ФОТОЧУВСТВИТЕЛНОСТ И ФОТОДЕРМАТОЗИ: СЪВРЕМЕННА КОНЦЕПЦИЯ ЗА ФОТОЗАЩИТА НА КОЖАТА

Светлана Георгиева, Ивелин Илиев, Калоян Михалев

Катедра „Фармацевтична химия“, Факултет по фармация, Медицински университет – Варна

PHOTOSENSITIVITY AND PHOTODERMATOSES: MODERN CONCEPTS OF PHOTOPROTECTION FOR THE SKIN

Svetlana Georgieva, Ivelin Iliev, Kaloyan Mihalev

Department of Pharmaceutical Chemistry, Faculty of Pharmacy, Medical University of Varna

РЕЗЮМЕ

Фоточувствителността на кожата представлява прекомерна реакция към слънчевата светлина, която може да се прояви чрез различни кожни състояния, известни като фотодерматози. Тези състояния включват както генетично обусловени заболявания, така и придобити реакции към ултравиолетовите (UV) лъчи. С нарастването на озоновата дупка и промените в климатичните условия слънцезащитата се превръща във все по-важен аспект от грижата за кожата. Съвременните концепции за слънцезащита включват не само използването на физични и химични слънцезащитни продукти, но и нови технологии, които комбинират антиоксиданти, ДНК защита и възстановяване. В тази статия ще бъдат разгледани основните причини за фоточувствителността, различните видове фотодерматози, както и последните постижения в сферата на слънцезащитата, които целят да минимизират увреждането на кожата.

Ключови думи: *фоточувствителност, фотодерматози, слънцезащита, UV радиация*

ABSTRACT

Photosensitivity of the skin refers to an excessive reaction to sunlight, which can manifest through various skin conditions known as photodermatoses. These conditions include both genetically predisposed diseases and acquired reactions to ultraviolet (UV) rays. With the expansion of the ozone hole and changes in climate conditions, sun protection has become an increasingly important aspect of skin care. Modern concepts of sun protection include not only the use of physical and chemical sunscreens but also innovative technologies that combine antioxidants, DNA protection, and repair. This article discusses the primary causes of photosensitivity, the different types of photodermatoses, and the latest advancements in sun protection aimed at minimizing skin damage.

Keywords: *photosensitivity, photodermatoses, sun protection, UV radiation*

UV РАДИАЦИЯ

Слънчевата радиация е поток от електромагнитни вълни с различна дължина и енергия. В зависимост от дължината на вълната (λ) светлината се разделя на диапазони:

- гама-лъчи и рентгенови лъчи - λ<100 nm;
- далечен ултравиолет - λ=100–200 nm;
- близък ултравиолет - λ=200–400 nm;
- видима светлина - λ=400–700 nm;
- инфрачервена светлина и топлинно излъчване - λ>700 nm.

Слънчевата радиация обхваща различни части от електромагнитния спектър, включително ултравиолетовите (UV), видимите и инфрачервените (IR) лъчи. UV радиацията се подразделя на три основни поддиапазона:

- UV-C (100(280 nm) - почти напълно се абсорбира от озоновия слой и не достига до земната повърхност;
- UV-B (280–315 nm) - отчасти се абсорбира от озона, но част от тези лъчи достигат земята и са отговорни за слънчевите изгаряния и значително допринасят за фотостареенето и фотодерматозите;
- UV-A (315–400 nm) - достигат почти изцяло до повърхността и проникват по-дълбоко в кожата, като също допринасят за стареенето на кожата и увеличават риска от рак на кожата.

Само около две-трети от слънчевата радиация достига до повърхността на земята. Кожата има способността да поглъща UV лъчите. Само около 20% от UVB лъчите достигат до дермата (1). От друга страна, UVA лъчите проникват по-дълбоко в дермата, където оказват по-силно биологично въздействие. Макар че действат чрез различни механизми, както UVB, така и UVA лъчите могат да причинят увреждане на клетъчната ДНК и да доведат до образуване на ракови клетки:

- UVB лъчите (290–320 nm) са основно отговорни за директното увреждане на ДНК чрез образуването на циклобутанови пиримидинови димери (CPD) и други фотопродукти, които могат да предизвикат мутации. Именно тези лезии, ако не се поправят от клетъчните механизми за репарация на ДНК, могат да доведат до канцерогенни трансформации и развитие на кожни злокачествени заболявания като базалноклетъчен и плоскоклетъчен карцином;
- UVA лъчите (320–400 nm), които проникват по-дълбоко в дермата, действат основно чрез генерирането на реактивни кислородни форми (ROS), които окисляват липидите, протеините и ДНК. Този процес води до оксидативен стрес, увреждане на клетъчните структури и ускорено стареене на кожата (фотостареене). Също така UVA лъчите допринасят за развитието на меланом - най-агресивната форма на рак на кожата.

