



## 선블록과 백화현상

저자 **황완균**

중앙대학교 약학대학 교수

약학정보원 학술자문위원

### 개요

2000년 초부터 우리나라 제주도 및 동해안 연근해의 바다에 해조류가 없어지는 바다의 사막화 일명 백화현상이 점점 확장되고 있다고 언론에서 소개하고 있다. 일단 백화현상이 발생하게 되면 먹이사슬과 관련된 수생생태계 바다생물들이 피해를 보게 되며 아울러 사람에게도 막대한 영향을 미친다.

하지만 전문가들도 그 원인이 무엇인지는 정확히 파악할 수 없고 단지 기후의 온난화로 인한 해수온도의 상승으로 인한 조류의 감소와 많은 가두리양식장 등 부영양화로 인한 것이라고 추측할 뿐이다. 따라서 이를 막기 위해서 관련부서에서는 인공적 해조포자를 심은 구조물을 만들어 해상에 투하하여 해조류를 성장시켜 관련 생태계를 일부 복원시키고 있다. 그러나 이런 복원사업은 임시방편이며 근원적인 문제를 찾아 해결하는 것이 가장 중요하다고 할 수 있다.

최근 이와 관련하여 5월 2일 미국 워싱턴포스터등 여러 유수 신문기사들이 눈길을 끌고 있다. 내용은 하와이 연근해 산호의 백화현상에 대한 기사내용으로 그 원인과 대처방법이다.

내용을 보면 미국하와이 내에서 oxybenzone과 octinoxate를 함유하는 선블록 판매와 유통 나아가 관광객들이 소지한 관련 상품의 통관을 금지하는 법안을 통과시킨 것이며 주지사가 이 법안에 서명을 한다면 2021년 1월부터 통관 또는 유통이 금지된다.

하와이 주정부는 문제가 된 선블록 성분의 옥시벤존과 옥티노세이트에 대하여 이들 성분들이 산호초 등 해양의 조류환경에 악영향을 미친다는 많은 연구논문을 접한 뒤 신속하게 이 법안을 준비했다는 것이다.

우리나라 제주도를 비롯한 연근해 해안의 백화현상도 이와 무관치 않다는 점에서 특히 우리나라 사람이 자외선 차단을 위해 선블록을 겨울에도 사용할 정도로 많이 사용하고 있어 이 기사내용이 시사해주는 점이 크다 할 수 있다.

우리나라 화장품 독성 전문가들 역시 한국 해양생태계도 하와이 산호초 백화현상과 유사하게 갈수록

심각해질 것으로 예상되기 때문에 관련학계 및 정부에서 연근해 생태계에 대한 관련 성분들의 함량을 모니터링하고 이에 따른 대처법을 신속하게 강구해야 한다고 제언하고 있다.

선블록은 특히 노출이 많은 여름에 자외선 접촉으로 인한 피부노화를 없애는 목적으로 사용하고 있지만 이들 성분들이 물에 다량 함유됨으로서 물에 대한 자외선의 통과에 영향을 주어 강과 해양생태계에 많은 영향을 미치고 있어 이들 제품생산 및 사용과 관련된 가이드가 매우 필요하다.

## 키워드

oxybenzone, octinoxate, phenol 유도체, 백화현상

## 자외선의 종류

자외선 (Ultraviolet ray)은 가시광선 보라색의 외부에 위치하는 광선으로 태양에서 오는 광선중의 하나이다. 지구에 도달하는 광선은 대략 적외선 51%, 가시광선 34%, 자외선 6% 정도이며 자외선 중 UVA가 90% 이상을 차지한다. 자외선은 피부살균작용, 비타민 D 합성, 건강한 피부색 및 보온작용 등의 긍정적 역할도 있지만 광민감성으로 인한 알러지 증상, 광노화, 백내장, DNA 돌연변이로 인한 피부암, 색소침착, 일광화상 및 피부 건조 등 부정적 역할이 커 자외선 차단이 매우 중요하다.

