

Yansıtılmış UV fotoğrafçılık, güneş kremi uygulamasını değerlendirmenin benzersiz bir yolunu sunar. UV geçiren bir filtre kullanan bir kamera, UV ışınlarının geçmesine izin verirken görünür ve kızılötesi ışığı emer veya engeller. Konu, ya UV yayıcı lambalarla ya da güneş ışığıyla aydınlatılır ve ardından güneş kremlerinin uygulandığı alanları vurgulayan bir fotoğraf çekilir. Güneş koruyucuların ciltteki görünürlüğüne objektif olarak ölçmek için potansiyel bir yöntemdir Pratt ve diğerleri güneş kremi uygulaması sırasında yüzde yaygın olarak gözden kaçırılan alanları, katılımcıların göz kapaklarını ve gözlerin etrafındaki medial kanthal bölgesini kaçırdığını göstermişlerdir. Normal göz kapaklarının moleküler analizi, hücrelerin dörtte birinden fazlasının UV ışığına maruz kalmanın karakteristik imzalarını taşıyan mutasyonlar taşıdığını göstermiştir. Kaş ve göz kapağı ayrıca lokal olarak yıkıcı bazal hücreli karsinom deri kanserleri için yüksek riskli anatomik bölgeler olarak rapor edilmiştir Düzenli güneş kremi uygulamasının skuamöz hücreli karsinom ve melanom insidansını azalttığı ve UV radyasyonunun deri hücreleri üzerindeki zararlı moleküler etkilerini in vivo olarak engellediği gösterilmiştir.

Güneş koruyucu uygulamasına ilişkin bildirilen engeller, güneş koruyucuların estetik ve dokunsal özellikleriyle ilgili endişeleri içerir; yapışkan veya yağlı bir doku, sıcak veya terli hissetme, güneş kremlerinin sivilce veya cilt tahrişine neden olduğu algısı ve güneş koruyucu görünümünden hoşlanmama gibi durumları içerir. Birçok kozmetik ürün, güneş koruma faktörü (SPF) sunan ikincil güneş kremleri olarak gelir ve bu ürünlerin kullanımıyla pratiklik ve geliştirilmiş dokular ve görünüş elde edilir. Avustralya'da, endüstri tarafından kabul edilen SPF standartları birincil güneş kremlerinin yanı sıra ikincil güneş koruyucu ürünleri de test eder; bu ürünler 0 ila 50+ arasında SPF derecelendirmesine sahip olacak şekilde 2 mg/cm² kalınlığında uygulanır. SPF ürünlerinin etkili olabilmesi için ürünün uygun miktarlarda ve uygun tekrar uygulama sıklığıyla uygulanması gerekmektedir. Güneş koruma formülasyonlarının 2 çeşidi bulunmaktadır: (1) ciltten güneş ışığını saçarak çalışan titanyum dioksit veya çinko oksit gibi fiziksel filtreler veya (2) güneşten gelen enerjiyi moleküler konformasyonel değişikliklere dönüştüren kimyasal filtrelerdir. Fiziksel filtreler UV fotoğrafçılığıyla tespit edilemez, yalnızca kimyasal filtreler içeren losyonlar görselleştirilebilir. Ayrıca, bazı kozmetik ürünler renklendirici özellikte olup formülasyonlarında hem kimyasal hem de fiziksel filtreleri içerebilir. Bu ürünlerdeki fiziksel filtrelerin görselleştirilme yeteneği sınırlı olabilir. Renkli güneş koruma faktörü (SPF) içeren

kozmetikler geçici bir renk veya pigmentasyon içerebilir ve fondötenler, rujlar ve farlar gibi ürünleri içerebilir.

Yöntemler

Bu çalışma üç bölümden oluştu: Faz 1 laboratuvar testi, farklı UV kameralarının ve SPF ürünlerinin kapsamının test edildiği; Faz 2 bireyler tarafından uygulanan çeşitli güneş koruma ürünlerinin UV fotoğrafçılığıyla görüntülenebilir olup olmadığının belirlendiği; ve Faz 3 UV web kamerasının geliştirilmesi ve cihazın halka açık bir plaj ortamında saha testi yapıldı.