В еволюционен план кожата е развила защитни механизми, които помагат да се минимизират вредните ефекти от UV лъчите. Някои от тези механизми работят подобно на филтри, като намаляват броя на фотоните, които достигат до уязвимите кожни структури. Химични филтри - като меланина и урокановата киселина, играят важна роля, абсорбирайки UV радиацията и предпазвайки кожата. Роговият слой функционира като физически бариерен филтър, който се удебелява при излагане на високи нива на UV радиация, осигурявайки допълнителна защита срещу вредното въздействие на лъчите (2).

Фотодерматози

Фоточувствителността е състояние, при което кожата проявява повишена чувствителност към ултравиолетовите (UV) лъчи или други видове светлина. Фотодерматозите представляват група от кожни заболявания, които са предизвикани или влошени от излагане на ултравиолетова радиация, съдържаща се в слънчевата светлина. Те могат да се проявят по различен начин и да включват различни симптоми като обриви, зачервяване, сърбеж и дразнене на кожата.

Има няколко класификации на фотодерматозите, като една от най-ясните ги групира в четири основни категории:

1. Идиопатични или фотодерматози, медиирани от имунологични реакции;
2. Фотодерматози, предизвикани от лекарства или химични вещества;
3. Генетични и метаболитни фотодерматози;
4. Дерматози, които се влошават под влияние на светлина.

Обривите обикновено се локализират в участъците от кожата, които са изложени на слънчево влияние. Морфологията на кожните лезии при фотодерматози обхваща разнообразие от обривни елементи, включително еритемни макули, уртики, екземни изменения, както и везикули и були (3).

Клиничните прояви на фотодерматозите се обуславят от множество фактори, включително продължителността на светлинното излагане, необходима за предизвикването на симптомите,

както и сезона и климатичните условия. В повечето случаи проявите не са сериозни, но много пациенти търсят медицинска помощ поради интензивен сърбеж и/или болка, които значително влошават качеството им на живот.

Две от най-често срещаните фотодерматози са полиморфната светлинна ерупция и слънчевата уртикария. Полиморфната светлинна ерупция е най-разпространената идиопатична фотодерматоза, която засяга по-често жени. Заболяването обикновено се проявява между второ и четвърто десетилетие от живота и се появява всяка пролет или в началото на лятото, от няколко часа до няколко дни след излагане на слънце. Обривът засяга участъци от кожата, които са изложени на слънце, включително шията, деколтето, задната част на горните крайници, бедрата и страничните зони на лицето.

Слънчевата уртикария може да бъде предизвикана от UV лъчи и видима светлина, като UVA лъчите играят най-значима роля. Заболяването засяга хора от всички възрастови групи и от двата пола. Проявите настъпват внезапно, с уртикариален обрив, който се появява няколко минути след излагане на слънце или на изкуствени източници на светлина, и е придружен от сърбеж и болка. Уртиките обикновено изчезват в рамките на около 30 минути, докато еритемът може да продължи до няколко часа. В редки случаи, при прекомерно излагане на слънчева светлина, могат да се наблюдават анафилактични реакции, включващи оток на устните, глотиса и клепачите.

Реакциите на повишена фоточувствителност на кожата към екзогенни вещества могат да се проявят като фотоалергични или фототоксични дерматити. За да се появят фотоалергични реакции, е необходимо взаимодействието на три компонента: фотосенсибилизатор, светлина и имунологична памет. Тези реакции представляват забавена кожна свръхчувствителност и се наблюдават само при лица, които вече са сенсибилизирани.

От друга страна, фототоксичните реакции не изискват участие на имунологични механизми, а само наличието на фотосенсибилизиращи химикали и слънчева светлина. Те се проявяват практически при 100% от хората, стига да бъдат изложени на достатъчни количества от фототоксичния агент и UV радиация (4).