자외선의 종류는 파장에 따라 UVA, UVB, UVC로 나뉜다.

UVA(320~400nm)는 장파장으로 피부 접촉이 가장 많으나 상대적으로 에너지가 낮아 피부 손상이 적다. 실내에 있어도 유리창 또는 얇은 커튼을 통과하며, 흐린 날, 오전, 오후 구분없이 일정한 농도로 어디든지 존재하기 때문에 생활자외선이라 불린다. 또한 UVA는 진피층까지 침투하여 피부주름의 원인인 콜라겐을 손상 시키며 피부의 흑화(sun tan) 현상을 일으킨다. 검고 건강한 피부를 표현하기 위해 인공 태닝을 하고는 있으나 이 역시 UVA에 노출된 것과 같이 탄력섬유 손상으로 노화를 촉진할 수 있다.

UVB(290~320nm)는 오존층에 거의 흡수되어 UVA에 비해 피부 접촉량은 상대적으로 적지만, 반대로 자외선 강도는 매우 강하다. UVB에 장시간 영향을 받으면 피부가 빨갛게 되며 심할 경우 염증이 발생되고 심지어 피부가 딱딱해지는 현상이 나타날 수도 있다. 또한 일광화상(sun burn)을 일으킬 수 있다. 하지만 UVB에 적절히 노출되면 비타민D 합성에 도움을 줘 골다공증의 예방과 우울증치료에 긍정적 역할을 하기도 한다.

UVC(200~290nm)는 단파장이라 대기 중에 흡수되어 지표에 거의 도달하지 못해 피부에 영향이 미치기 어렵지만 장기적으로 노출이 되면 DNA 파괴로 인한 피부암의 원인이 될 수 있다.

## 자외선에 의한 피부 손상

일광화상(Sun burn)은 자외선에 노출된 후 피부에 염증반응이 생기면서 붉고 따가운 증상이 나타나는 것을 일광화상이라고 한다. 주로 UVB에 의해 유발되지만 UVA도 일부 영향을 주는데, 이유는 UVA가 피부를 붉게 만드는 능력은 UVB에 비해 1/1000 수준이지만, 지표에 도달하는 자외선 중 UVA가 90% 이상을 차지하기 때문이다. 자외선이 피부세포에 흡수되어 염증유발 물질들을 분비하고, 이 물질들이 혈관을 확장시켜 혈관에서 염증세포가 표피, 진피 등의 피부조직으로 이동하게 하여 홍반, 부종, 열감, 통증 증상이 나타나게 된다. 자외선 노출 4~6시간 후에 발생하며 24시간 전후로 최고조로 심해지며, 주로 1주일 이상 증상이 지속된다.

따라서 피부가 흰 사람, 자외선 강도가 높은 11~13시에 장시간 노출이 된 사람, 바닷가, 수영장, 눈, 모래 등에서 장시간 활동한 사람일수록 증상이 심각할 수 있기에 주의해야 한다. 또한 자외선에 의한 활성산소 증가로 일광화상이 발생할 수도 있기에 장시간 자외선 노출이 불가피하다면 비타민C와 같은 항산화 물질을 이용해 활성산소 소거능을 높이는 것도 예방법이 될 수 있다.

홍반(erythema)은 피부가 붉어지는 현상을 홍반이라고 하며 주로 UVB에 의해 유발되지만 UVA에 의해 UVB에 의한 홍반 반응이 상승작용을 일으킨다. 자외선에 노출되면서 서서히 붉어지다가 24시간 후에 최고조로 붉어지며 심할 경우 부종이나 화상이 발생한다.

즉시홍반(Immediate phase)은 자외선이 직접 혈관벽에 작용하여 발생하거나 각질형성세포에서 만들어진 사이토카인에 의해 생기는 반응으로 자외선에 노출된 후 즉시 생겼다가 사라지기 때문에 홍반 증상이 나타나면 차가운 물로 피부의 온도를 낮추는 것이 중요하다.