Araştırma alanları, katılımcıların yüzlerine ve her iki kollarına plastik kesilmiş dikdörtgenler (4×2.5 cm) kullanılarak araştırmacılar tarafından işaretlendi. Her SPF losyonu rastgele bir tedavi bölgesine atanıp 2, 1 ve 0.4 mg/cm² konsantrasyonlarında uygulandı (Multimedya Eki 1'de Şekil S1). Kullanılan SPF losyonları şunları içeriyordu: (1) güneş koruyucu SPF 50+ (Cancer Council Ultra; aktif içerikler: homosalate 100 mg/g, octyl salicylate 50 mg/g, butyl methoxydibenzoylmethane 30 mg/g ve octocrylene 80 mg/g), (2) nemlendirici ikincil güneş koruyucu SPF 50+ (SunSense Moisturizer; aktif içerikler: bemotrizinol 2%, methylene bis-benzotriazolyl tetramethylbutylphenol 2.5% ve octyl salicylate 5.0%), ve (3) nemlendirici ikincil güneş koruyucu SPF 15+ (Neutrogena Moisturizer; aktif içerikler: butyl methoxydibenzoylmethane, ethylhexyl methoxycinnamate, ethylhexyl salicylate ve phenylbenzimidazole sulfonic acid). Yalnızca kimyasal güneş koruyucu filtreleri olan SPF losyon ürünleri kullanıldı, çünkü çinko oksit ve titanyum dioksit UV fotoğrafçılığı ile görselleştirilemez. Görüntüler, SPF ürünlerinin hemen uygulanmasından sonra (baz çizgisi zaman noktası) ve uygulamanın 20 dakika sonrasında (takip zaman noktası) satın alınan 3 UV kamera ile çekildi. Katılımcıların yüzlerinin (ön, sol yan ve sağ yan) yanı sıra her iki kollarının UV görüntüleri her zaman noktasında alındı.

Görüntü analizi Image J (Ulusal Sağlık Enstitüleri) [14] kullanılarak yapıldı ve ölçek-piksel ölçümü tedavi alanı (4×2.5 cm) ile ilişkilendirilerek, ilgi alanını tanımlamak için dikdörtgen araç kullanıldı. Görüntü eşikleri belirlendi ve koyu piksellerin (SPF losyonu bulunan alanın) alanın %'si, açık piksellerin (SPF losyonu olmayan alanın) alanın %'si ile karşılaştırılarak kapsama yüzdesi hesaplandı.

Faz 2: Farklı Güneş Koruma Ürünlerinin UV Fotoğrafçılığı ile Test Edilmesi

Bölüm 2a: Gözlemci Çalışması

Kapalı alan çalışanlarının güneş koruma ürünü uygulamalarını değerlendirmek için bir gözlemsel çalışma yapıldı. Katılımcılar, 18 yaş ve üstünde, mevcut kapalı alan çalışanı olan, düzenli olarak yüzlerine SPF ürünleri kullanan ve aynı gün hem sabah hem de öğleden sonra fotoğraf çekimlerine katılabilecek durumda olan kişilerden seçildi. Katılımcılar e-posta, sosyal medya ve Queensland University of Technology iş sağlığı ve güvenliği programları aracılığıyla toplandı. Katılımcılar onay verdiler, temel çizelgeyi doldurdular ve çalışma ziyaretine gelmeden önce yüzlerine kendi SPF ürünlerini alışılageldiği şekilde uygulamaları istendi. Kapsamanın zaman içinde devam edip etmediğini değerlendirmek için katılımcılar sabah ve öğleden sonra olmak üzere iki kez fotoğraflandı, zaman noktaları arasında en az 4 saatlik bir ara vardı. Her zaman noktasında katılımcıların yüzlerinin (ön, sol yan ve sağ yan) toplamda 3 UV görüntüsü alındı. Görüntüler, katılımcıların, standart aydınlatma altında bir taburede kameraya belirli bir mesafede oturdukları ve yapay bir UV ışık kaynağı (Nurugo) kullanılarak iç mekanda beyaz bir zeminde çekildi. Öğleden sonra, katılımcılara UV görüntüleri gösterildi ve yüz yüze bir görüşme yapıldı. Görüşme sırasında, katılımcılardan UV fotoğraflarıyla memnuniyet düzeyleri hakkında bilgi vermesi istendi. Görüşme soruları, Multimedya Eki 1'de Tablo S1'de listelenmiştir.

