

Sunscreen

Natta Rajatanavin MD.

ABSTRACT:

RAJATANAVIN N. SUNSCREEN. THAI J DERMATOL 2558; 31: 219-236.

DIVISION OF DERMATOLOGY, DEPARTMENT OF MEDICINE, FACULTY OF MEDICINE, RAMATHIBODI HOSPITAL, MAHIDOL UNIVERSITY, BANGKOK, THAILAND.

Ancient Egyptians used extracts of rice, jasmine, and lupine plants to protect themselves from the sun. Acidified quinine sulfate was documented as sunscreen since 1889 but enormous progress of sunscreen development started in the year 2000. Nowadays, numerous broad spectrum and high efficacy sunscreens were discovered. New method to evaluate sunscreen efficacy was also introduced after sun protective factor (SPF) which measure sunscreen efficacy to protect sunburn which responsible mainly by UVB. On the contrary, UVA protection system isn't universal acceptable in all countries. In Japan, Protection Grade of UVA or PA system with 4 levels was used since January 2013. In Europeans country or EU the symbol of  means that UVA protection isn't less than 1/3 of SPF. New method to evaluate sunscreen will be developing continual because sunscreen is not only intended to protect people from sunburn but also from tanning, melasma, photoaging and skin cancer.

Key words: sunscreen, ultraviolet light, UV, SPF, PA

From : Division of dermatology, Department of Medicine, Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital

Correspondence to: Natta Rajatanavin MD., email : natta.rama@gmail.com

บทคัดย่อ :

ณัฐฐา รัชตะนาวิณ ยากันแดด วารสารโรคผิวหนัง 2558; 31: 219-236.

สาขาวิชาตจวิทยา ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

ในอดีตมนุษย์ป้องกันผิวหนังตนเองจากแสงแดดด้วยเสื้อผ้า, หมวก และ ร่ม ต่อมาในศตวรรษที่ 18 นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน, Ritter JW ค้นพบแสงที่มองไม่เห็นคือ แสงยูวี ซึ่งมีความยาวคลื่นสั้นกว่าแสงที่มองเห็น จึงมีพลังงานสูงและเป็นสาเหตุสำคัญทำให้ผิวหนังไหม้แดงและเกิดมะเร็งผิวหนัง สารเคมีชนิดแรกที่พบว่ามีฤทธิ์ป้องกัน แสงยูวี ปี คือ acidified quinine sulfate ค้นพบในปี 1889 หลังจากนั้นมีการพัฒนาสารเคมีชนิดใหม่ๆรวมทั้งวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของยากันแดดต่อเนื่องมาโดยตลอด การพัฒนายากันแดดแบบก้าวกระโดดเริ่มในปี 2000 เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของอุบัติการณ์มะเร็งผิวหนัง โดยเฉพาะเมลาโนมาในคนผิวขาว และความเข้าใจกลไกการเกิดผิวหนังชราจากแดด ทำให้มีการพัฒนาสารเคมี ที่มีคุณสมบัติในการดูดซับแสงแดดช่วงคลื่นต่างๆ เพิ่มมากขึ้นจากเดิมที่ยากันแดดจะป้องกันได้เพียงแสงยูวีบี (290-320nm) ที่ทำให้ผิวหนังไหม้แดง ก็เริ่มมีการพัฒนาสารเคมีที่มีฤทธิ์ป้องกันแสงยูวีเอช่วงคลื่นสั้นหรือยูวีเอ2 (320-340 nm) ซึ่งมีผลต่อผิวหนังคล้ายแสงยูวีบี ส่วนแสงยูวีเอช่วงคลื่นยาว หรือ ยูวีเอ 1 (340-400 nm) และ แสงที่ช่วยในการมองเห็น (visible light) ช่วงคลื่นสั้น (400-500 nm) เป็นสาเหตุทำให้ผิวคล้ำ ในปัจจุบันมีการเพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระเข้าไปในครีมกันแดด เพื่อช่วยลดอันตรายจากอนุมูลอิสระที่เกิดจากแสงยูวีคลื่นยาว (UVA 1) และแสงที่มองเห็น ซึ่งแม้จะมีพลังงานต่ำแต่สารกันแดดในปัจจุบันไม่สามารถกรองได้อย่างมีประสิทธิภาพ อนุมูลอิสระเหล่านี้มีผลกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันซึ่งเป็นกลไกในการเกิดมะเร็งผิวหนัง และสามารถกระตุ้นเอ็นไซม์ที่ย่อยสลายคอลลาเจนที่ทำให้เกิดผิวหนังเสื่อมจากแดด

คำสำคัญ : แสงแดด, รังสีอัลตราไวโอเลต, สารป้องกันแสงแดด, ยากันแดด

ความนำ

แสงแดด เป็นแหล่งสร้างพลังงาน ช่วยในการมองเห็น และสร้างวิตามินดี แต่หากได้รับแสงแดดปริมาณมากเกินไป จะเป็นสาเหตุให้เกิดผิวไหม้แดง ผิวคล้ำ ฝ้า กระแดด ผิวหนังชราจากแสงแดด และมะเร็งผิวหนัง รวมทั้งทำให้โรคผิวหนังบางชนิดมีอาการเลวลง

แสงแดดที่ผ่านลงมายังพื้นผิวโลกประกอบด้วยแสงหลายความยาวคลื่นซึ่งมีปริมาณ และ คุณสมบัติแตกต่างกัน ได้แก่ Infrared (ความยาวคลื่น >760 nm), Visible light (400-760 nm), UVA1 (340-400 nm), UVA2 (320-340 nm), UVB (290-320 nm) ส่วนแสง UVC(200-

290nm) นั้นถูกชั้น ozone กรองไว้ ไม่สามารถผ่านมายังพื้นผิวโลกได้ แต่ปัจจุบันโลกมีชั้นozonลดลง ทำให้แสง UV บริเวณพื้นผิวโลกที่ชั้น ozonลดลง ผ่านลงมาได้มากขึ้น

แสง UVB คือแสงหลักที่ทำให้ผิวไหม้แดง เนื่องจากมีความยาวคลื่นสั้น จึงมีพลังงานสูง และมี chromophore ที่สำคัญคือ DNA

แสง UVA ที่ส่องลงมายังพื้นโลกมีปริมาณสูงกว่า UVB ถึง 20 เท่า มนุษย์มีโอกาสดูรับ UVA มากกว่า UVB เนื่องจาก UVA มีปริมาณค่อนข้างคงที่เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลหรือช่วงเวลาน้อย นอกจากนี้

UVA ยังสามารถส่องผ่านกระจกและเมฆได้ดีด้วย แต่เนื่องจากความยาวคลื่นที่ยาวกว่าทำให้มีพลังงานต่ำ การทำให้ผิวไหม้แดงด้วย UVA ต้องใช้พลังงานมากกว่า UVB ถึง 1,000 เท่า การศึกษาในระยะแรกจึงมุ่งเน้นไปเพื่อป้องกัน UVB เป็นหลัก ปัจจุบันยากันแดดที่มีฤทธิ์ป้องกัน UVB มีมากมายและค่อนข้างสมบูรณ์ เป็นปัจจัยหนึ่งทำให้คนผิวขาวสามารถอยู่กลางแจ้งได้นานและได้รับ UVA มากขึ้นกว่าที่เคยมี UVB เป็นเหมือนสัญญาณเตือนภัยให้หลบแดด

นักวิทยาศาสตร์เริ่มสนใจศึกษาความสามารถของ UVA ในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ผิวหนังและพบว่า 30% ของ UVA สามารถส่องผ่านลงไปได้ถึงชั้น papillary และ reticular dermis ดังนั้นจึงสามารถทำ

ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเส้นใยอีลาสติก, เซลล์สีและเส้นเลือด ได้ในปริมาณที่ต่ำกว่าปริมาณที่ทำให้ผิวหนังไหม้แดงมาก โดยการเปลี่ยนแปลงน่าจะเกิดจาก free radical และการทำลายของ lysozyme membrane

นอกจากนี้ UVA ยังมีความสามารถทำให้เกิด sunburn cell การเปลี่ยนแปลงของ DNA, การเกิด P53 mutation และเริ่มพบว่า UVA อาจมีบทบาทสำคัญในการเกิดมะเร็งผิวหนังชนิด melanoma ด้วย ผลการศึกษาข้างต้นสรุปว่า แสงทั้งชนิด UVA และ UVB ก่อให้เกิดโรคและการเปลี่ยนแปลงของผิวหนังได้ไม่น้อยแตกต่างกัน ดังตารางที่ 1, 2¹