지연홍반 (Delayed phase)은 자외선 노출 후 30분~5시간 이후부터 서서히 나타나기 시작하여 24~48시간 동안 홍반이 지속되며 심할 경우 물집, 통증이 발생할 수 있다.

색소침착(pigment darkening)은 자외선에 의한 피부손상 중 사람들에게 가장 비중이 큰 증상으로 즉시색소침착과 지연색소침착으로 나뉜다. 즉시색소침착 (Immediate pigment darkening, IPD)은 주로 UVA와 가시광선에 의해 발생하는 것으로 자외선 노출 후 멜라닌이 산화되면서 나타난 멜라노솜의 이동변화에 의해 멜라닌이 진한 색으로 변하며 나타난다. 멜라닌이 새롭게 생겨난 것이 아니기에 노출 후 자외선을 차단하면

5~10분 후에 소멸되기도 하지만, 장시간 UVA에 노출되면 24시간 후에도 없어지지 않고 지연색소침착으로 변화되기도 한다. 지연색소침착(Delayed tanning, DT)은 UVA 및 UVB에 장시간 노출됨으로서 발생하며 자외선의 노출량에 따라 색소침착 지속시간이 장기화되거나 일정 시간이 지나면 원래 피부색으로 돌아온다.

광노화(Photo aging)는 적절한 관리로 예방을 할 수 있으며 햇빛에 노출되는 피부에 자외선의 양을 줄이면 노화가 억제된다. 주로 피부의 건조, 거칠어짐, 깊은 주름, 탄력저하, 멜라닌 색소가 불균일하게 분포, 표피 두께 증가 및 탄력의 이상 등의 일반적 피부변화 외에 콜라겐 합성 능력 저하, 엘라스틴 수와 굵기 감소 등의 피부조직 변화를 일으키기도 한다.

피부암(Skin cancer)은 자외선이 원인이 된다고 19세기 말 알려진 후 주로 자외선 노출이 많은 직업군 또는 저위도지역 주민에게서 피부암이 많이 발병되며 자외선에 의한 DNA 손상으로 인해 피부암이 유발되는 것으로 알려져 있다.

## 자외선차단제의 종류

자외선을 흡수하거나 산란 또는 반사시키는 방법으로 자외선으로부터 피부를 보호하는데 도움을 주는 제품으로 자외선차단제가 사용되고 있으며, 화장품의 특성, 목적, 기호에 따라 위 두 가지 방법을 함께 사용하는 경우가 있다.

자외선 흡수제를 일명 화학적 차단제라 하며 보통 유기화합물이 자외선의 강한 에너지를 흡수하여 에너지가 낮은 형태로 변환하여 피부를 자외선으로 인한 피해를 최소화하는 원리이다. 이들 성분들은 자외선을 흡수, 소멸시키는 원리로 차단효율이 높으나 과다사용을 방지하고자 배합한도를 최대 농도로 규정을 사용하고 있으며 대부분 10%이내로 이뤄지고 있다. 자외선 흡수제는 크게 벤조페논계열, 트리아진계열, 페닐프로파노이드계열 등으로 분류하며 280~400nm 파장대의 자외선을 선택적으로 흡수해 전자에너지를 열에너지로 바꿔 방출시킨다. 자외선 산란제에 비해 투명하고 사용감이 우수하지만, 흡수제의 특성상 피부자극을 일으켜 알러지를 유발할 수도 있기 때문에 개인에 따라 적절히 선택해야 한다.