Sabah ve öğleden sonra fotoğraf oturumları arasındaki kapsama farkını değerlendirmek için, yüz UV görüntülerinde yeterince korunan SPF losyonları olmayan alanları objektif olarak tespit, segmente etme ve nicelendirme yöntemi geliştirildi. Volocity 3D görüntü analiz yazılımı (PerkinElmer) kullanıldı. Her bir görüntüye ölçek-piksel ölçümü atanarak, ilgi alanı aracı uygulandı ve koyu piksellerin (SPF losyonu bulunan alan) yüzdesi ile bu alanın açık piksellerin (SPF losyonu bulunmayan alan) yüzdesi karşılaştırıldı. Segmentasyon bölgeleri burun, yanaklar, alın ve medial kanthal bölgeyi içeriyordu ve daha sonra "evet, yeterince korunmuş" veya "hayır, yeterince korunmamış" olarak

puanlandı.

Bölüm 2b: Renkli SPF Losyonlarının Test Edilmesi

Gözlemsel çalışmada katılımcılar tarafından kullanılan birçok SPF losyonu, renkli bir baz ile SPF korumasını birleştiren ürünlerdi. Gözlemsel çalışmadaki katılımcılar tarafından yaygın olarak kullanılan renkli güneş koruma ürünleri, araştırmacılar tarafından bir gönüllüde daha fazla laboratuvar testi için satın alındı. Kullanılan 5 ürün şunlardı: (1) Fit Me SPF 18 likit fondöten (Maybelline; aktif içerikler: octinoxate

7%), (2) Lasting Radiance SPF 28 likit fondöten (Rimmel; aktif içerikler: octinoxate), (3) SkinActive beauty balm (BB) cream SPF 15 (Garnier; aktif içerikler: octinoxate), (4) BB cream SPF 15 (Olay; aktif içerikler: octisalate ve avobenzone), ve (5) SkinActive BB cream SPF 50+ (La Roche-Posay; aktif içerikler: homosalate 6.0% w/w, octyl salicylate 5.0% w/w, butyl methoxydibenzoylmethane 5.0% w/w, octocrylene 5.0% w/w, ethylhexyl triazone 4.0% w/w, bemotrizinol 3.0% w/w, drometrizole trisiloxane 3.0% w/w, ecamsule 0.99% w/w ve titanium dioxide 0.83% w/w). Gönüllü bilgilendirilmiş onay verdi, demografik bir anketi tamamladı ve araştırmacıları üniversitede ziyaret etmeyi kabul etti. Çalışma ziyareti sırasında, gönüllüden izopropanol mendil kullanarak cilt bakımı veya makyaj ürünlerini çıkarması istendi ve ardından bölgeyi akan su ve kağıt havlu ile yıkaması istendi. Uygulamadan önce herhangi bir losyonun ciltte kalmadığından emin olmak için tedavi bölgesinden UV ve normal fotoğraf çekildi. Katılımcılar ve araştırma personeli losyonun marka ve SPF gücünden habersizdi. Losyonlar, katılımcıların kollarına 2, 1, 0.4 ve 0.2 mg/cm² konsantrasyonlarında her biri için bir 4×2.5 cm'lik bir cilt alanına karşılaştırılmak üzere uygulandı. Renkli güneş koruma ürünleri 4 ve 5, yüzde daha düşük konsantrasyonlarda değerlendirildi; 1, 0.6, 0.4 ve 0.2 mg/cm² uygulandı. Veri toplama, DSLR UV kamerası ve normal bir kamera (Nikon) kullanılarak uygulamadan hemen sonra çekilen görüntüler içeriyordu.