ตารางที่ 1¹ ชนิดของแสงที่ก่อให้เกิดโรคและการเปลี่ยนแปลงของผิวหนัง

ACTION SPECTRUM OF PHOTODAMAGE

Effect	Spectrum of light				Type of evidence
	UVB	UVA	Visible	Infrared A	
ผิวไหม้แดง	++++	+			1
ผิวชราจากแดด	++++	++	+	+	1,3,4
มะเร็งผิวหนังชนิด SCC (Squamous cell carcinoma)	++++	+			2, 3, 4
การกดภูมิคุ้มกัน (Photoimmune suppression)	++++	++			1, 3, 4
มะเร็งผิวหนังชนิด BCC (Basal cell carcinoma)	+++	?			2, 4
มะเร็งผิวหนังชนิด MM (Malignant melanoma)	++	+			3, 4
ผื่นแพ้แสงแดด (Photosensitivity)	+	+++	+		1

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| 1. การศึกษาในมนุษย์ | 2. การศึกษาทางระบาดวิทยา |
| 3. การศึกษาในสัตว์ทดลอง | 4. การศึกษาในระดับเซลล์ |

ตารางที่ 2¹ ชนิดของแสงที่ก่อให้เกิดโรคผิวหนัง

CLASSIFICATION AND ACTION SPECTRA OF PHOTSENSITIVE SKIN			
Disease	Spectrum of light		
	UVB	UVA	Visible
Lupus erythematosus	+++	++	
Porphyria			+++
Photodrug reactions	+	+++	+
Photoirritant contact dermatitis		+++	
Photoallergic contact dermatitis		+++	
Actinic prurigo	++	++	
Chronic actinic dermatitis	+++	++	+
Polymorphic light eruption	+	++	
Solar urticaria	+	++	++
Hydroa vacciniforme	+	++	

การป้องกันแสงแดดทำได้หลายวิธีเช่น อาศัยร่มเงาอาคาร ร่ม เสื้อผ้า หมวก เป็นต้น แต่ยากันแดดเป็นหนึ่งในทางเลือกและมีการใช้เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะกลุ่มประชากรในสังคมเมืองและทำงานในร่ม แต่หากเลือกชนิดยากันแดดและนำไปใช้ไม่ถูกต้องอาจไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ หรือเกิดอันตรายจากความเข้าใจผิดว่าป้องกันเพียงพอแล้ว

รวมทั้งก่อให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจเนื่องจากยากันแดดประสิทธิภาพสูงมักต้องนำเข้าจากต่างประเทศและมีราคาแพง

ยากันแดด^{3,4}

คือสารเคมีที่มีคุณสมบัติป้องกันผิวหนังจากแสงแดด กลไกในการออกฤทธิ์แบ่งได้เป็น 3 วิธี และแบ่งยากันแดดได้เป็น 4 กลุ่มตามกลไกนี้

1. Organic หรือ chemical sunscreen เป็นสารเคมีที่มีคุณสมบัติในการดูดซับแสงแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างทางเคมีของสารนั้น

2. Inorganic หรือ physical sunscreen หรือ opaque sunscreen มีคุณสมบัติทึบแสงทำให้แสงไม่สามารถส่องผ่านไปได้ แต่จะถูกสะท้อนออกมา และไม่เกิดปฏิกิริยาเคมี

3. Organic microparticle เป็นกลุ่มที่มีการพัฒนาขึ้นมาใหม่ทำให้สามารถออกฤทธิ์ได้ 2 กลไกคือ ทั้งดูดซับแสงและสะท้อนแสง มักมีโมเลกุลขนาดใหญ่ และป้องกันแสงได้หลายความยาวคลื่น

4. Tanning sunscreen ทำให้ผิวสีคล้ำขึ้น และแสงผ่านไปได้น้อยลง

ยากันแดดประเภทสารเคมี Organic (chemical) sunscreen³

สารกันแดดในกลุ่มนี้เป็น aromatic compound จับกับ carbonyl group ในตำแหน่ง ortho หรือ para ทำให้สามารถดูดซับแสงคลื่นสั้นที่มีพลังงานสูง เช่นแสง UV ที่มีความยาวคลื่นระหว่าง 250-350 nm เมื่อได้รับพลังงาน โมเลกุลของสารกันแดดจะถูกกระตุ้นจาก ground state เข้าสู่ excited state หลังจากนั้นจะมีการปล่อยพลังงานออกมาได้ 3 ลักษณะ เพื่อคืนกลับสู่ ground state

ลักษณะที่ 1 คือปล่อยออกมาในรูปความร้อนโดยมีความยาวคลื่นมากกว่า 800 nm แต่ความร้อนนี้มีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับความร้อนที่ได้รับจากแสงอาทิตย์

ลักษณะที่ 2 ปล่อยพลังงานในช่วงความยาวคลื่น 450-800 nm มีลักษณะเป็น fluorescence หรือ phosphorescent ทำให้เห็นลักษณะเรืองแสงในยากันแดดบางชนิด

ลักษณะที่ 3 ในกรณีที่พลังงานที่เหลือสูงมาก พลังงานที่ถูกปล่อยออกมาจะยังอยู่ในช่วง ความยาวคลื่น

380-450 nm และเกิดปฏิกิริยากับโมเลกุลของยากันแดดอีกครั้งโดยปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น เป็น cis-trans หรือ keto-enol isomerization เมื่อปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการดูดซับแสงของยากันแดดได้

Organic sunscreen เน้นการป้องกันแสง UVB แต่ปัจจุบันเราพบว่า UVA ก็มีความสำคัญในการเกิดมะเร็งผิวหนังและ photoaging ร่วมกับ UVB ยากันแดดรุ่นใหม่จึงมีคุณสมบัติป้องกัน UVA ด้วย ในขณะนี้ยังไม่มีสารเคมีชนิดใดที่มีประสิทธิภาพดีป้องกันได้ทั้ง UVA และ UVB สมบูรณ์ใน ตัวเดียวกัน ดังนั้นยากันแดดในปัจจุบันจึงต้องใช้สารเคมี 3-4 ประเภทผสมกัน

Organic sunscreen ซึ่งได้รับการยอมรับว่าปลอดภัยและมีประสิทธิภาพดีโดย FDA ของ สหรัฐอเมริกามีเพียง 16 ชนิด สำหรับในยุโรปออสเตรเลียและญี่ปุ่นจำนวนสารเคมีที่ยอมรับให้ใช้ได้ถึง 55 ชนิด เราสามารถจัดแบ่ง chemical sunscreen ได้เป็น 8 กลุ่ม ตามโครงสร้างทางเคมีและ 3 ประเภทตามความสามารถในการป้องกันแสง (ตารางที่ 3,4) ได้แก่

ตารางที่ 3 สารกันแดดที่มีฤทธิ์ป้องกัน UVB และ UVA II (320-340)

UVB (290–320 nm) and UVA II (320–340 nm)

COLIPA	USAN	Abbreviation	Trademark	INCI	Peak absorption(nm)
S8	Padimate O	EHDP	Eusolex 6007	Ethylhexyl dimethyl PABA	311
S12	Homosalate	HMS	Eusolex HMS	Homomenthyl salicylate	306
S13	Octisalate	EHS	Neo Heliopan OS	Ethylhexyl salicylate	307
S28	Octinoxate	EHMC	Uvinul MC 80	Ethylhexyl methoxycinnamate	311
S32	Octocrylene	OCR	Uvinul N 539 T	Octocrylene	303
S38	Oxybenzone	BP3	Uvinul M40	Benzophenone-3	288,325

UVB (290–320 nm) and UVA II (320–340 nm)

COLIPA	USAN	Abbreviation	Trademark	INCI	Peak absorption(nm)
S40	Sulisobenzone	BP4	Uvinul MS40	Benzophenone-4	366
S45	Ensulizole	PBSA	Eusolex 232	Phenylbenzimidazole sulfonic acid	310
S60	Enzacamene	MBC	Eusolex 6300	4-Methylbenzylidene camphor	300
S74		PS15	Parsol SLX	Polysilicone-15	
S75	Titanium dioxide	TIO2	Eusolex T2000	Titanium dioxide	

COLIPA = Europe Cosmetic Toiletry and Perfumery Association

INCI = International Nomenclature Cosmetic Ingredient

USAN = US adopted name

ตารางที่ 4 สารกันแดดที่มีฤทธิ์ป้องกัน UVB และ UVA I (340-400 nm)**Broad-spectrum and UVA I (340–400 nm)**

