



# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

## ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

### ΤΟΜΕΑΣ ΑΙΣΘΗΤΙΚΗΣ & ΚΟΣΜΗΤΟΛΟΓΙΑΣ

#### « ΨΗΦΙΑΚΗ ΓΗΡΑΝΣΗ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΣΤΟΝ ΣΥΓΧΡΟΝΟ ΤΡΟΠΟ ΖΩΗΣ »

(DIGITAL AGING AND METHODS OF TREATMENT IN MODERN LIFESTYLE)



Φραντσέσκα Μάρκου

A.M: 19678363

Επιβλέπων Καθηγητής: Σπύρος Παπαγεωργίου, Επίκουρος Καθηγητής.

Αθήνα, 2024



**University of West Attica**  
**DEPARTMENT OF BIOMEDICAL SCIENCES**

**FIELD OF AESTHETICS AND COSMETOLOGY**

**«DIGITAL AGING AND METHODS OF TREATMENT IN  
MODERN LIFESTYLE»**



Franceska Marku

A.M: 19678363

Supervising professor: Spyros Papageorgiou, Assistant Professor.

Athens, 2024

## ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΞΕΤΑΣΗΣ

Ημερομηνία εξέτασης: 29.02.2024


	<i>Ονόματα εξεταστών</i>	<i>Υπογραφή</i>
<i>1<sup>ος</sup> εξεταστής</i>	Κα Αθανασία Βαρβαρέσου	
<i>2<sup>ος</sup> εξεταστής</i>	Κα Φωτεινή Μέλλου	
<i>3<sup>ος</sup> εξεταστής</i>	Κος Σπύρος Παπαγεωργίου	

## Δήλωση συγγραφέα προπτυχιακής διπλωματικής εργασίας

Η κάτωθι υπογραμμένη Φραντσέσκα Μάρκου του Kujtim, με αριθμό μητρώου 19678363 φοιτήτρια του Τμήματος Βιοϊατρικών Επιστημών της Σχολής Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι: «Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολο τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας, τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου.

Όνομα(τα) φοιτητή(των)  
Φραντσέσκα Μάρκου

Υπογραφή φοιτητή(των)



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Σπύρο Παπαγεωργίου για την πολύτιμη καθοδήγηση και εμπιστοσύνη κατά την διάρκεια της συγγραφής αυτής της εργασίας. Επιπλέον τους καθηγητές του εργαστηρίου Κοσμητολογίας για την αφοσίωση τους στο λειτούργημα της διδασκαλίας.

Επίσης ευχαριστώ και την οικογένεια μου που με στήριξαν και ήταν δίπλα μου καθ' όλη την ακαδημαϊκή μου πορεία.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>Περίληψη</b> .....	<b>8</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>9</b>
<b>Εισαγωγή</b> .....	<b>10</b>
<b>Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή στη γήρανση</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1 Δέρμα</b> .....	<b>12</b>
1.1.1 Χρονογήρανση.....	13
1.1.2 Φωτογήρανση.....	14
1.1.3 Ελεύθερες ρίζες και οξειδωτικό στρες.....	16
<b>1.2 Ψηφιακή γήρανση</b> .....	<b>17</b>
1.2.1 Μπλε φως / Blue light.....	18
1.2.2 Μηχανισμός δράσης μπλε φωτός.....	19
1.2.3 Πλεονεκτήματα του Blue Light.....	21
1.2.4 Μειονεκτήματα του Blue Light.....	22
1.2.5 Επιπτώσεις στο σώμα.....	23
<b>1.3 Επιπτώσεις στο δέρμα</b> .....	<b>24</b>
1.3.1 Πως μπορεί το μπλε φως να βλάψει το δέρμα.....	26
<b>Κεφάλαιο 2: Δραστικά συστατικά κατά του blue light</b> .....	<b>27</b>
<b>2.1 Εισαγωγή</b> .....	<b>27</b>
<b>2.2 Melissa officinalis (company Cosmetics)</b> .....	<b>28</b>
2.2.1 Μηχανισμός δράσης.....	28
2.2.2 In-vitro δοκιμασίες αποτελεσματικότητας.....	29
<b>2.3 Blumilight™ Biofunctional (Company Asland)</b> .....	<b>30</b>
<b>INCI Name: Water, Butylene Glycol, Theobroma Cacao (Cocoa) Seed Extract</b> .....	<b>30</b>
2.3.1 Εισαγωγή.....	30
2.3.2 In-vitro δοκιμασίες αποτελεσματικότητας / blue light stress.....	30
2.3.3 Ex-vivo δοκιμασίες αποτελεσματικότητας / Βιοδείκτες γήρανσης.....	31
2.3.4 Ρυτίδες του δέρματος.....	31
<b>2.4 Ectoin® natural (company bitop)</b> .....	<b>32</b>
<b>INCI (EU/PCPC) Declaration: Ectoin</b> .....	<b>32</b>
<b>2.4.1 Εισαγωγή</b> .....	<b>32</b>
2.4.2 Ex-vivo δοκιμασίες αποτελεσματικότητας.....	33
<b>2.5 Arctalis™ (company LIPOTRUE)</b> .....	<b>34</b>
<b>INCI name of the active ingredient: Pseudoalteromonas ferment extract</b> .....	<b>34</b>
<b>2.6 IBR-URBIOTECT™ (company LucasMeyer Cosmetics)</b> .....	<b>35</b>
<b>INCI: Glycerin, Water and Inula Helenium extract</b> .....	<b>35</b>
2.6.1 Μηχανισμός Δράσης.....	36
2.6.2 In-vitro δοκιμασίες αποτελεσματικότητας.....	36
<b>Κεφάλαιο 3: Τρόποι αντιμετώπισης</b> .....	<b>37</b>
<b>3.1 Αντιηλιακά - Εισαγωγή</b> .....	<b>37</b>
<b>3.2 Ταξινόμηση αντιηλιακών παραγόντων</b> .....	<b>38</b>
3.2.1 Οργανικά φίλτρα UV.....	40