Çalışmanın Fazları 1 ve 2'si Queensland University of Technology İnsan Araştırmaları Etik Komitesi (numara 1800001263) tarafından onaylanmış ve Avustralya ve Yeni Zelanda Klinik Denemeler Kaydı'na (ACTRN12619000975190; ACTRN12619000145101) önceden kaydedilmiştir. Faz 2 gözlemsel çalışması için örneklem büyüklüğü hesaplaması, Lancaster ve diğerlerinin [15] önerilerine dayanarak, izlenebilirlik testi çalışmalarında yaygın olarak kullanılan 30 katılımcıdan oluşuyordu.

Sonuçlar

Faz 1: UV Kameralarının Laboratuvar Testi

Toplamda 10 katılımcı kaydoldu ve laboratuvar testi aşamasını tamamladı. Katılımcıların çoğunluğu kadındı (8/10, %80) ve katılımcıların %70'i (7/10) çok açık veya açık tenliydi (Multimedya Eki 1'de Tablo S2). Tüm 3 UV kamerası, SPF losyonlarının 2 ve 1 mg/cm

2 konsantrasyonlarında uygulandığında belirgin alanları başarıyla yakaladı. Şekil 1, katılımcıların yüzlerine SPF losyonlarının uygulandığı

alanları göstermekte olup, koyu alanlar SPF losyonlarının varlığını göstermektedir.

DSLR UV kamerası tarafından yakalanan görüntünün kalitesi satın alınan 3 UV kamera arasında en yüksekti, 6000×4000 piksel boyutunda ve 300 dpi (inç başına nokta) çözünürlüğe sahipti. Sunscreenr kamerası tarafından yakalanan görüntü boyutu 1716×1290 piksel ve 72 dpi ve Nurugo SPF kamerası tarafından yakalanan görüntü boyutu 480×640 piksel ve 72 dpi idi. Hem Nurugo SPF hem de Sunscreenr kamerası, gözlemcinin görüntüleri akıllı telefonun küçük ekranında görebileceği yeterli bir görüntü kalitesi sağladı.

10 gönüllüyle, UV kamera cihazlarının duyarlılığı ayrıca 2, 1 ve 0.4 mg/cm² konsantrasyonlarında uygulanan 3 SPF içeren losyon kullanılarak test edildi (Multimedya Eki 1'de Şekil S2). SPF ürününün konsantrasyonu yüksek olduğunda (2 ve 1 mg/cm²; Tablo 1), UV kamera cihazları arasında mükemmel uyum (%100) vardı. Daha düşük 0.4 mg/cm² uygulama kalınlığı daha az kapsam sağlasa da, UV kamera cihazları arasında hala güçlü bir uyum vardı (Tablo 1). Elbette, çeviriyi tamamlıyorum:

Güvenlik Testleri

Prototip ünite yalnızca UV-A ışınları yayıyor ve Brisbane, Avustralya'da öğle güneş ışığının 15 dakikasına eşdeğer 7 saatten fazla sürekli maruz kalma gerektiriyor. Gözlemsel testler ve alan testleri sırasında, UV web kamerası kullanılarak herhangi bir göz veya cilt tahrişi bildirilmedi veya gözlemlenmedi. UV web kamerasının 2 ve 4 saatlik sürekli kullanım sonrası sıcaklığı sırasıyla 37.1°C ve 37.7°C idi.

Alan Testleri

UV web kamerası her gün veri kaydetti ve plaj konumunda (Multimedya Eki 1'de Şekil S6) konuşlandırılma sırasında 233 kez kullanıldı. UV radyasyonu maruziyet seviyesi sürekli olarak yüksekti ve alan testleri sırasında her gün 56 SED'den 70 SED'ye kadar değişen günlük SED'lerle güneş koruyucu gerektiriyordu (Multimedya Eki 1'de Tablo S3 ve Şekil S7). UV indeksi seviyesi alan testleri sırasında her gün 3'ün üzerindeydi ve gündüz yağışı kaydedilmedi (Multimedya Eki 1'de Tablo S3). Ortalama günlük maksimum sıcaklık, alan testleri sırasında 27.6°C idi (18.9-30 aralığında) (Multimedya Eki 1'de Tablo S3).