COLIPA	USAN	Abbreviation	Trademark	INCI	Peak absorption (nm)
S66	Avobenzone	BMBM	Parsol 1789	Butyl methoxydibenzolymethane	360
S71	Ecamsule	TDSA	Mexoryl SX	Terephthalylidene dicamphor sulfonic acid	345
S73		DTS	Mexoryl XL	Drometrizole trisiloxane	300,340
S76	Zinc oxide	ZnO	ZnO (Nanox)	Zinc oxide	
S79	Bisotrizole	MBBT	Tinosorb M	Methylene bis-benzotriazolyl tetramethylbutylphenol	305,360
S80	Bisdisulizole disodium	DPDT	Neo Heliopan AP	Disodium phenyl di benzimidazole tetrasulfonate	335
S81	Bemotrizinol	BEMT	Tinosorb S	Bis-ethylhexyloxyphenol methoxyphenyl triazine	310,343

ประเภทที่ 1 สารกรอง UVB (ตารางที่ 3)⁵

กลุ่มที่ 1 PABA และ PABA derivative นำมาใช้ตั้งแต่ปี 1942 และได้รับความนิยมมากในช่วงปี ค.ศ. 1950-1960 มีคุณสมบัติป้องกันแสงความยาวคลื่น 260-315 nm. ซึ่งอยู่ในช่วง UVB โดยมี peak absorption ที่ 296 nm สารเคมีที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้และได้รับความนิยมแพร่หลายได้แก่ P-aminobenzoic acid, glyceryl aminobenzoate, Padimate-A, Padimate-O ในระยะหลังเนื่องจากมีรายงานการแพ้ PABA มากขึ้นหรือการเป็นสาเหตุของ SLE ทำให้ความนิยมลดลง แต่ PABA ก็ยังเป็นยากันแดดที่มีประสิทธิภาพดีในผู้ป่วยที่ไม่มีปฏิกิริยาแพ้ ข้อดีของ PABA ester คือ chemical inert, UV stable ถูกดูดซึมผ่านผิวหนังน้อยและราคาถูกแต่ละลายน้ำ

กลุ่มที่ 2 Salicylate เป็นยากันแดดชนิดแรกที่มีรายงานไว้ตั้งแต่ปี 1931และยังคงใช้อยู่ในปัจจุบัน มีคุณสมบัติป้องกันแสง UV ช่วงความยาวคลื่น 250-320 nm. ข้อดีคือ ปลอดภัย ถูกดูดซึมผ่านผิวหนังน้อยมีความคงทน และไม่ละลายน้ำ มีฤทธิ์ค่อนข้างอ่อนแต่นิยมใช้เพราะช่วยทำให้สารกันแดดอื่นคงตัว และมีฤทธิ์ช่วยละลายยากันแดดกลุ่ม Oxybenzone, Salicylate ผสมง่ายในเครื่องสำอาง ชนิดที่นิยมใช้กันมากคือ Octisalate (2-ethylhexyl-salicylate) และ Homosalate (homomethyl salicylate) ส่วน triethanolamine salicylate นิยมผสมในแชมพู

กลุ่มที่ 3 Cinnamate มีทั้งสิ้น 17 ชนิด ชนิดที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือ 2-ethylhexyl-p-methoxy cinnamate (Parsol MCX หรือ OMC) ซึ่งดูดซับแสงในความยาวคลื่นระหว่าง 240-320 nm. ยากันแดดมากกว่า 80% ในปัจจุบันจะใช้ OMC เป็น UVB sunscreen เนื่องจากไม่ละลายน้ำ, ทนแสง, และแพ้ น้อย

กลุ่มที่ 4 Camphor derivatives สามารถ absorb แสงที่ 290-300 nm. และมีความคงตัวมาก แต่ไม่ได้รับการรับรองในสหรัฐอเมริกา จึงมีใช้แต่ในยุโรป สารใหม่ในกลุ่มนี้คือ Benzyldiene camphor

กลุ่มที่ 5 Miscellaneous เช่น Octocrylene (Parsol 340) ใช้ในการป้องกัน UVB แต่มีฤทธิ์อ่อนและราคาแพง มีความสำคัญคือ ช่วยเพิ่มความคงทนต่อแสง (photostable) ของ Avobenzone⁵ ซึ่งเป็น UVA I filter ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้นปัจจุบันจึงเป็นที่นิยมใช้มาก และสารใหม่อีกชนิดคือ Parsol SLX (Benzyldiene malonate polysiloxane) ซึ่งผลิตขึ้นมาสำหรับป้องกัน UVB และประชาสัมพันธ์ว่ามีความปลอดภัยสูงมาก มีใช้ในยุโรป

ประเภทที่ 2 สารกรอง UVBและUVA II (ตารางที่ 3)⁵

กลุ่มที่ 6 Benzophenone เป็น aromatic ketone มีทั้งสิ้น 12 ชนิด แต่ที่ FDA ขอมรับมีเพียง 3 ชนิดคือ Oxybenzone, Dioxybenzone และ Sulisobenzene ซึ่งมีคุณสมบัติป้องกัน UVB และ UVA II (< 330 nm) สำหรับ Dioxybenzone จะดูดซับแสงช่วงกว้างที่สุดคือระหว่าง 260-380 nm. ในปัจจุบันยากกลุ่มนี้ก็เริ่มพบปัญหาการเกิดการแพ้สัมผัส allergic contact dermatitis และ photoallergic contact เนื่องจาก metabolite ของยาถูกทำลายได้ยาก ในปัจจุบัน Oxybenzone เป็นยากันแดดที่มีอุบัติการณ์การแพ้สูงที่สุด⁶

กลุ่มที่ 7 Anthranilates มีคุณสมบัติป้องกัน UVA II ได้เป็นสารเคมีที่คงตัวและปลอดภัยแต่มีฤทธิ์อ่อน มีใช้ในปัจจุบัน 2 ชนิดคือ Methyl anthranilate ดูดซับแสงสูงสุดที่ 330 nm และ Homomentyl-n-acetyl anthranilate

ประเภทที่ 3 สารกรอง UVA I+II (ตารางที่ 4)⁵

กลุ่มที่ 8 Dibenzoyl methanes มีทั้งสิ้น 5 ชนิด แต่ที่ FDA ขอมรับมีเพียง 1 ชนิด คือ Butyl methoxy dibenzoyl methane (Parsol 1789 , avobenzone หรือ BMDDBM) เป็น UVA sunscreen ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด สามารถดูดซับแสงที่ความยาวคลื่น 260-350 nm. แต่มีปัญหา คือ ความไม่คงทนต่อแสง (photostability) เพราะเมื่อได้รับแสงปริมาณสูงจะเกิด irreversible photoisomerization และมีการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการดูดซับแสง โดยฤทธิ์ในการดูดซับแสง UVA ลดลงถึง 36% ในปัจจุบันสารเคมีที่มีฤทธิ์ป้องกัน UVA ได้ดีเริ่มมีมากขึ้น ในตารางที่ 4 แสดงสารที่ได้รับการยอมรับในยุโรป จะพบว่ามีจำนวนมากกว่าที่ FDA ของสหรัฐอเมริกาในปี 2000 รับรองมาก เนื่องจากสารเคมีเหล่านี้ได้รับการผลิตและทดสอบในอาสาสมัครชาวยุโรปทั้งสิ้น ซึ่งทางสหรัฐอเมริกามีข้อกำหนดว่า หากนำมาใช้ในสหรัฐจะต้องมีการทดสอบที่ทำในสหรัฐอเมริกาก็ทำให้ขบวนการในการรับรองใช้เวลา ยาวขึ้น ปัจจุบัน FDA ในสหรัฐอเมริการับรองยากันแดดที่มีฤทธิ์ป้องกัน UVA อยู่เพียง 5 ชนิดคือ Oxybenzone (Benzophenone3) Sulisobenzonate (Benzophenone4), Butyl methoxy dibenzoyl methane (Parsol 1789, BMDDBM) , ZnO และ TiO₂

สำหรับ BMDDBM ซึ่งเป็นสารกัน UVA ที่มีการใช้แพร่หลายที่สุดขณะนี้เนื่องจากมีประสิทธิภาพดีที่สุด แต่มีปัญหาสำคัญคือความไม่คงทนต่อแสง ในปี 1990 UVA-filter ใหม่ที่มีความคงตัวกว่า BMDDBM แต่ประสิทธิภาพไม่ดีเท่าคือ TDSA (Mexoryl® SX) และ DTS (Mexoryl® XL) ซึ่งสารเคมีทั้ง 2 ชนิดนี้เป็นลิขสิทธิ์ของ L'Oreal มีในยากันแดดจากประเทศฝรั่งเศส