3.2.2 Ανόργανα φίλτρα UV .....	41
3.2.3 Υβριδικά φίλτρα UV (Οργανικοί/Ανόργανοι παράγοντες) .....	42
<b>3.3 Αντηλιακό με αντιοξειδωτικά και αντιγήρανση .....</b>	<b>43</b>
<b>3.4 Αντηλιακό κατά του μπλε φωτός.....</b>	<b>43</b>
<b>3.5 Αντιοξειδωτικά .....</b>	<b>44</b>
<b>3.6 Διαφορετικές προσεγγίσεις για προστασία από το μπλε φως .....</b>	<b>45</b>
<b>3.7 Ο ρόλος των καλλυντικών και των ενεργών συστατικών τους στην προστασία του μπλε φωτός. ....</b>	<b>45</b>
<b>3.8 Επισκόπηση των καλλυντικών που κυκλοφορούν στην αγορά για την προστασία από το μπλε φως. ....</b>	<b>47</b>
.....	49
.....	49
<b>Συμπεράσματα .....</b>	<b>49</b>
<b>BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>50</b>

## Περίληψη

Στο σύγχρονο και διαρκώς εξελισσόμενο τρόπο ζωής οι ψηφιακές τεχνολογίες έχουν γίνει αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινής μας ύπαρξης, αλλάζοντας ένα μεγάλο κομμάτι στον τρόπο επικοινωνίας, εργασίας και ψυχαγωγίας. Ωστόσο, αυτή η τεχνολογική επανάσταση, έχει φέρει στο προσκήνιο του πληθυσμού την ανησυχία της ψηφιακής γήρανσης. Αν και το μπλε φως είναι παρόν στη ζωή μας εδώ και δεκαετίες, αυτός ο τύπος ορατού φωτός έχει γίνει πρόσφατα θέμα σημαντικού ενδιαφέροντος καθώς μεταβαίνουμε σε μεγαλύτερο ποσοστό του χρόνου μας μπροστά σε συσκευές εκπομπής φωτός. Το μπλε φως είναι πρακτικά ένα ορατό φως υψηλής ενέργειας (HEV) που εκπέμπεται από οθόνες ψηφιακών συσκευών και έχει μήκος κύματος περίπου 390 έως 500 nm. Αυτά τα φώτα έχουν υψηλότερη δυνατότητα διείσδυσης στα στρώματα του δέρματος σε σύγκριση με τα υπεριώδη φώτα και προκαλούν βλάβες στις τοπικές επιφάνειες προκαλώντας οξειδωτικό στρες μέσω αντιδραστικών ειδών οξυγόνου (ROS) και αντιδραστικών ειδών αζώτου (RNS). Η έκθεση και η επιβλαβής επίδραση των μπλε φωτών μπορούν να αποφευχθούν ή να μειωθούν χρησιμοποιώντας διάφορα καλλυντικά και συστατικά όπως αντιοξειδωτικά, απορροφητές μπλε φωτός που βοηθούν στην καταπολέμηση της παραγωγής ελεύθερων ριζών στο δέρμα. Το μπλε φως μπορεί να προκαλέσει την παραγωγή αντιδραστικών ειδών οξυγόνου (ROS) στο δέρμα, οδηγώντας σε οξειδωτικό στρες, βλάβη του DNA, διαταραχή της παραγωγής κολλαγόνου και ελαστίνης, που όλα αυτά συμβάλλουν στη πρόωρη γήρανση. Η αντιμετώπιση των προκλήσεων της ψηφιακής γήρανσης απαιτεί μια πολύπλευρη προσέγγιση που να ευθυγραμμίζεται με τις σύγχρονες πρακτικές του τρόπου ζωής. Τα διαλείμματα από τη χρήση της οθόνης, εμφανίζονται ως ένα πρακτικό μέσο για τον μετριασμό των επιπτώσεων της συνεχούς έκθεσης στο μπλε φως. Επιπλέον, η υιοθέτηση εξειδικευμένων ρουτινών περιποίησης δέρματος προσαρμοσμένων στην εξουδετέρωση των ειδικών επιπτώσεων της ψηφιακής γήρανσης. Οι σύγχρονες λύσεις περιποίησης της επιδερμίδας διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη διαχείριση της ψηφιακής γήρανσης. Οι πλούσιες σε αντιοξειδωτικά σκευάσματα, που εφαρμόζονται τοπικά, έχουν αποδείξει αποτελεσματικότητα στην εξουδετέρωση των ελεύθερων ριζών που δημιουργούνται από το μπλε φως. Τα προϊόντα περιποίησης δέρματος που ενσωματώνουν πεπτιδία και αυξητικούς παράγοντες έχουν σχεδιαστεί για να υποστηρίζουν την παραγωγή κολλαγόνου και να διατηρούν την ελαστικότητα του δέρματος. Αυτές οι προσεγγίσεις συνδυάζουν τις τεχνολογικές εξελίξεις με πρακτικές τροποποιήσεις στον τρόπο ζωής, διασφαλίζοντας ότι τα άτομα μπορούν να περιηγηθούν στην ψηφιακή εποχή διατηρώντας παράλληλα την υγεία και την εμφάνιση του δέρματός τους. Καθώς οι ψηφιακές τεχνολογίες συνεχίζουν να εξελίσσονται, η κατανόηση και η εφαρμογή αποτελεσματικών στρατηγικών για την καταπολέμηση των επιπτώσεων της ψηφιακής γήρανσης καθίστανται υψίστης σημασίας για την προώθηση της ευεξίας του δέρματος στη σύγχρονη εποχή.