При диагностицирането на фотодерматозите е от съществено значение да се извърши задълбочен анализ на анамнезата, който включва информация за професията, хобитата, съпътстващите заболявания, както и подробности за прилаганите лекарства, хранителни добавки, контакт с растения и употреба на лечебни или козметични кремове. Важно е да се уточни колко бързо след облъчването са се появили кожните изменения, дали пациентът е имал предшестващи подобни случаи, има ли семейна анамнеза за подобни оплаквания и какви са диетичните му навици.

Терапия

Лечението е симптоматично - цели се облекчение на вече проявените клинични симптоми и предотвратяване повторната им поява. Фармакотерапията на този тип състояния обикновено включва локални или системни кортикостероиди в по-сериозните случаи, антихистамини и по-рядко други имуносупресивни лекарства (5).

Слънцезащита

След въвеждането им през 50-те години на миналия век фотозащитните кремове се превръщат в основен елемент в профилактиката на фоточувствителността.

За оценка на ефективността на UVB защитата се използва т. нар. слънцезащитен фактор (SPF). SPF представлява съотношението между минималната еритемна доза, получена при облъчване на кожата с фотопротектор, и минималната еритемна доза без него. Този индикатор отразява само нивото на защита срещу UVB лъчите. SPF се изразява с прости числа и показва степента на защита от съответните лъчи. Когато защитата е висока, SPF има стойности между 20 и 30; при повишена защита - между 30 и 50; а при ултра защита - 50 и повече. Стойността на слънцезащитния фактор се определя в зависимост от фототипа на кожата (6).

Тъй като А лъчите не са еритематозни, степента на UVA защита не може да бъде оценена според SPF фактора. Вместо това се използват няколко други показателя:

- PPD - реакция на устойчиво потъмняване на пигмента - показва степента на защита срещу UVA. Ако PPD е повече от 1/3 от неговия SPF, тогава продуктът е маркиран със специален знак;
- DNA protection factor - ДНК защитният фактор показва колко ефективен е слънцезащитният агент за предотвратяване образуването на пиримидинови димери в ДНК молекулата;
- IPF - immune protection factor - факторът на имунната защита не зависи от стойността на SPF. Това е задължителен фактор за определяне. Индикаторът не се отбелязва върху опаковката на средствата за слънцезащита.

За предпазване на кожата от отрицателното въздействие на ултравиолетовите лъчи козметичните продукти включват редица специални вещества, които абсорбират, отразяват или неутрализират въздействието на ултравиолетовото лъчение - UV филтри. Това са вещества, които избирателно абсорбират UVA и/или UVB радиацията. По своето естество UV филтрите се делят на две групи: физични и химични (7).

Физични филтри

Това са преди всичко цинков оксид (ZnO) и титанов диоксид (TiO2). Ако в продукта се въведат физични филтри във високи концентрации, те могат да осигурят сто процента защита на кожата от слънчевата светлина. Такива продукти са етикетирани като SUNBLOCK.

Физичните UV филтри предлагат множество предимства: те остават на повърхността на роговия слой, без да проникват в кожата, осигуряват високо ниво на безопасност и широк спектър на защита от UVA и UVB лъчи. Те са химически инертни и ефективни дори в ниски концентрации, тъй като формират отразяващ слой на повърхността на кожата. Освен това, физичните филтри са нетоксични, не променят цвета и миризмата на готовия продукт и са сравнително икономични.

Физичните филтри могат да бъдат модифицирани чрез повърхностна обработка (симетикон, стеаринова киселина), което прави използването им по-технологично (8).

Химични UVA филтри

Химичните филтри в слънцезащитната козметика са съединения, които абсорбират UV радиацията и преобразуват нейната енергия в топлина, която след това се освобождава от кожата. Те действат, като предотвратяват проникването на UV лъчите в дълбочината на кожата, намалявайки риска от слънчево изгаряне и други увреждания.

Химичните филтри имат няколко основни характеристики: те поглъщат UVA и UVB лъчите, което намалява негативното им въздействие върху кожата. Много от тези филтри осигуряват широк спектър на защита, позволявайки абсорбцията на двата типа UV лъчи. Те също така се нанасят лесно и бързо се абсорбират от кожата, оставяйки по-малко бели следи в сравнение с физичните филтри. Освен това химичните филтри могат да бъдат комбинирани с различни активни съставки в козметичните формули, което дава възможност за създаване на разнообразни текстури и свойства на продуктите (8).