MBBT (Tinosorb® M) เป็นกลุ่มของสารกันแดดที่เรียกว่า organic microparticle มีฤทธิ์ทั้งดูดซับแสงและสะท้อนคล้ายกับ TiO₂ และ ZnO โดยมีขนาดเล็กกว่า 200 nm. สามารถผสมกับสารเคมีได้ง่ายละลายน้ำได้ดี และไม่ทึบแสง โดยมี absorption maximum ที่ 359 nm ยาวกว่า BMDDBM ซึ่งอยู่ที่ 357 nm แต่มีฤทธิ์อ่อนกว่า และมีความสามารถในการกรอง UVB ได้ด้วย

BEMT. (Tinosorb® S) เป็น Oil-soluble filter มี absorption maximum 343 nm. เมื่อนำมาผสมกับ BMDDBM แล้วทำให้ BMDDBM มีความคงทนต่อแสงเพิ่มขึ้น และยังมีคุณสมบัติทำให้ยากันแดดที่มีส่วนผสมของ OMC และ BMDDBM ซึ่งเป็นค่าหรับที่นิยมมากที่สุด คงทนต่อแสงดี สำหรับในประเทศไทยขณะนี้ยากันแดดที่มีสารกรองแสง UVA เหล่านี้แล้วในท้องตลาดส่วนมากนำเข้าจากยุโรป

DPDT.(Neo Heliopan® AP) เป็น water-soluble UVA filter มี absorption maximum ที่ 335 nm.

Inorganic Sunscreen⁸

เรียกอีกชื่อว่า physical หรือ particulate หรือ opaque sunscreen สามารถป้องกันได้ทั้งแสง UVB และ UVA เนื่องจากกลไกในการออกฤทธิ์ คือการสะท้อนแสงสารเคมีในกลุ่มนี้ ได้แก่ red veterinary petrolatum, titanium dioxide (TiO₂) และ zinc oxide (ZnO) เป็นต้น แม้จะมีความสามารถในการป้องกันแสงในความยาวคลื่นช่วงกว้างและปลอดภัยสูงเนื่องจากการดูดซึมน้อยมากและเป็นสาร inert จึงไม่เกิดการแพ้ แต่สารกลุ่มนี้ที่ไม่ได้รับความนิยมเนื่องจากเมื่อใช้ความเข้มข้นสูงทาบนผิวหนังแล้วจะมองเห็นชัดเป็นสีขาว หรือสัสมพู่ทำให้ไม่สวยงามโดยเฉพาะในผู้ชาย ปัจจุบันจึงมีการปรับปรุงโดยการทำให้ขนาดของสารกลุ่มนี้เล็กลงจากเดิมที่มีขนาด

180-250 nm ซึ่งมีคุณสมบัติป้องกัน visible light ได้ดีที่สุดและออกฤทธิ์โดยการสะท้อนแสง เมื่อลดขนาดลงเหลือ 10-100 nm จะพบว่าป้องกันแสง ultraviolet ได้ดีขึ้นใกล้เคียงกับ chemical sunscreen และกลไกการออกฤทธิ์เป็นการดูดซับแสงถึง 70% คล้าย chemical sunscreen ด้วย ความสามารถในการป้องกันแสงของ inorganic sunscreen เปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของ particle โดย particle ขนาดเล็กที่สุดป้องกันแสง UVB ได้ดีและไม่มีสี ถ้าขนาดใหญ่ขึ้นคุณสมบัติในการป้องกัน UVA ก็จะดีขึ้น แต่ความขาวก็จะมากขึ้น สำหรับ visible light ต้องการ particle ขนาดใหญ่ที่สุดซึ่งจะมีสีขาวชัดเจนเมื่อทาบนผิวหนัง ดังนั้นวิธีที่ดีที่สุดคือการผสมกันระหว่าง particle size ขนาดต่างๆ กันเพื่อสามารถป้องกันได้ทุกความยาวคลื่น และไม่มีสีขาวจัด ในปัจจุบัน microfinned titanium dioxide ได้รับความนิยมแพร่หลายมากทั้งในรูปแบบผสมกับ inorganic sunscreen โดยผสมกับ Fe_2O_3 เพื่อให้มีสีชมพูแดงคล้ายสีผิว หรือผสมกับ chemical sunscreen เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกัน UVA หรือใช้เพียงอย่างเดียว TiO_2 ความเข้มข้น 1% จะได้ค่า SPF 1.5 – 2 แต่ทั่วไปมักผสมไม่เกิน 5% เนื่องจากจะเริ่มทึบแสงทำให้ผู้บริโภคไม่นิยมใช้

สำหรับ ZnO^4 เป็นยากันแดดที่มีประสิทธิภาพอ่อนกว่า TiO_2 แต่สามารถป้องกัน UVA ได้ดีกว่า ZnO ในรูปแบบ micronized ถูกนำมาใช้ตั้งแต่ปี 1990 โดย Peak-absorption อยู่ที่ 380 nm. จึงมีประสิทธิภาพดีกว่า TiO_2 ในการกัน UVA I

กลไกการออกฤทธิ์

microfine TiO_2 และ ZnO จะมีคุณสมบัติเป็น semiconductor เมื่อดูดซับแสง UV จะเกิดการเคลื่อนย้ายของ electron จาก valence band ไปสู่ conduction band

ทำให้เกิด electron ซึ่งไม่มีคู่อิเล็กตรอนภายใน 10 nsec 90% ของการเปลี่ยนแปลงนี้จะกลับมาก่อกวนโดยการปล่อยพลังงานออกมาในรูปแบบ infrared หรือความร้อน เหลือแสง 10% ซึ่งจะสามารถเกิดปฏิกิริยากับ น้ำ, ออกซิเจน เกิดเป็น free radical ซึ่งจะไปทำปฏิกิริยากับผนังเซลล์ DNA, RNA หรือโปรตีนได้ ทำให้มีความกังวลถึงอันตรายของ Free radical ที่เกิดจากยากันแดดประเภทนี้ ในปัจจุบันจึงมีการเคลือบ microfine TiO_2 , ZnO ที่จะนำมาใช้เป็นเครื่องสำอางหรือยากันแดดเพื่อลดการเกิดอนุมูลอิสระและยังมีการทดสอบแสดงว่ายากันแดด TiO_2 และอนุมูลอิสระเหล่านี้จะไม่สามารถผ่านชั้น st. corneum ไปทำลายเซลล์ด้านล่างได้

โดยสรุปเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของ metallic oxide ให้เล็กลงคุณสมบัติของการป้องกันแสง UV จะเปลี่ยนจากการสะท้อนแสงเป็นการดูดซับแสงคล้ายยากันแดดกลุ่มแรกและความสามารถในการป้องกัน UVA และ Visible light ลดลง การเคลือบ microfine particle จะลดการเกิด free radical ได้ดี ทำให้การใช้ยากันแดดประเภทนี้ไม่มีอันตรายต่อผิวหนัง

Tanning sunscreen⁹

สารเคมีนี้มีคุณสมบัติทำให้ผิวสีคล้ำขึ้นจึงเป็นที่นิยมในกับผู้ที่มีผิวสีขาว (skin type I, II) ที่ต้องการผิวสีแทนอย่างปลอดภัย เดิมสารเคมีที่ใช้คือ 5-methoxy psoralen ซึ่งจะดูดซับแสงในช่วง UVA และกระตุ้นให้ melanocyte ทำงานเพิ่มขึ้น แต่เนื่องจากพบว่าผู้ป่วยที่ใช้ 8-methoxy psoralen ร่วมกับ UVA (PUVA) เป็นระยะเวลานานทำให้เกิดมะเร็งผิวหนังได้ จึงทำให้วิธีนี้ยังไม่เป็นที่ยอมรับในความปลอดภัย ในปัจจุบันมีสารเคมีชนิดอื่นที่มีฤทธิ์ทำให้ผิวสีคล้ำขึ้น ได้แก่ dihydroxy acetone (DHA) และ ferulic acid amide

