SPF15.

WYNIKI

Przedmiotem analizy była zależność między dawkami erytemalnymi i witaminale uzyskanymi przez osoby z fototypem II lub III dla różnych kombinacji czasu pobytu na wolnym powietrzu w miejscowościach Jastrzębia Góra i Zakopane w zależności od przyjętego scenariusza zastosowania fotoprotekcji według schematu a lub b.

Na rycinach 1–4 przykładowo przedstawiono dawki erytemalne i witaminale uzyskane przez osobę z fototypem II w dniach 15 czerwca (maksymalne w ciągu roku promieniowanie UVB) i 15 września (praktyczny koniec okresu, kiedy jeszcze można odkryć większe partie ciała).

Stosując filtr ochronny przez cały czas pobytu w miejscach nasłonecznionych, tylko podczas długiego pobytu (co najmniej trzygodzinnego) uży-



Rycina 1. Modelowane dawki erytemalne (górny rząd) i witaminowe (dolny rząd) uzyskane 15 czerwca przez osobę z fototypem II w trakcie pobytu w miejscu nasłonecznionym w Jastrzębiej Górze (brzeg morza, 0 m n.p.m.) w zadanym czasie: 1 godzina (kwadraty), 3 godziny (trójkąty) i 5 godzin (okręgi). Naświetlanie rozpoczyna się o pełnych godzinach zegarowych od 8⁰⁰ do 17⁰⁰ czasu lokalnego. Lewa kolumna rysunków przedstawia wyniki dla opcji z zastosowaniem filtra z nominalnym SPF30 (faktycznym SPF15). Prawa kolumna odpowiada sytuacji, kiedy przez pierwsze 20 minut pobytu nad morzem nie stosowano fotoprotekcji, a następnie zastosowano filtr z faktycznym SPF15. Osoba w trakcie pobytu na wolnym powietrzu znajdowała się w pozycji pionowej i ubrana była w T-shirt, krótkie spodnie (typu bermudy, z odsłoniętymi podudziami i kolanami) i kapelusz zasłaniający całkowicie twarz. W sumie naświetlano 25% całkowitej powierzchni skóry