자외선 산란제는 물리적 차단제라 하며 주로 무기 화합물을 이용해 물리적으로 산란, 반사시켜 자외선이 피부에 침투하지 못하도록 차단하는 원리로 징크옥사이드, 티타늄디옥사이드 등이 있다. 과거에는 입자 크기가 0.5  $\mu\text{m}$  내외로 커 산란효과가 충분치 않았으나, 최근 나노 분산기술이 개발되어 적용이 되면서 자외선 차단 효과가 향상되어지고 있다. 배합한도는 25% 이내로 자외선 흡수제에 비해 피부자극이 경미하여 민감한 피부에도 사용이 가능하고 피부에 바른 후 시간이 경과해도 자외선 차단효과의 변화가 적다. 특히 산란제의 미립자 크기가 nano입자로 작아지면서 피부가 하얗게 보이는 백탁 현상이 감소해 다양한 곳에 배합이 되고 있다.

## 자외선 차단제의 부작용

자외선 차단제품의 안전성, 사용감 향상에 대한 연구개발을 지속적으로 되고 있으나, 여전히 UV 필터에 대한 접촉성 피부염, 알러지, 광독성, 트러블 등의 부작용이 발생하고 있다. 특히 SPF 지수가 높은 제품에 UV 차단제가 다량 함유되어 있기 때문에 높은 SPF 지수 제품을 사용할 때 주의가 필요하다.

자외선 차단제 부작용 중 가장 대표적인 것은 접촉성 피부염으로 자외선 차단제 사용 1시간 내에 붉은 염증상태로 알러지가 나타나거나, 기존에 있던 아토피 및 지루성 피부염 등이 더 악화되는 경우로 나타난다. 광알러지반응은 접촉성 알러지 반응으로 UVA에 의해 주로 일어나고 광독성 반응은 표피로 이동해 일광화상을 악화시킬 수 있다.

이상과 같이 즉각적으로 나타나는 부작용도 있지만 과다 사용으로 인한 비타민 D 결핍이라는 증상도 나타나고 있으며 햇빛에 의해 생성되는 영양소로 비타민 D의 90% 이상이 햇빛에 의한 노출로 피부에서 형성된다. 비타민 D는 뼈 형성과 관련이 있을 뿐 아니라 대장암, 전립선암, 유방암 등의 예방과 치료에도 보조적 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 또한 미국 국립건강영양조사(National Health and Nutrition Examination Survey)에 따르면 비타민 D가 결핍된 사람은 비타민 D를 충분히 섭취한 사람에 비해 우울증상 위험도가 85%까지 증가되었으며, 미국 국립노화연구소(National Institute on Aging)의 연구에서도 비타민 D가 결핍된 여성들이 비타민 D가 충분히 섭취된 여성에 비해 6년 뒤 우울증이 발생할 위험이 2배정도 높아졌다고 보고하였다.

## 자외선 차단제의 환경오염의 문제점

선블록에서 oxybenzone과 octinoxate는 자외선흡수제 즉 화학적 차단제로서 가장 인기 있는 성분으로 태양광선으로부터 피부를 보호하기 위해 화학반응에 의한 차단에 의존을 한다. 연구자료에 따르면 옥시벤존은 거의 모든 미국인의 혈액에서 검출되며 내분비계에도 영향을 미칠 수 있다고 보고하고 있다. 한 예로 청소년기의 옥시벤존 수치가 증가하면 테스토스테론 수치가 낮아지며 octinoxate 또한 유사한 우려가 있을 것으로 추측하고 있다. 또한 All Good 설립자 Caroline Duell은 “자외선 흡수제 (화학 활성제)가 인간 및 수생 생태계에 불필요한 해를 끼친다는 사실이 있다”고 하였다.

앞에서 언급한 바와 같이 미국 국립해양대기청(NOAA)는 지난해 연구를 통해 하와이제도에서 가장 큰 섬인 빅 아일랜드의 산호 56%가 이미 백화현상으로 빛을 잃었다고 밝혔으며 지난해 기준으로 하와이제도에서 3번째로 큰 북부의 섬인 오아후섬에서는 32%, 2번째로 큰 마우이섬의 서쪽에 있는 웨스트마우이에서는 44%의 산호가 이미 백화현상을 보였다고 보고하였다. 이러한 현상의 원인으로 선크림이 지목되었으며 하와이 주 육지·천연자원국(DLNR)의 조사에서도 하와이 일부 바다에서 옥시벤존 농도는 산호초 안전치의 30배를 웃돌았다고 하였다.