Dihydroxy acetone (DHA) หรือ Tanning lotion เป็น 3-carbon ketoscreen ซึ่งสามารถจับกับ amine group ของ โปรตีน ใน stratum corneum 10 ชั้นบนเกิดสี orange brown ซึ่งสารนี้ทำหน้าที่เป็น chromophore โดยเรียก chromophore นี้ว่า melanoid เพราะมี electron spin คล้าย เมลานิน ดังนั้นจึงมีความสามารถในการป้องกันผิวหนัง จากแสง UVA และ visible ได้ DHA ในความเข้มข้น 3.0% เดิมได้รับการยอมรับโดย FDA ว่าสามารถป้องกัน แสงในช่วง 290-340 nm. และ visible light ช่วงคลื่นสั้น แต่ค่า SPF ก่อนข้างต่ำและมีข้อมูลน้อย ในปี 1999 ได้ถูก นำออกมาจากสารกันแดดกลุ่มที่ 1 (categories I) ของ US FDA แล้ว แต่สามารถใช้เป็น Tanning cream ใน เครื่องสำอางค์ได้

วิธีการใช้ tanning cream แนะนำให้ผู้ป่วยทายาใน เวลาเย็นผิวจะคล้ำขึ้นช้าๆ ภายหลังทายา 6-10 ชั่วโมง จากการทดลองในอาสาสมัคร 7 คน skin type III-IV, DHA 2.5%, 5% และ 6.5% หนา 4 mg/cm² พบว่า สามารถกัน UVA I (340-400) ได้ 2-3 เท่า ซึ่งข้อดีคือยา tanning lotion นี้จะไม่เสื่อมสภาพจากเหงื่อ, การอาบน้ำ, ว่ายน้ำ แต่ข้อเสียคือ ประสิทธิภาพต่ำและจะทำให้ผิวมีสี น้ำตาลคล้ำอยู่ 24-72 ชม. ภายหลังทายา ปัจจุบันมีการ นำมาใช้ปกปิดรอยขาวในผู้ป่วย vitiligo และรักษาผู้ป่วย psoriasis ร่วมกับการฉาย PUVA

การวัดประสิทธิภาพของยากันแดด

ในอดีตยากันแดดจัดเป็นเครื่องสำอางซึ่งมีคุณสมบัติ เคลือบให้ผิวเป็นสีแทน หรือช่วยลดความแห้งของผิว หลังจากถูกแดด แต่ปัจจุบันยากันแดดเป็นสิ่งจำเป็นและ มีความสำคัญ ดังนั้นในปี ค.ศ. 1978 ทาง US FDA ได้จัด อยู่ในกลุ่มยาที่สามารถซื้อได้โดยไม่มีใบสั่งแพทย์ โดยมี วัตถุประสงค์เพื่อลดการเปลี่ยนแปลงของผิวหนังที่เกิด

จากแสงแดด, ป้องกันการเกิด premalignant และ malignant skin cancer ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้อง มีมาตรฐานในการวัดประสิทธิภาพของยากันแดดแต่ละ ชนิด

ประสิทธิภาพในการป้องกัน UVB⁵

หน่วยวัดประสิทธิภาพที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย คือค่า SPF (sun protection factor) โดยนักวิทยาศาสตร์ชาว ออสเตรีย Farnz Greiter คำนี้นี้ได้มาจากการทดสอบใน อาสาสมัครซึ่งมีผิวขาว skin type I-II 20 คน แสงที่ใช้ ในการทดสอบคือแสงจากหลอด Xenon-arc lamp ขนาด 150 W ให้แสงคล้ายแสงแดดมีความยาวคลื่น ระหว่าง 290-400 nm. โดยจะทำการเปรียบเทียบ ระหว่างปริมาณแสงที่ทำให้ผิวหนังแดงมีขอบเขตชัด (minimal erythema dose = MED) เมื่อไม่ใช้ยากันแดด เทียบกับเมื่อทายากันแดดปริมาณ 2 มก./ตร.ซม. หรือ 2 ไมโครลิตร/ตร.ซม. บนผิวหนังให้มีความหนาสม่ำเสมอทั้ง 15 นาทีก่อนทำการทดสอบ ในปี 2007 US FDA¹⁰ ได้เปลี่ยนความหมาย SPF เป็น sunburn protection factor เนื่องจากอาการไหม้แดงของผิวหนังเกิดจากรังสี UVB เป็นหลัก

$$SPF = \frac{\text{MED of skin with sunscreen}}{\text{MED of skin without sunscreen}}$$

MED of skin without sunscreen

ค่า SPF นี้ยังมีตัวเลขสูงเท่าใดก็ยิ่งบ่งชี้ว่าครีมกัน แดดนั้น มีประสิทธิภาพในการป้องกันผิวไหม้แดง เพิ่มขึ้นเท่านั้น โดยทั่วไปถือว่า SPF ที่เกิน 15 น่าจะ เพียงพอสำหรับการป้องกันผิวไหม้แดงตลอดวันในคน ผิวขาว (Skin type I, II) ซึ่งอาศัยอยู่ในเขตอบอุ่น เนื่องจากแสงแดดตลอดทั้งวันในเขตอบอุ่นในทุก ฤดูกาลไม่มากกว่า 15 MED ของคนผิวขาว

ความหมายของยากันแดด SPF 30 คือ หากทายากันแดดชนิดดังกล่าวหนา 2 mg/cm^2 ผิวหนังจะได้รับแสง UVB เพียง 1/30 ของปริมาณแสง UVB ในขณะนั้นหรือประมาณ 3.3% เป็นต้น ดังนั้นการทายากันแดดจะช่วยกรองแสง UVB ออกไปเล็กน้อยตามค่า SPF (ตารางที่ 5) เช่น ยากันแดด SPF2 จะลดปริมาณแสง UVB ไป 50% ในขณะที่ยากันแดด SPF50 จะกรองแสง UVB ออกไปถึง 1/50 หรือประมาณ 98% เหลือมาที่ผิวหนังเพียง 2% สำหรับความเข้าใจที่ว่าหากผิวหนังไหม้แดง หลังตากแดด 15 นาที การทายากันแดด SPF30 จะทำให้

ผิวหนังไหม้แดงที่เวลา 30x15 นาที หรือ เท่ากับ 450 นาที หรือ 7.5 ชม.นั้นในสถานการณ์จริงมักจะไม่เป็นเช่นนั้น เนื่องจากสภาวะในห้องทดลองมีความแตกต่างจากสภาวะทางธรรมชาติซึ่งมีความร้อนแห้ง, น้ำ, การเสียดสี, ลมพัด โดยเฉพาะที่ latitude ต่างๆ กัน ความเข้มของแสงจะมีความแตกต่างกัน การทดสอบครีมกันแดดหลายชนิดโดยใช้แสงแดดพบว่า ประสิทธิภาพของครีมกันแดดที่ทดสอบโดยใช้แสงแดดธรรมชาติต่ำกว่าค่า SPF ที่ได้จากการทดสอบโดยใช้หลอดไฟในห้องทดลอง การทดลองแสดงว่ายิ่งค่า SPF สูงเท่าไรยังมีความคลาดเคลื่อนมากขึ้นเท่านั้น

ตารางที่ 5 ค่า SPF และความสามารถในการกรอง UVB

ระดับ	SPF	ป้องกันUVB(%)	ปริมาณ UVB ที่ได้รับ (%)
Low	2 - <15	50 - 92	8 - 50
Medium	15 - <30	93 - 35	5 - 7
High	30 - 50	96 - 97	3 - 4
Highest	> 50	>98	< 2

ตารางที่ 6 วิธีประเมินประสิทธิภาพการป้องกัน UVA

In vivo assessment		มาตรฐานในประเทศ	
Persistent pigment darkening (PPD)		Asia, Europe and USA	
In vitro			
Critical wavelength(CW)	CW > 370nm	USA,EU	
UVA/UVB ratio	UVA/UVB > 0.9 (max. 5 stars)	UK	
UVA1/UV ratio	UVA1/UV > 0.95 (max. 4 stars)	USA	US-FDA proposed rule 2007
Australian standard	Transmission (320–360 nm) < 10%	Australia, New Zealand	AS/NZS 2604, 1998

ตารางที่ 7 การประเมินประสิทธิภาพการป้องกัน UVA (in vivo; PPD) ของประเทศญี่ปุ่น, เกาหลี และจีน

class	UVA protection factor (UVA-PF)
PA+	2-< 4
PA++	4 - < 8
PA+++	8- 16
PA++++	> 16

ในการทดสอบขากันแดดใช้หลอดไฟที่มีประสิทธิภาพสูง ปริมาณแสง UVB ที่ทำให้ผิวไหม้แดงจะเกิดขึ้นภายในเวลาประมาณ ½ - 1 นาที ดังนั้นการทดสอบส่วนใหญ่จะใช้เวลาสั้นกว่า 30 นาที- 1 ชม. หรือในการทดสอบความสามารถ ในการกันน้ำ ใช้เวลารวมประมาณ 2-3 ชม. เท่านั้น จึงมีข้อเสนอแนะว่า ควรทาขากันแดดซ้ำทุกๆ 2 - 3 ชม. เพื่อประสิทธิภาพที่แน่นอน