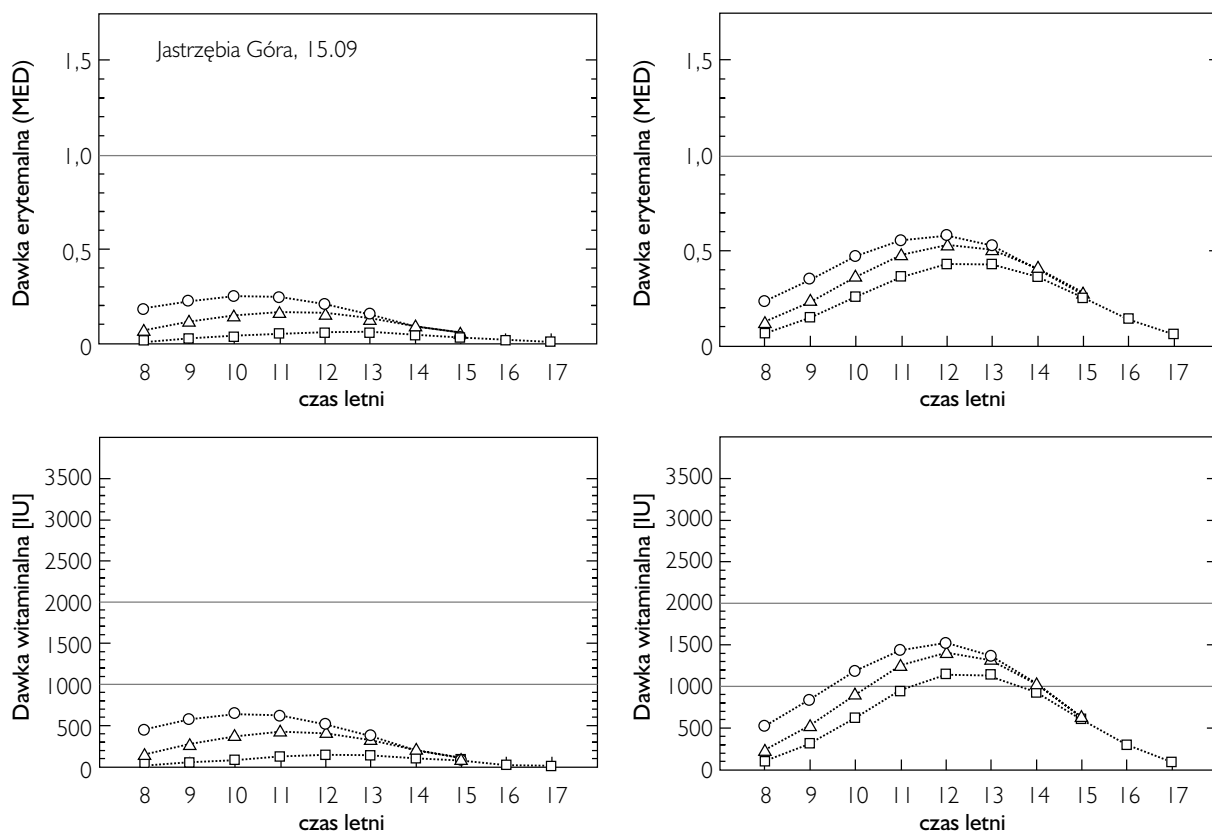
Figure 1. Modeled erythemal (top row) and vitamin D₃ (bottom row) doses received on June 15 at the Baltic shore (Jastrzębia Góra) by a person with phototype II in upright position randomly oriented towards the sun for 1 h (squares), 3 h (triangles), and 5 h (circles) spent in the sun. The sunbathing starts at each full hour between 8 a.m. and 5 p.m. local time. The left column shows the results for the scenario of using sunscreen with nominal SPF30 (real value SPF15) during the whole insolation. The right column represents simulations for a person staying in the sun for the first 20 min and next applying sunscreen with nominal SPF30 (real value SPF15). The person is dressed in a T-shirt, Bermuda shorts, and large hat protecting the full face. In total around 25% of the whole body is exposed

skamy dawkę przekraczającą 1000 IU (z wyjątkiem 15 września), ale nie osiągniemy poziomu 2000 IU. Pięciogodzinny pobyt w Zakopanem i nad morzem pozwala uzyskać maksymalnie około 1500 IU. Dawka erytemalna uzyskana w trakcie takiego pobytu na wolnym powietrzu jest zwykle wyraźnie poniżej progowej wartości 1 MED i maksymalnie osiąga wartość bliską 1/2 MED, kiedy 15 czerwca o godz. 10⁰⁰ i 11⁰⁰ zaczynamy pięciogodzinny pobyt w górach. We wrześniu pięciogodzinny pobyt w górach umożliwia uzyskanie maksymalnie dawki w granicach 1000 IU witaminy D₃ bez zagrożenia pojawienia się rumienia. W tym czasie nad morzem uzyskamy zaledwie 600 IU.

Krótkie opalanie bez filtra (20 minut w czerwcu, lipcu i sierpniu, 30 minut w maju i wrześniu), a następnie aplikacja filtra z nominalnym SPF30 (faktycz-

nym 15) pozwala na uzyskanie dawek przekraczających 2000 IU (nad morzem we wrześniu osiągnąć jest 1500 IU), jeśli trzygodzinny pobyt na wolnym powietrzu rozpoczyna się w godzinach okołopołudniowych. Dawkę 1000 IU uzyskuje się natomiast nawet po jednogodzinnym pobycie (także we wrześniu). W trakcie pięciogodzinnego pobytu na wolnym powietrzu uzyskana dawka erytemalna zwykle jest poniżej krytycznego progu 1 MED. Tylko w jednym przypadku, 15 czerwca w Zakopanem, gdy ekspozycję na promieniowanie zaczęto w godzinach 10⁰⁰-13⁰⁰, stwierdzono nieznaczne przekroczenie poziomu 1 MED. Takiej sytuacji nie notowano nad morzem.