이런 유기화합물인 옥시벤존은 자외선 차단 효과가 뛰어나 선크림의 주 재료로 사용되지만, 바다로 흘러 들어갈 경우 산호초 및 해조류의 세포에 악영향을 초래하여 사멸 할 수 있다. 최근 영국의 킹스 칼리지 (King 's College)의 연구(2016)에 따르면 런던 역시 산호초에서 높은 농도의 옥시 벤존을 확인하였으며 이것은 산호초 뿐만 아니라 그들을 보호하는 조류 역시 사멸됨으로서 백화현상이 발생하게 된다는 것을 보고 하였다.

FDA는 안전하고 효과적인 OTC 선블럭 성분으로 옥시벤존(Oxybenzone)의 농도는 최대 6 %로 EU Cosmetics Directive는 또한 선크림 성분을 최대 10 %의 농도로 스웨덴은 이 성분의 사용을 금지했다.

또한 미국의 환경 실무 그룹에 따르면 옥시벤존과 관련되어 자외선차단 능력에도 불구하고 피부에 광 감수성을 일으켜 Photocarcinogen으로서 유해한 자유 라디칼의 생산과 DNA 세포를 공격하는 능력을 입증 하였다. 이런 이유는 일부 선 스크린 사용자가 피부암인 흑색 종 사례의 최근 상승에 영향을 미치는 것으로 추정된다고 하였다. 또한 일부 연구에서는 호르몬 인 에스트로겐과 유사하게 행동하여 유방암을 일으킬 수 있다고 하였으며 습진 및 알레르기 접촉에 연결되어 있다고도 보고하고 있다.

이상과 같이 우수한 자외선차단제인 oxybenzone과 octinoxate을 함유한 선블록에 대한 미국하와이주 정부의 사용금지 법안 통과 및 발효를 기반으로 우리나라에서도 연근해 수생생태계에 영향을 주는 주요 인자에 대한 모니터링을 실시하고 기 성분이 함유된 선블럭의 시판 및 사용금지가 이루어져야 하고 또한 비 나노 입자 산화 아연과 같은 정부에서 승인한 활성 미네랄 성분 등이 사용되어야 한다고 생각된다.

## 약사 Point

1. SPF 지수가 높은 제품의 UV 차단제가 다량 함유되어 있는 제품은 사용시 주의가 필요하며 부작용 중 가장 대표적인 것은 접촉성 피부염으로 자외선 차단제 사용 1시간 내에 붉은 염증상태로 엘러지가 나타나거나, 기존에 있던 아토피 및 지루성 피부염 등이 더 악화되는 경우로 나타날 수 있다.
2. 비타민 D의 90% 이상이 햇빛에 의한 노출로 피부에서 형성되며 뼈 형성과 대장암, 전립선암, 유방암 등의 예방과 치료에도 보조적 역할을 한다.
3. 일부 선 스크린 사용자가 피부암인 흑색 종 사례의 최근 상승에 영향을 미치는 것으로 추정되며 또한 일부 연구에서는 호르몬 인 에스트로겐과 유사하게 행동하여 유방암을 일으킬 수 있다고 하였으며 습진 및 알레르기 접촉에 연결되어 있다고도 보고하고 있다
4. 우수한 자외선 차단제인 oxybenzone과 octinoxate을 함유한 선블록은 연근해 수생생태계에 영향을 주므로 기 성분이 함유된 선블럭의 시판 및 사용금지가 신중하게 검토되어야하고 또한 가능한 한 비 나노 입자 산화 아연등의 활성 미네랄 성분만 함유된 선블록만 시판되어야 한다.

## 참고문헌

1. 황완균외 3명, 제대로 알고 바르자! 기능성화장품, 헬스조선(2016)
2. 김민정외 2명, 나는 속피부에 화장한다, 기획출판거름(2018)