ประสิทธิภาพในการป้องกัน UVA^{10,11,12}

การประเมินประสิทธิภาพในการป้องกัน UVA มีหลายวิธีแตกต่างกันในแต่ละประเทศและยังไม่มี การประเมินที่เป็นมาตรฐานเดียวกันทั่วโลก

วิธีประเมินประสิทธิภาพ UVA ที่มีการใช้แพร่หลายที่สุด แบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ invitro และ in vivo (ตาราง 6) วิธี in vitro ได้แก่ Critical wavelength, UVA/UVB ratio, Australian standard As/NZS 2604(1993) วิธี in vivo ได้แก่ IPD (immediate pigment darkening), PPD (Persistent pigment darkening), UVA erythema, PPF (phototoxic protection factor) เป็นต้น

ปัจจุบัน PPD เป็นวิธีการทดสอบประสิทธิภาพ UVA ที่ได้รับความนิยมสูงสุด โดย PPD = Persistent pigmentary dose หมายถึง ปริมาณรังสี UVA

น้อยที่สุดที่ทำให้ผิวหนังที่ทำทดสอบมีอาการดำคล้ำ โดยอ่านผลที่ 24 ชั่วโมงหลังได้รับรังสี UVA

UVA-PF คือค่าที่บอกประสิทธิภาพของขากันแดด หนา 2 mg/cm² ในการป้องกันการเกิดอาการผิวคล้ำ จากแสง UVA เปรียบเทียบกับไม่ทาขากันแดด โดยอ่านผลที่ 24 ชั่วโมงหลังได้รับรังสี UVA ดังสมการ

$$\text{UVA PF} = \frac{\text{PPD of skin with sunscreen}}{\text{PPD of skin without sunscreen}}$$

Japanese Cosmetic Industry Association (JCIA) ถือ UVA-PF เป็นวิธีมาตรฐานโดยแบ่งความสามารถในการป้องกัน UVA เป็น 4 ระดับ ดังตารางที่ 7 ประเทศแถบยุโรปบางประเทศใช้วิธี UVA-PF, Critical wavelength, Australian standard As/NZS2604(1993) และ UVA/UVB ratio ในขณะที่ FDA ประเทศอเมริกาปี 2007¹⁰ ได้เสนอวิธีวัดประสิทธิภาพการกรองรังสี UVA แบ่งเป็น 4 ระดับ (4 star rating system) ซึ่งแทนค่าความสามารถในการป้องกัน UVA เป็นค่าปานกลาง สูง และสูงที่สุด ในสหภาพยุโรปกำหนดว่า ขากันแดดที่ดีควรมีความสามารถในการป้องกัน UVB (SPF) และ UVA(UVA-PF) แตกต่างกันไม่มากกว่า 3 เท่าหรือถ้าเป็นไปได้ควรเท่ากันหรือใกล้เคียงกันที่สุด ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 สัญลักษณ์แสดงความสามารถในการป้องกัน UVB, UVA ในแต่ละประเทศ

	AUSTRALIA	JAPAN	EU	UK	USA
UVB					
SPF	30+	50+			50+
(in vivo)Max					
UVA					
In vivo		PPD	PPD		PPD
In vitro	Transmission (320–360nm)<10%		UVA PF/SPF>0.33, CW>370nm	UVA/UVB > 0.9 (max. 5 stars)	UVAI/UV > 0.95 (max. 4 stars)
UVA label/symbol	None (pass/fail)	PA+, PA++, PA+++, PA++++			
Date issue	AS/NZS (1983, 1998)	JCIA (2013)	EC Recomm. (2006)	Boots (1992, 2008)	FDA (2007)

ตารางที่ 9 Sun protection factor – labeling after water immersion

SPF test type	SPF value on label	
	US/Canada	EU (COLIPA)
Static SPF (no water exposure)	Static SPF	Static SPF
Water-resistant (40 min total water immersion)	SPF after 40-min Water immersion	Static SPF (SPF before the 40-min water exposure)
Very water resistant/extra water resistant/waterproof (80 min total water immersion)	SPF after 80-min water immersion	Static SPF (SPF before the 80-min water exposure)

การทดสอบความสามารถในการกันน้ำ¹³

การทดสอบความสามารถในการกันน้ำของ FDA USA มีข้อกำหนดไว้ 2 ประเภทคือ

Water resistant

ทดสอบโดยให้อาสาสมัครทายากันแดด 20 นาที ก่อนแช่อยู่ในน้ำ ซึ่งมีลักษณะเป็น whirlpool jacuzzi เป็นเวลา 20 นาที 2 รอบ โดยมีการขึ้นจากน้ำ 20 นาที ระหว่างการแช่ครั้งที่ 1 และ 2 และทดสอบค่า SPF อีกครั้ง เมื่อขึ้นจากน้ำแล้ว 20 นาที คือที่ 100 นาที หลังจากทายากันแดดครั้งแรก

Very water resistant

ทำเหมือนการทดสอบแรก แต่รวมแล้วใช้เวลาอยู่ในน้ำทั้งสิ้น 80 นาที โดยแช่ครั้งละ 20 นาที มีการขึ้นจากน้ำ 20 นาที เป็นจำนวน 4 ครั้ง รวม 180 นาที ค่า SPF ที่ได้หลังการทดสอบจะเป็นค่า SPF ที่นำไปแสดงบนฉลากยากันแดด (ตารางที่ 9)

สำหรับในสหภาพยุโรป ยากันแดดที่มีประสิทธิภาพกันน้ำจะต้องมีค่า SPF ไม่ < 50% ของค่า SPF ก่อนลงน้ำ และค่า SPF บนฉลากคือค่า SPF ก่อนการทดสอบ สำหรับในประเทศออสเตรเลียจะมีเกณฑ์ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 Water resistance claims for Australian sunscreen products

SPF after water immersion	Maximum water resistance claim
≥ 2 , but < 4	No water resistance claim allowed
≥ 4 , but < 8	40 min
≥ 8 , but < 15	80 min
≥ 15 , but < 20	2 h
≥ 20 , but < 25	3 h
≥ 25	4 h

ตารางที่ 11 สารกันแดดที่ช่วยลดการสลายของ Avobenzone

% Stabilizer added	% Avobenzone remaining after 25 MEDs UV exposure
No stabilizer	23%
Octocrylene, 3.6%	90%
4-Methylbenzilidene camphor, 5% (not USA)	87%
Tinosorb S, 5% (not USA)	81%
Oxybenzone, 5%	80%

ตารางที่ 12 ปริมาณและชนิดของแสง UV ที่ผู้ทำงานในร่มได้รับในเวลาทำงาน

	UVB	UVA
ก่อน 9.00 น.	±	+
9.00 – 12.00 น. (ในอาคาร)	-	+ (+)
12.00 – 13.00 น. (นอกอาคาร)	++	++
13.00 – 16.00 น. (ในอาคาร)	-	+ (+)
หลัง 16.00 (นอกอาคาร)	-	++

ความคงทนต่อแสงของยากันแดด (Photostability)^{3,4}

Photostability ของสารกันแดดขึ้นอยู่กับความสามารถในการที่โมเลกุลนั้นจะสามารถส่งพลังงานที่ดูดซับไว้จากแสง UV สู่วัสดุอื่นโดยรอบในรูปความร้อนได้ดีและรวดเร็วเพียงใด เนื่องจากพลังงาน UV ที่ดูดซับโดยยากันแดดมีปริมาณสูงพอที่เปลี่ยนวงโคจรของ electron ดังนั้นการปล่อยพลังงานปริมาณมากขนาดนี้ไปสู่โมเลกุลอื่นที่อยู่ใกล้เคียงทำได้ยากโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง สำหรับโมเลกุลที่จะมีความคงตัวต้องมีความสามารถที่จะกระจายพลังงานเป็นส่วนย่อยๆ ภายในโมเลกุลของสารนั่นเอง (internal conversion) แล้วจึงปล่อยสู่โมเลกุลข้างเคียงในรูปความร้อน สำหรับสารกันแดด เช่น BEMT Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyltriazine (Tinosorb[®] S), DTS Dromethrizole Trisiloxane (Mexoryl[®] XL), MBBT Methylene Bis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylphenol (Tinosorb[®] M) และ Benzophenone มีโครงสร้างที่สามารถทำให้เกิด intra molecular proton transfer ได้โดยขบวนการ Photo-tautomerism วงจรการเกิด Photo-tautomerism ใช้เวลาเพียง 10^{-12} วินาทีเท่านั้น ทำให้พลังงานถูกปล่อยออกไปอย่างรวดเร็ว และไม่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่สำคัญของสารกันแดด จึงทำให้