Podobne wyniki uzyskano dla fototypu III z tą różnicą, że uzyskiwane dawki w założonym czasie są mniejsze i tym samym przekroczenia poziomu 2000 IU nie są częste w przypadku krótkiego opa-



Rycina 2. Tak jak na rycinie 1, ale obliczenia przeprowadzono dla 15 września, zakładając, że pobyt w miejscu nasłonecznionym bez fotoprotekcji trwał 30 minut

Figure 2. The same as Figure 1, but calculations are for September 15 and the assumed period of solar exposure without photoprotection is 30 minute

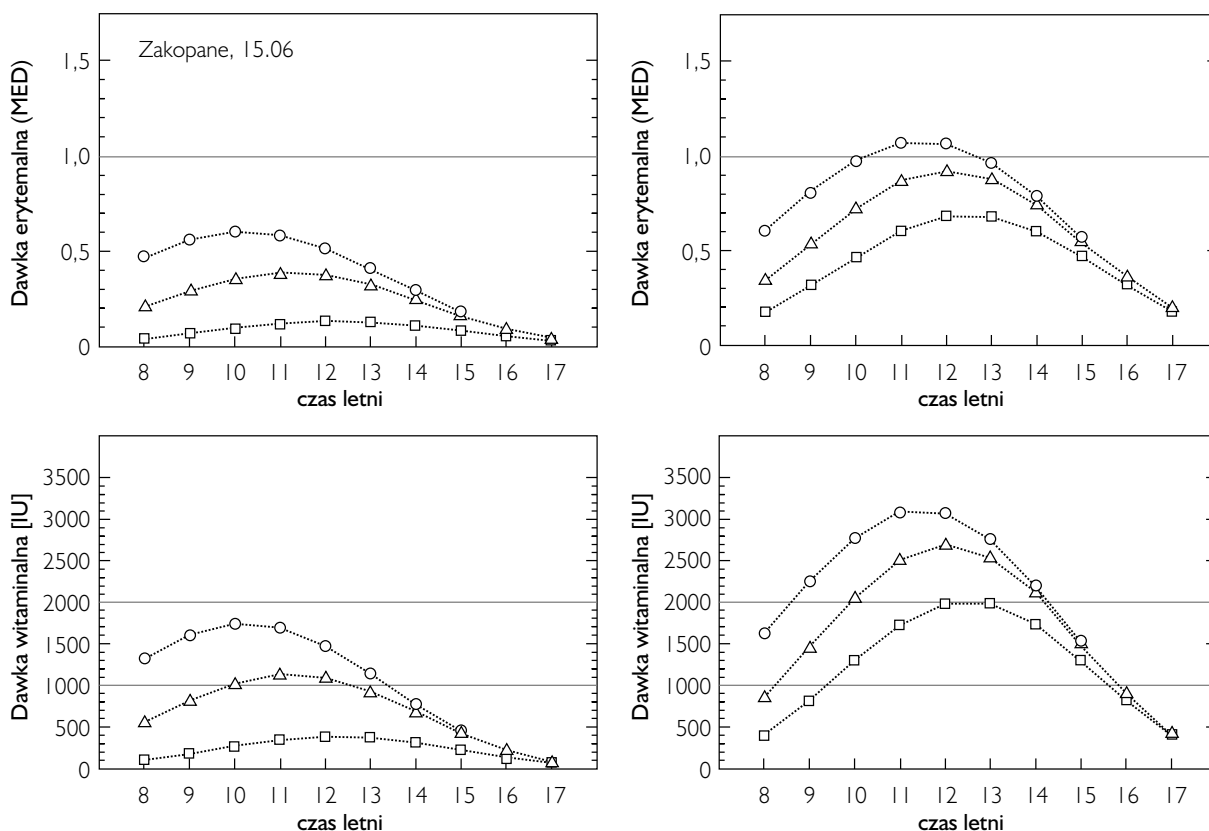
lania bez filtru. Poziomu 1 MED nie przekroczone w żadnej z badanych kombinacji miejsca, czasu pobytu i początku naświetlania.