UV web kamerasının konuşlandırıldığı 7 günlük süre boyunca kullanıcılardan herhangi bir şikayet, olumsuz olay veya endişe

bildirilmedi. UV web kamerası, USB bağlantısı aracılığıyla çalışmak için yeterli güce sahipti ve ekran monitörü 240 volt güç kaynağı gerektiriyordu.

Tartışma

Temel Bulgular

Çalışmamız, UV fotoğrafçılığını bir güneş koruma eğitim yaklaşımı olarak inceledi. Toplamda 3 UV kamera sistemi test edildi ve tüm cihazlar SPF 15 ila 50+ kimyasal güneş kremlerinin, nemlendiricilerin ve kozmetik ürünlerinin uygulanmasını tespit etti. UV kamera cihazlarının duyarlılığı, 2 ve 1 mg/cm² konsantrasyonlarında uygulanan SPF içeren ürünlerin net bir şekilde görünür olduğunu ve 0.4 mg/cm² konsantrasyonunda uygulanan ürünlerin daha düşük düzeyde kapsama sahip olduğunu gösterdi. Bu çalışma, katılımcıların UV fotoğrafçılığının kişiselleştirilmiş geri bildirim yaklaşımı ile etkileşimde olduğunu ve büyük bir ekrana bağlı UV web kamerasının plaj ziyaretçileri tarafından kullanıldığını gösterdi. Ancak, 5'ten 3'ü UV fotoğrafçılığıyla görünmeyen 5 renkli SPF ürününün, titanyum dioksit ve çinko oksitlerin değişken miktarları nedeniyle algılanmadığı belirlendi. Biz, kimyasal güneş kremleri ve nemlendiriciler gibi saydam güneş koruma losyonları için UV fotoğrafçılığının kullanımını öneriyoruz ve UV fotoğrafçılığının renkli ürünler için daha az güvenilir olduğunu bulduk. Güneş kremleri ve SPF içeren nemlendiriciler veya kozmetik ürünleri güneş koruması için yaygın olarak kullanılır. Avustralya'da, 40.000'den fazla katılımcının yer aldığı bir kohort çalışması, katılımcıların %40'ının düzenli olarak yüzlerine güneş kremi veya SPF içeren kozmetik ürünleri kullandığını bildirmiştir [16]. Bir tatil plajında genç yetişkinler, günlük güneş kremi kullanımı konusunda yüksek oranlar bildirmişlerdir (166/188, %88.3) ve güneş yanığı olan çoğu katılımcı aynı zamanda güneş kremi uyguladıklarını bildirmiştir [17]. Ayrıca, hem yetişkinlerin hem de çocukların önerilenin çok daha azında güneş kremi uyguladığını gösteren veriler de bulunmaktadır, bu da daha az korunmaya neden olmaktadır [18,19]. SPF içeren losyonların etkinliği, uygulama kalınlığına, tüm güneşe maruz kalan cildin kaplanmasına ve düzenli olarak yeniden uygulanmasına bağlıdır [20]. Faz 2'de, SPF ürünlerinin öğleden sonra, sabah saatlerindeki fotoğraf seansına göre yüzde daha az kapsama sahip olduğunu bulduk. Burada, UV fotoğrafçılığının güneş kremi yeniden uygulanma ihtiyacını görselleştirmek için pratik, beğenilen bir yöntem olduğunu gösterdik ve çoğu katılımcının gelecekte tekrar teknolojiyi kullanacaklarını belirttik. Avustralya'da güneşe maruz kalmadan kaynaklanan 7220 melanom vakası tahmin edilmekte olup, etkili güneş kremi kullanımı bu yükü

azaltabilir ve UV fotoğrafçılığı kullanan sağlık müdahaleleri önemli iyileştirme fırsatları sunmaktadır [21].