สารเหล่านี้มีความคงตัว สาร UVA filter ที่มีความคงตัวสูงสุดขณะนี้คือ BEMT, MBBT, DTS

สำหรับ BMDDBM¹⁴ หรือ Butyl Methoxydibenzoylmethane (Parsol[®] 1789) ไม่มีคุณสมบัติ internal conversion ทำให้สลายได้ง่ายจากการดูดซับแสง UV โดยเฉพาะถ้าผสมอยู่กับ UVB-filter เช่น octyl methoxycinnamate (OMC) จะยิ่งเพิ่มความไม่คงตัวขึ้นอีก ในทางตรงข้าม BMDDBM จะคงตัวมากขึ้นถ้าผสมกับ octocrylene(OC),oxybenzone, Tinosorb[®] S หรือ diethylhexyl 2, 6 naphthalate (DEHN) ซึ่งไม่ใช่สารกันแดดแต่สามารถรับถ่ายทอดพลังงานสารกันแดดทั้ง 2 ชนิด ข้างต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังตารางที่ 11

ผลข้างเคียงของการใช้ยากันแดด

1. การแพ้สัมผัส (contact dermatitis)

เนื่องจากการนำสารเคมีหลายชนิดในขนาดความเข้มข้นสูงมารวมกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของยากันแดด ทำให้โอกาสเกิดการแพ้สัมผัส (allergic contact dermatitis) การระคาย (irritant contact dermatitis) หรือการแพ้สัมผัสร่วมกับแสง (photoallergic contact dermatitis) ได้บ่อยขึ้นซึ่งการแพ้เหล่านี้อาจเกิดจากสารเคมีที่มีฤทธิ์กันแดดเองหรือสารอื่น เช่น emulsifier, antioxidant หรือ preservative ได้

PABA ซึ่งมีการใช้แพร่หลายมาเป็นเวลานานเริ่มมีรายงานการแพ้มากขึ้น และเมื่อมีรายงานในปี 1998 จากกลุ่ม Scandinavia พบอุบัติการณ์การแพ้สูงทั้งในรูปแบบ allergic กับ photoallergic จึงทำให้การใช้ glyceryl PABA ลดลงเปลี่ยนมาใช้ในรูปแบบ ester ของ PABA มากขึ้น ซึ่งในระยะหลังก็มีรายงานการแพ้เพิ่มขึ้น ดังนั้นในปัจจุบันยากันแดดมักจะไม่นิยมผสม PABA (non-PABA) สารเคมีป้องกัน UVB ที่นิยมใช้มากที่สุดขณะนี้คือ Octyl methoxycinnamate (OMC) พบได้ถึง 90% ของยากันแดดทั่วโลกและมีอุบัติการณ์การแพ้ต่ำ

สำหรับ Oxybenzone⁶ มีฤทธิ์ป้องกันทั้ง UVB และ UVA II ได้ และ UVA I sunscreen Butylmethoxydibenzoylmethane (Parsol 1789) รวมทั้ง octocrylene¹⁵ ซึ่งเป็นที่นิยมใช้เพิ่มขึ้นก็เริ่มพบปัญหาแพ้แบบ photoallergic contact dermatitis เพิ่มขึ้น

การศึกษาในโรงพยาบาลรามาริบัติพบอุบัติการณ์แพ้ยากันแดด Oxybenzone 4 ราย, Mexenone 4 ราย และ Parsol MCX 1 ราย จากการทำ Photo patch test ผู้ป่วย 64 ราย ในปี 2004 – 2010

สำหรับ physical sunblock เช่น TiO₂ และ ZnO จะไม่ทำให้เกิดการแพ้สัมผัสเนื่องจากไม่ถูกดูดซึม แต่สามารถทำให้เกิดสิวและ milia ได้ โดยสรุปเมื่อเทียบอุบัติการณ์การเกิดการแพ้ กับจำนวนผู้ใช้ยากันแดด ซึ่งมีนับล้านคน ก็พบว่าปัญหาการแพ้สัมผัสไม่มากนัก

2. ปัญหาการขาดวิตามินดี^{16,17}

แหล่งของวิตามินดีที่สำคัญมาจากอาหารและแสงแดด ดังนั้นเมื่อมีการป้องกันแสงแดดและใช้ยากันแดดติดต่อกันเป็นเวลานานอาจทำให้เกิดปัญหาการขาดวิตามินดี และเกิดภาวะกระดูกอ่อน (osteomalasia) หรือกระดูกพรุน (osteoporosis) ขึ้นได้ การศึกษา

ประชากรภาคต่างๆในประเทศไทยโดยคณะแพทย์จากโรงพยาบาลรามาริบัติในปี 2010 พบว่าภาวะพร่องวิตามินดี (25 (OH)D <30 mg/ml) ถึง 60% ในเขตกรุงเทพมหานครและ 30-50% ในเขตภาคกลาง, ภาคเหนือ, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ สำหรับการศึกษาในแพทย์ผิวหนังในเขตกรุงเทพมหานครโดยผู้เขียนและคณะ พบภาวะพร่องวิตามินดีสูงกว่า 90%

การใช้ยากันแดดที่ถูกต้อง

1. เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพกันแดดตามที่กำหนด ต้องใช้ปริมาณยาถึง 2 มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร ซึ่งประมาณเท่ากับ 1 ช้อนชา หรือสองช้อนนิ้วมือสำหรับทาหน้าและคอ แต่พบว่าบุคคลทั่วไปใช้ยากันแดดน้อยกว่าที่กำหนด และไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพตามที่กำหนด จึงแนะนำให้แบ่งทา 2 รอบ โดยเช้าแต่ละครั้งประมาณหนึ่งช้อนนิ้วมือ¹⁸

2. ทายากันแดดก่อนสัมผัสแดด 15 นาทีเพื่อให้ออกันแดดยึดติดกับผิวหนัง โดยเฉพาะยากันแดดชนิด organic sunscreen และควรทาซ้ำทุก 2 ชั่วโมงเพื่อการป้องกันที่มีประสิทธิภาพ

3. หากต้องมีการกิจกรรมกลางแจ้งต่อเนื่อง หรือเล่นกีฬาน้ำกลางแดด ควรเลือกยากันแดดชนิดกันน้ำ และควรทายากันแดดซ้ำทุก 2 ชั่วโมง

หลักการเลือกยากันแดด ประกอบด้วย

1. ปริมาณของแสง UV ในบริเวณที่อาศัยอยู่¹⁹
2. พฤติกรรมและเวลาที่ผู้ใช้อยู่กลางแจ้งรวมทั้งเวลาในรถยนต์ด้วย
3. กิจกรรมกลางแจ้งชนิดต่างกัน สัดส่วนของแสงแดดที่ได้รับในแต่ละส่วนของร่างกาย เช่น ใบหน้า, แขน, มือ, ขา ไม่เท่ากัน โดยจะได้รับประมาณ 20-60% ของแสงในบรรยากาศ