Някои от най-често използваните химични филтри включват:

- Авобензон - едно от най-разпространените фотозащитни съединения или UV филтри в съвременната козметика. Слънцезащитен компонент в овлажнители, шампоани, червила и други декоративни продукти;
- Метилбензилиден камфор - в козметиката се използва в кремове, лосиони, червила, масла за загар и е подходящ за водоустойчиви формули;
- Октил метоксицинамат - въвежда се като специална добавка в хидратиращи кремове, червила, лакове за маникюр, шампоани и продукти за тен;
- Бензофенон-3 - добре приложим в дневни кремове и продукти за устни;
- Бензофенон-4 - може да придаде на продуктите жълтеникав оттенък;
- Октокрилен - добър разтворител, има фотостабилност и се използва заедно с други UV филтри за водоустойчиви препарати с висок SPF в продукти за тен.

Капсулирани UV филтри

Модерно решение в областта на слънцезащитната козметика също се състои в използването на капсулирани UV филтри. Те представляват UV филтри, които са инкапсулирани в специални микрокапсули или наночастици.

Капсулираните UV филтри притежават редица важни характеристики и предимства. Те осигуряват подобрена стабилност, защото защитават активните съставки от деградация, предизвикана от светлина и въздух, което увеличава тяхната ефективност и удължава срока на годност на продуктите. Освен това възможността за контролирано освобождаване позволява постепенно освобождаване на активните съставки, осигурявайки дълготрайна защита и поддържане на ефективността на филтъра през целия период на носене. Капсулираните UV филтри също така намаляват дразненето на кожата, като предпазват активните съставки от директен контакт, което е особено полезно за чувствителни типове кожа. Те подобряват естетиката и текстурата на продуктите, тъй като се интегрират по-добре в козметичните формули, без да оставят бели следи и без да предизвикват лепкаво усещане по кожата. Накрая, капсулираните UV филтри предлагат широк спектър на защита, като осигуряват защита както срещу UVA, така и срещу UVB лъчи в зависимост от специфичните съставки, използвани в тях (9).

Съвременна концепция за фотозащита на кожата

Приблизително 60–80% от признаците на стареене на кожата на лицето при 50-годишен човек са резултат от външни фактори, докато само 20–40% се дължат на наследственост. Ултравиолетовото лъчение оказва кумулативен увреждащ ефект върху кожата, като малки, ежедневни „неопасни“ дози се натрупват и могат да доведат до месечни или годишни „опасни“ дози. Правилно формулираната козметика с UV филтри е ефективна не само при излагане на слънце, но и след него. Нанасянето на крем с UV филтри върху кожата след настъпило UV увреждане не само предотвратява допълнителни вреди, но и ускорява процеса на възстановяване на кожата.

Понастоящем е приета концепцията за три нива на UV защита:

1. **Първична фотозащита** - това е процесът на блокиране на UV лъчите на повърхността на кожата. Слънцезащитният крем образува защитен слой, който абсорбира, отразява или пречупва UV лъчите.
2. **Вторичната фотозащита** - тя се състои в абсорбирането на UV лъчите или блокирането на механизмите, задействани от тях, и протича директно в различните слоеве на кожата. Тъй като повечето хора не нанасят необходимото количество слънцезащитен крем по време на слънчеви бани и малко използват ежедневни кремове с UV защита, нивото на облъчване, дори на защитената кожа, е значително по-високо от очакваното.
3. **Забавено възстановяване на увредените структури.** Съвременната прилагана грижа за кожата трябва допълнително да включва активни вещества за отстраняване, компенсиране и/или възстановяване на съществуващите увреждания. Специализираната грижа трябва да включва и други групи съставки:
   - витамин А и неговите производни;
   - коректори за синтеза на елементи от междуклетъчната матрица на дермата;
   - коректори за пигментацията;
   - сигнални пептиди.

Ефективните слънцезащитни продукти трябва да отговарят на някои изисквания. Трябва да притежават добри органолептични характеристики, включващи липса на лепкавост, лека текстура и добро разпределение по кожата, като в някои случаи е необходима и водоустойчивост - ако слънцезащитният продукт е предназначен за плажни почивки или водни спортове, тогава условието за водоустойчивост става едно от определящите. В същото време усещането върху кожата трябва да остане приятно и не трябва да има усещане за недишащ филм (20).

Важно е да се има предвид сигурността на слънцезащитните продукти, тъй като те покриват голяма площ от кожата и съществува риск от дразнене или алергични реакции. Фотостабилността е ключова за оценка на ефективността на активните вещества, а широкият спектър на UV защита е основна характеристика, тъй като е нужна комплексна защита срещу UVA и UVB лъчи.