OMÓWIENIE I WNIOSKI

Proponowana krótka ekspozycja na promieniowanie słoneczne bez filtru ochronnego, a następnie aplikacja filtru z nominalnym SPF30 teoretycznie prowadzi do uzyskania dużej dawki witaminy D₃ i nie niesie ryzyka pojawienia się rumienia. Takie postępowanie wymaga jednak kontrolowania pobytu na wolnym powietrzu i przestrzegania reżimu krótkiego opalania bez filtru ochronnego, a następnie zastosowania fotoprotekcji. Zwykle przy ładnej pogodzie, zwłaszcza w okresie wakacyjnym, pobyt na wolnym powietrzu jest wydłużony i wtedy dawka uzyskana w trakcie krótkiego opalania bez ochrony może decydować o późniejszym łatwym przekroczeniu krytycznego poziomu 1 MED, zwłaszcza gdy zapomina się o stosowaniu filtru przez cały dzień. Opcja krótkiego opalania bez filtru może być stosowana, gdy czas pobytu w miejscach nasłonecznionych jest precyzyjnie określony, np. w trakcie około południowej przerwy w lekcjach lub pracy.

Otwartą kwestią jest ustalenie optymalnej dziennej dawki napromienienia witaminowego. Poziom odpowiadający suplementacji doustnej 2000 IU witaminy D₃ został ostatnio także zasugerowany na podstawie symulacji dawek napromienienia UV uzyskiwanych w codziennym życiu przez przedstawicieli plemienia Hadzabe zamieszkujących północną Tanzanię i zachowujących tradycyjny zbieracko-łowiczy styl życia, charakterystyczny dla pierwotnych ludzi żyjących około 100 000 lat temu na wyżynach równikowej Afryki [10]. U tych osób stwierdzono optymalny poziom metabolitu 25(OH)D₃ w surowicy około 115 nmol/l [14]. Ze względu na zagrożenia zdrowotne związane z nadmiernym opalaniem (dawka erytemalna powyżej 1 MED) w warunkach polskich napromienienie równoważne 2000 IU witaminy D₃ wymaga kontrolowanego pobytu w miejscach nasłonecznionych i wiąże się z koniecznością krótkiego nasłonecznienia bez zabezpieczenia.

Czasy krótkiego opalania bez filtru ochronnego wyznaczono, zakładając bezchmurne warunki pogodowe. Chmury osłabiają promieniowanie UV docierające do powierzchni Ziemi, ale znaczna część promieniowania UV przenika przez chmury w wyniku jego intensywnego rozpraszania przez krople chmu-



Rycina 3. Tak jak na rycinie 1, ale obliczenia przeprowadzono dla Zakopanego (Równia Krupowa, 838 m n.p.m.)