Güneş kremi uygulamasını iyileştirmek için stratejiler önemlidir, çünkü bir

uygulamanın ardından tüm yüzün veya vücudun korunduğuna inanma düşüncesi UV maruziyetini artırabilir [22]. UV fotoğrafçılığı kullanarak yapılan önceki araştırmalar, bireylerin güneş kremi vücudun tamamına eşit şekilde uygulamadığını bulmuştur [18]. Toplam 52 katılımcıya tüm vücutlarına güneş kremi uygulaması istendiğinde, araştırmacılar güneş kremi uygulamasının vücudun ön tarafında arka tarafa göre daha iyi olduğunu ve kadınların erkeklere göre cildini daha iyi kapladığını bulmuştur [18]. UV fotoğrafçılığı, kaçırılan alanlar hakkında kişiselleştirilmiş geri bildirim sağlayarak güneş kreminin uygulanmasına yardımcı olabilir ve yeniden uygulamanın gerekip gerekmediğini ortaya koyabilir.

Biz bir UV web kamerası cihazı geliştirdik ve yüksek UV ortamında kullanıldığında, haftalık alan testleri sırasında plaj ziyaretçileri tarafından kullanıldığını bulduk. UV web kamerası cihazını plaj ortamında konuşlandırmayı seçtik çünkü bu ortamlarda yüksek oranlarda güneş yanığı görülmektedir. Queensland'de, çocukların %45'i önceki 12 ay içinde güneş yanığı bildirmiş ve bu güneş yanıklarının %69'u su temelli etkinlikler sırasında olmuştur [8]. Gelecekteki araştırmalar, UV web kamerasından kişiselleştirilmiş geri bildirim aldıktan sonra plaj ziyaretçilerinin güneş kremi uygulamasını geliştirip geliştirmediğini ve bu teknolojinin güneş yanığını azaltmada ne gibi etkileri olabileceğini inceleyebilir. Önceki araştırmalar, çevresel bağlamda davranışları etkileyen ekolojik anlık sağlık müdahalelerinin faydalarını göstermiştir [23].

Güneş koruyucu uygulamanın yanı sıra UV fotoğraflık görüntüleme, güneş yatağı kullanıcılarında [24] ve genç yetişkinlerde [25,26] güneşin bireyin görünümü üzerindeki olumsuz etkilerini vurgulayarak cilt hasarını değerlendirmek ve davranış değişikliğini teşvik etmek için faydalı bir araç olarak gösterilmiştir. Batı Avustralya Kanser Konseyi'nin son zamanlardaki stratejileri, güneş hasarı farkındalığı yaratmak için UV kamera görüntülemesini içermektedir [27]. UV fotoğrafçılığı değerli bir halk sağlığı tanıtım aracıdır ve aynı zamanda araştırma ortamında kullanımı kolay bir yöntemdir. Güneş koruyucu uygulamanın değerlendirilmesi için diğer metodolojiler arasında bant çıkarma, vücut

bölgelerini silme ve floresan spektroskopi kullanarak numunelerin laboratuvar işleme yer alır ve bu yöntemler zahmetli ve zaman alıcı olabilir.

UV fotoğrafçılık görüntülemenin bir sınırlaması, titanyum dioksit veya çinko oksit gibi fiziksel blokerler içeren SPF losyonlarının kullanılmasıdır, bu maddeler algılanmaz. Bazı renkli fondötenler titanyum dioksit içerir ancak belirtilen SPF derecesine ulaşmak için ek kimyasal filtreler kullanır; ancak bu kombinasyon kozmetik ürünleri testte iyi performans göstermedi, 5 ürünün 3'ü UV fotoğrafçılığı tarafından algılanmadı. Bu çalışmanın sınırlamaları arasında seçim önyargısı bulunmaktadır, çünkü gözlemsel çalışmadaki katılımcılar uygunluk örnekleme kullanılarak alınmıştır ve rastgele örnekleme yöntemi kullanılmamıştır. Faz 1 ve 2 katılımcıları çoğunlukla kadındı ve dolayısıyla genel nüfusu temsil etmeyebilir. Faz 2'de, çalışma koşulları altında katılımcılar gerçek hayattan daha dikkatli olabilir ve SPF losyonlarını daha dikkatli uygulamış olabilir. Faz 3'te, katılımcıların bildirdiği güneş yanıklarını veya davranış değişikliklerini yakalamadık.