При избора на продукт SPF е основен индикатор, но реалната ефективност зависи и от фототипа на кожата, условията на употреба, климатичната зона и времето, прекарано на слънце.

Не на последно място слънцезащитният продукт трябва да бъде удобен за употреба - трябва да се нанася лесно, да бъде с подходяща опаковка, която предотвратява разливане и позволява удобно разпределение, а спрейовете са особено удобни за труднодостъпни места и за хора с мазна кожа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Фоточувствителността и фотодерматозите представляват значителен здравен проблем, който изисква внимание и адекватна профилактика. Увеличеното излагане на ултравиолетови лъчи в контекста на климатичните промени и намаления озонов слой подчертава необходимостта от ефективна фотозащита. Съвременните стратегии за слънцезащита включват не само традиционни физични и химични слънцезащитни средства, но и иновации като капсулирани UV филтри, които осигуряват подобрена стабилност и ефективност. Разширеното разбиране за механизма на действие на UVA и UVB лъчите и тяхното влияние върху кожата, наред с индивидуалната чувствителност и рисковите фактори, ни позволяват да развием по-прецизни и персонализирани стратегии за защита. Важно е да се акцентира на образованието на пациентите и повишаването на осведомеността относно рисковете от фотодерматозите, за да се минимизира негативното влияние на UV радиацията и да се насърчи здравословен подход към грижата за кожата.

ЛИТЕРАТУРА

1. D'Orazio J, Jarrett S, Amaro-Ortiz A, Scott T. UV Radiation and the Skin. International Journal of Molecular Sciences. 2013; 14(6):12222-12248. https://doi.org/10.3390/ijms140612222

2. Dupont E, Gomez J, Bilodeau D. Beyond UV radiation: a skin under challenge. Int J Cosmet Sci. 2013 Jun;35(3):224-32. doi: 10.1111/ics.12036. Epub 2013 Feb 14. PMID: 23406155.

3. M. Bylaite, J. Grigaitiene, G.S. Lapinskaite, Photodermatoses: classification, evaluation and management, British Journal of Dermatology, Volume 161, Issue s3, 1 November 2009, Pages 61–68, https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2009.09451.x

4. K.J. Rutter, I. Ashraf, L. Cordingley, L.E. Rhodes, Quality of life and psychological impact in the photodermatoses: a systematic review, British Journal of Dermatology, Volume 182, Issue 5, 1 May 2020, Pages 1092–1102, https://doi.org/10.1111/bjd.18326

5. Lehmann P, Schwarz T. Photodermatoses: diagnosis and treatment. Dtsch Arztebl Int. 2011 Mar;108(9):135-41. doi: 10.3238/arztebl.2011.0135. Epub 2011 Mar 4. PMID: 21442060; PMCID: PMC3063367.

6. Lenane, P., & Murphy, G. (2001). Sunscreens and the photodermatoses. Journal of Dermatological Treatment, 12(1), 53–57. https://doi.org/10.1080/095466301750163608

7. Sambandan DR, Ratner D. Sunscreens: an overview and update. J Am Acad Dermatol. 2011 Apr;64(4):748-58. doi: 10.1016/j.jaad.2010.01.005. Epub 2011 Feb 3. PMID: 21292345.

8. Mancebo SE, Hu JY, Wang SQ. Sunscreens: a review of health benefits, regulations, and controversies. Dermatol Clin. 2014 Jul;32(3):427-38, x. doi: 10.1016/j.det.2014.03.011. PMID: 24891063.

9. Jose J, Netto G. Role of solid lipid nanoparticles as photoprotective agents in cosmetics. J Cosmet Dermatol. 2019 Feb;18(1):315-321. doi: 10.1111/jocd.12504. Epub 2018 Feb 13. PMID: 29441672.

10. Shanbhag S, Nayak A, Narayan R, Nayak UY. Anti-aging and Sunscreens: Paradigm Shift in Cosmetics. Adv Pharm Bull. 2019 Aug;9(3):348-359. doi: 10.15171/apb.2019.042. Epub 2019 Aug 1. PMID: 31592127; PMCID: PMC6773941.

Светлана Георгиева
Факултет по фармация
бул. „Цар Освободител“ 84
Варна, 9000
e-mail: svetlana.georgieva@mu-varna.bg