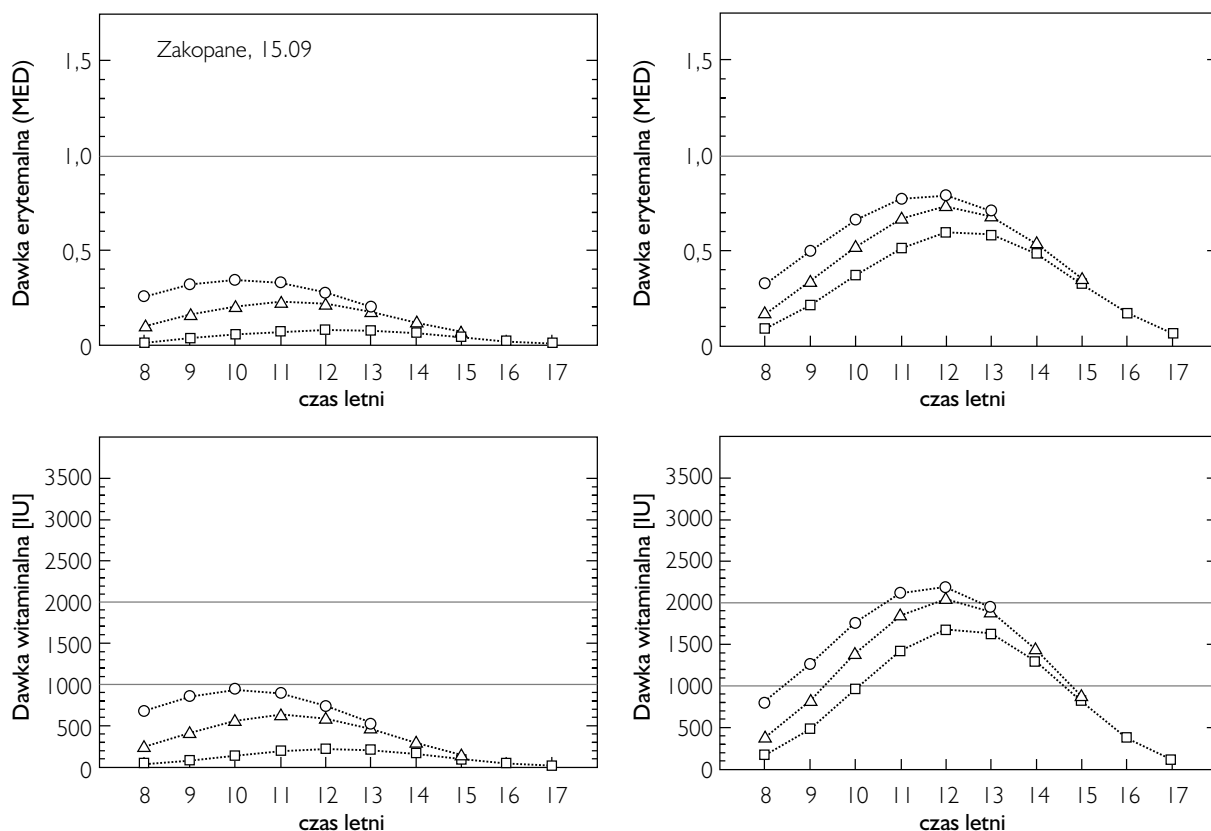
Figure 3. The same as Figure 1, but calculations are for the mountain resort Zakopane (Równia Krupowa, 838 m amsl)

rowe [15]. Czas opalania bez filtru można maksymalnie wydłużyć dwa razy, gdy niebo jest całkowicie lub w 3/4 zachmurzone i Słońce nie prześwieca przez chmury (świadczy to o dużej grubości chmur, znacznie osłabiających promieniowanie UV). Pobyt w miejscach zacienionych nie jest alternatywą dla stosowania ochrony z wysokim SPF. W miejscach zacienionych (pod drzewami lub parasolem) nadal obecne jest promieniowanie UV, które w „ukryty” sposób dociera do powierzchni skóry bez silnego nagrzewania ciała, co może wzbudzać mylne przekonanie o jego nieszkodliwości. Promieniowanie UV jest silnie rozpraszane przez piasek i skały, może przenikać przez parasol roślinny oraz cienkie tkaniny i wtedy pobyt w miejscach zacienionych nie chroni ciała przed nadmiernym opalaniem.

Poziom napromienienia odpowiadający 1000 IU witaminy D₃ dziennie, który wcześniej uważany był za optymalny w syntezie skórnej witaminy D₃, można uzyskać od połowy maja do połowy września w czasie kilkugodzinnego pobytu na wolnym powietrzu z zastosowaniem filtru z nominalnym SPF30, rozpoczynając naświetlania w godzinach między 9⁰⁰ a 14⁰⁰ czasu letniego. Jest to więc opcja dla niektórych grup osób, np. niepracujących lub wypoczywających w trakcie letniego urlopu lub weekendu.