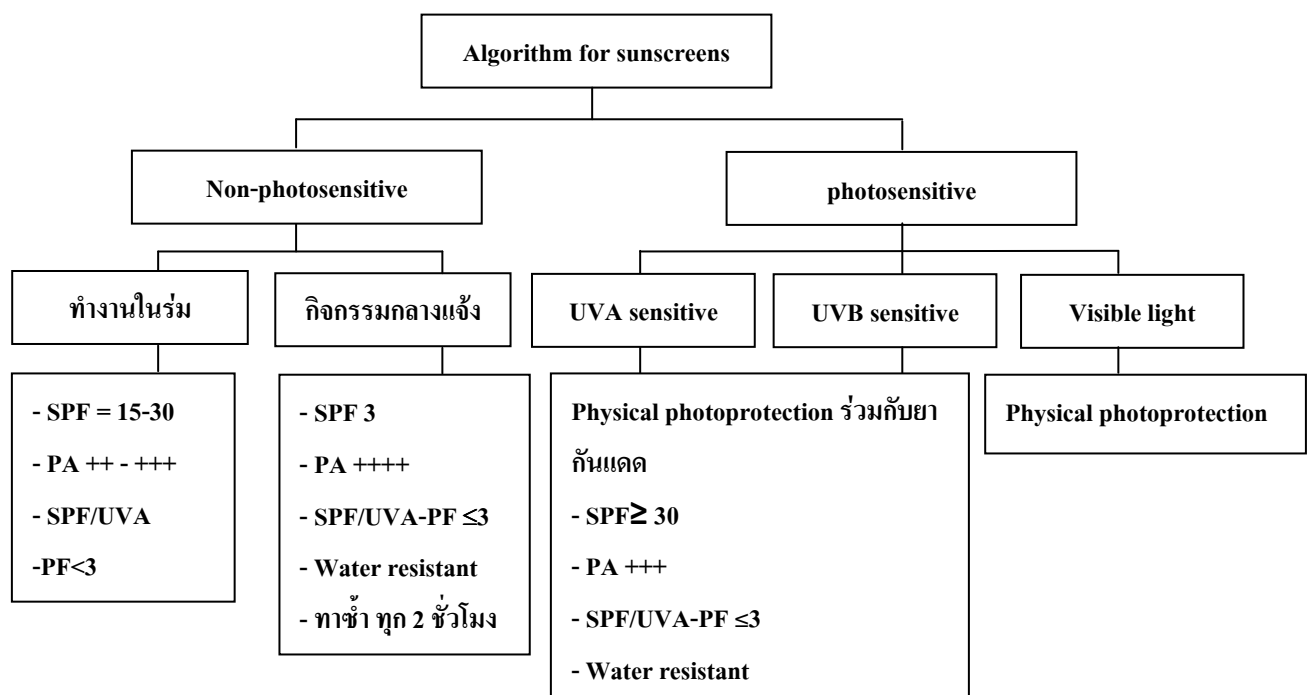
4. วัตถุประสงค์ในการใช้ยากันแดด เช่น ป้องกันผิวไหม้แดง, ผิวเหี่ยวย่นจากแดด(Photoaging) ป้องกันสีผิวคล้ำ หรือเพื่อรักษาโรคแพ้แสงแดด, ฝ้า เป็นต้น

จากตารางที่ 12 พบว่าประชากรทำงานในร่มมีโอกาสได้รับ UVA มากกว่า UVB ดังนั้น ในวันทำงานในร่มยากันแดดที่เหมาะสมไม่จำเป็นต้องมีความสามารถในการป้องกัน UVB สูงมากเช่น SPF 15-20 และควรมี UVA PF สูงกว่า 1 ใน 3 ของค่า SPF คือ PA++ ถึง PA++++

สรุป

ในปัจจุบันยากันแดดไม่เพียงแต่ป้องกันการเกิดผิวหนังไหม้แดงเท่านั้น แต่ยังมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันผลข้างเคียงระยะยาว^{20,21} เช่น ผิวหนังชราจากแสงแดด photoaging และ มะเร็งผิวหนัง ซึ่งผลข้างเคียงในระยะยาวนั้น UVAมีบทบาทที่สำคัญเสริมบทบาทของ UVB ด้วย นอกจาก UVA แล้ว visible lightหรือ แสง infrared (IR)ก็เริ่มมีหลักฐานว่ามีบทบาทต่อผิวหนังเพิ่มมากขึ้น

โดยเฉพาะในแง่ photoaging²² ด้วย ดังนั้นยากันแดดปัจจุบันจึงไม่เพียงต้องมีความสามารถในการป้องกัน UVB เท่านั้น แต่ควรมีความสามารถในการป้องกัน UVA ที่ดีและน่าจะดียิ่งขึ้นไปอีกถ้าสามารถป้องกัน visible และ IR ได้ด้วย และที่สำคัญที่สุดคือการให้ความรู้กับประชาชนในการทายากันแดดให้ถูกต้องสำหรับกิจกรรมกลางแจ้งในเวลาแสงแดดจัดคือ ระหว่าง 10.00 – 14.00 น. และทราบถึงข้อจำกัดของยากันแดดและค่า SPF ปัญหาการใช้ยากันแดดในประเทศไทยและต่างประเทศแตกต่างกันมาก ชาวต่างประเทศซึ่งมีผิวขาวและนิยมการอาบแดดควรจำเป็นต้องใช้กลับไม่นิยมทายากันแดด แต่ชาวไทยโดยเฉพาะสตรีที่ทำงานในร่ม นิยมใช้ยากันแดดที่มีค่า SPF สูงมากและมีพฤติกรรมเลี่ยงแสงแดด เนื่องจากต้องการผิวขาวทำให้เริ่มพบปัญหาภาวะพร่องวิตามินดีในสังคมเมืองสูงถึง60%ของประชากรทุกวัย¹⁷



References

- De leo VA. Sunscreen. In: Bologna JL, Jorizzo JL, Rapini RP, et al, editors. *Dermatology* 2nd ed. Spain, Mosby 2008:2035-2041.
- Wang SQ, Balagula Y, Osterwalder U. Photoprotection: a review of the current and future technologies. *Dermatol Ther*. 2010;23(1):31-47.
- Shaath NA. Ultraviolet filters. *Photochem Photobiol Sci*. 2010;9(4):464-9.
- Shaath NA. The chemistry of ultraviolet filters. in *Sunscreens: Regulations and Commercial Development*, 3rd edition, Shaath NA. editor, New York, NY, Taylor & Francis, 2005, pp. 217-238.
- Osterwalder U, Herzog B. The long way towards the ideal sunscreen where we stand and what still needs to be done. *Photochem Photobiol Sci*. 2010;9:470-481.
- Agin PP, Ruble K, Hermansky SJ, McCarthy TJ, et al. Rate of allergic sensitization and irritation to oxybenzone containing sunscreen products: a quantitative meta-analysis of 64 exaggerated used study. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 2008;24(4):211-7.
- Tuchinda C, Lim HW, Osterwalder U, Rougier A. Novel emerging sunscreen technologies. *Dermatol Clin*. 2006;24(1):105-17.
- Schlossmanand D, Shao Y. Inorganic ultraviolet filters. in *Sunscreens: Regulations and Commercial Development*, 3rd edition, Shaath NA. editor, New York, NY, Taylor & Francis, 2005, pp.239-279.
- Rajatanavin N, Suwanachote S, Kulkollakarn S. Dihydroxyacetone: a safe camouflaging option in vitiligo. *Int J Dermatol*. 2008;47(4):402-6.
- Hexsel CL, Bangert SD, Hebert AA, Lim HW. Current sunscreen issues: Food and drug administration sunscreen labeling recommendation and combination sunscreen/insect repellants products. *J Am Acad Dermatol*. 2008;59(2):316-23.
- Moyal D. UVA protection labeling and in vitro testing methods. *Photochem. Photobiol. Sci*. 2010;9:516-23.
- Matts PJ, Alard V, Brown MW, Ferrero L, et al. The COLIPA in vitro UVA method: a standard of sunscreen UVA protection. *Int J Cosmet Sci*. 2010;32(1):35-46.
- Poh Agin P. Water resistance and extended wear sunscreens. *Dermatol Clin* 2006; 24: 75-79.
- Beasley DG, Meyer TA. Characteriations of the UVA protection provided by Avobenzone, Zinc Oxide, and Titanium dioxide in broad spectrum sunscreen products. *Am J Clin Dermatology* 2010; 11: 413-421.
- Avenel-Audran M, Dutartre H, Goossens A, Jeanmougin M, et al. Octocrylene, an emergic photoallergen. *Arch Dermatol*. 2010 ;146 : 753-7
- Chailurkit LO, Kruavit A, Rajatanavin R. Vitamin D status and bone health in healthy Thai elderly woman. *Nutrition* 2011;27(2):160-4
- Chailurkit L, Aekplakorn W, Ongphiphadhanakul B. Regional variation of vitamin D status in Thailand. *BMC Public Health*. 2011;11:853. doi: 10.1186/1471-2458-11-853
- Neale R, William G, Green A. Application patterns among participants randomized to daily sunscreen use in a skin cancer prevention trial. *Arch Dermatol*. 2002;138:1319-1325.
- Diffey B. A behavioral model for estimating population exposure to solar ultraviolet radiation. *Photochem Photobiol*. 2008;84:371-5
- Seite 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; 13: 903-914
- Hughes MC, Williams GM, Baker P, Green AC. Sunscreen and prevention of skin aging: a randomized trial. *Ann Intern Med*. 2013;158(11):781-90
- Cho SI, Lee MJ, Kim MS, et al. Infrared plus visible light and heat from natural sunlight participate in the expression of MMPs and type I procollagen as well as infiltration of inflammatory cell in human skin in vivo. *J Dermatol Sci*. 2008;50(2):123-33