Wykonano także obliczenia dla osób szczególnie wrażliwych na promieniowanie słoneczne (fototyp I, MED = 200 J/m²) i stwierdzono, że opcja opalania z filtrem przy trzygodzinnym pobycie w miejscach nasłonecznionych wystarcza do zapewnienia dawki witaminowej około 2000 IU. Dla takich osób opalanie bez filtru, nawet przez bardzo krótki czas, nie ma więc uzasadnienia.

W celu zminimalizowania zagrożeń zdrowotnych związanych z nadmiernym opalaniem, nawet podczas zalecanego krótkiego pobytu w miejscach nasłonecznionych, poziome części ciała (ramiona) i głowa (zwłaszcza czoło, nos, uszy i oczy) powinny być osłonięte. W trakcie opalania bez ochrony optymalne ubranie to: T-shirt z zasłoniętymi ramionami, kapelusz, okulary i krótkie spodnie, tak aby ekspozować ręce, podudzia i dolną część ud. Teoretycznie odsłaniając większą powierzchnię ciała, możemy też zwiększyć uzyskaną dawkę witaminową, np. odsłaniając ramiona, plecy i klatkę piersiową. Taka opcja jest niewskazana, gdyż odsłaniając części ciała szczególnie wrażliwe na promieniowanie UV. Napromienienie poszczególnych fragmentów ciała ustawionych w kierunku padających promieni słonecznych istotnie zwiększa zagrożenie nadmiernym napromienieniem UVB.



Rycina 4. Tak jak na rycinie 2, ale obliczenia przeprowadzono dla Zakopanego (Równia Krupowa, 838 m n.p.m.)

Figure 4. The same as Figure 2, but calculations are for the mountain resort Zakopane (Równia Krupowa, 838 m amsl)

W okresie późnej wiosny i lata w Polsce możliwa jest skórna synteza witaminy D₃ odpowiadająca dostępczej suplementacji 2000 IU dziennie bez przekroczenia progowej dawki 1 MED wywołującej rumień na skórze. Dla osób z typowym dla mieszkańców Polski fototypem skóry II lub III w okresie od połowy maja do końca sierpnia wystarczy krótki, odpowiednio 20–30-minutowy pobyt w miejscach nasłonecznionych w godzinach okołopołudniowych (między 10⁰⁰ a 15⁰⁰ czasu lokalnego). Ubranie powinno odsłaniać ręce i nogi od kolan w dół. Późniejszy, dłuższy pobyt na wolnym powietrzu wymaga zastosowania fotoprotekcji z użyciem filtru z SPF co najmniej 30. Stosując zabezpieczenie z nominalnym SPF30 przez cały czas pobytu na wolnym powietrzu, tylko w trakcie wielogodzinnego nasłonecznienia uzyskamy napromienienie odpowiadające doustnie przyjmowanej dawce 1000 IU witaminy D₃. Taka opcja jest do przyjęcia tylko w okresie wakacyjnym i dla wybranych grup osób niepracujących zawodowo. Zalecenie bezwzględnego unikania promieniowania słonecznego w godzinach jego maksymalnej intensywności pogłębi deficyt witaminy D₃ w polskiej populacji. Czy w tej sytuacji jedynym rozwiązaniem jest stosowanie doustnej suplementacji witaminy D₃ przez cały rok? Obecnie trudno ocenić skutki zdro-

wotne rekomendacji długotrwałego przyjmowania witaminy D₃. A może u osób z fototypem II i III zdać się na naturalną kontrolowaną syntezę skórną witaminy D₃, zalecając zastosowanie filtru po krótkim pobycie na wolnym powietrzu? W tej chwili trudno wybrać zdecydowanie lepsze rozwiązanie. Za drugą opcją świadczy to, że jest naturalna i wiemy, w jakich sytuacjach zalecany scenariusz pobytu na wolnym powietrzu może stanowić zagrożenie dla zdrowia.

PODZIĘKOWANIA

Praca finansowana z projektu NCN o numerze UMO-2013/11/B/NZ5/00037 oraz funduszu pracy statutowej UM w Łodzi 503/1-152-01/503-01 i IGF PAN w Warszawie 3841/E-41//2016.

Konflikt interesów

Autorzy deklarują brak konfliktu interesów.

Piśmiennictwo

- Holick M.F., MacLaughlin J.A., Clark M.B., Holick S.A., Potts J.R. Jr., Anderson R.R. i inni: Photosynthesis of pre-vitamin D₃ in human skin and the physiologic consequences. *Science* 1980, 210, 203-205.

2. **Hilger J., Friedel A., Herr R., Rausch T., Roos F., Wahl D.A. i inni:** A systematic review of vitamin D status in population worldwide. *Br J Nutr* 2014, 111, 23-45.
3. **Krzyściński J.W., Jarosławski J., Sobolewski P.S.:** A mathematical model for seasonal variability of vitamin D due to solar radiation. *J Photochem Photobiol B* 2011, 105, 106-112.
4. **Holick M.F., Binkley N.N., Bischoff-Ferrari H.A., Gordon C.M., Hanley D.A., Heaney R.P. i inni:** Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *J Clin Endocrinol Metab* 2011, 96, 1911-1930.
5. **Bosch R., Philips N., Suárez-Pérez J.A., Juarranz A., Deymurari A., Chalensouk-Khaosatt J. i inni:** Mechanisms of photoaging and cutaneous photocarcinogenesis, and photoprotective strategies with phytochemicals. *Antioxidants* 2015, 4, 248-268.
6. **Commission Internationale de l'Éclairage (CIE):** Erythema reference action spectrum and standard erythema dose. ISO 17166:1999/CIE S007 1998, Vienna Austria.
7. **Commission Internationale de l'Éclairage (CIE):** Action spectrum for the production of previtamin D3 in human skin. Rep. CIE 174 2006, Standard Bureau, Vienna Austria.
8. **Chubarova N., Zhdanova Y.:** Ultraviolet resources over Northern Euroasia. *J Photochem Photobiol B* 2013, 127, 38-51.
9. **Sobolewski P.S., Krzyściński J.W., Jarosławski J., Lesiak A., Narbutt J.:** Controlling adverse and beneficial effects of solar UV radiation by wearing suitable clothes – spectral transmission of different kinds of fabrics. *J Photochem Photobiol B* 2014, 140, 105-110.
10. **Krzyściński J.W., Guzikowski J., Rajewska-Więch B.:** Optimal vitamin D3 daily intake of 2000 IU inferred from modeled solar exposure of ancestral humans in Northern Tanzania. *J Photochem Photobiol B* 2016, 159, 101-105.
11. **Fitzpatrick B.:** The validity and practicality of sun-reactive skin types I through VI. *Arch Dermatol* 1988, 124, 869-871.
12. **Dowdy C., Sayre R.M., Holick M.F.:** Holick's rule and vitamin D from sunlight. *J Steroid Biochem* 2010, 121, 328-330.
13. **Szepietowski J.C., Nowicka D., Reich A., Melon M.:** Application of sunscreen preparations among young Polish people. *J Cosmet Dermatol* 2004, 3, 69-72.
14. **Luxwolda M.F., Kuipers R.S., Kema I.P., Dijk-Brouwer D.A., Muskiet F.A.:** Traditionally living populations in East Africa have a mean serum 25-hydroxyvitamin D concentration of 115 nmol/l. *Br J Nutr* 2012, 108, 1557-1661.
15. **Krzyściński J.W., Jarosławski J., Sobolewski P.S.:** Effects of clouds on the surface erythemal UV-B irradiance at northern midlatitudes, estimation from the observations taken at Belsk, Poland (1999-2001). *J Atmos Terr Phys* 2003, 65, 457-467.

Otrzymano: 12 VII 2016 r.

Zaakceptowano: 15 IX 2016 r.