**Λέξεις κλειδιά: μπλε φως, ψηφιακή γήρανση, οξειδωτικό στρες, τεχνολογία, επιδερμίδα, πρόωρη γήρανση**



## Abstract

In the modern and constantly evolving lifestyle, digital technologies have become an integral part of our daily existence, changing a large part of the way we communicate, work and play. Although blue light has been present in our lives for decades, this visible light has recently become a topic of considerable interest as we spend more of our time in front of light-emitting devices. Blue light is practically a high-energy visible light (HEV) emitted by digital device displays around 390 to 500 nm in wavelength. These lights have a greater ability to penetrate the layers of the skin compared to UV lights and cause damage to local surfaces by causing oxidative stress through reactive oxygen species (ROS) and reactive nitrogen species (RNS). Exposure and the harmful effect of blue lights can be avoided or reduced by using various cosmetics and ingredients such as antioxidants, blue light-producing ingredients that help fight free radicals in the skin. Blue light can cause the production of reactive oxygen species (ROS) in the skin, leading to oxidative stress, DNA damage, disruption of collagen and elastin production, all of which contribute to premature aging. Addressing the challenges of digital aging requires a multifaceted approach that aligns with modern lifestyle practices. Screen breaks appear to be a practical means of mitigating the effects of continuous blue light exposure. In addition, the adoption of specific skin care routines adapted to the neutralization of the specific effects of digital aging. Modern skin care solutions play a critical role in managing digital aging. Antioxidant-rich formulations applied topically have proven effective in neutralizing blue light-induced free radicals. Skin care products incorporating peptides and growth factors are designed to support collagen production and maintain skin elasticity, helping to make skin more resilient to digital challenges. These approaches combine technological changes with practical lifestyle modifications, ensuring that individuals can navigate the digital age while maintaining the health and appearance of their skin. As digital technologies continue to evolve, understanding and implementing effective strategies to combat the effects of digital aging become paramount to promoting skin wellness in the modern age.

**Keywords: blue light, digital aging, oxidative stress, technology, skin, premature aging**

## Εισαγωγή

Η τεχνολογία είναι αυτή που πλέον καθοδηγεί τον σύγχρονο τρόπο ζωής καθώς πλοηγούμαστε στην ψηφιακή εποχή και για αυτό έχει γίνει αναπόσπαστο μέρος της καθημερινής μας ύπαρξης η διάχυτη χρήση ηλεκτρονικών συσκευών. Οδηγούμαστε σε μια εποχή όπου αναδύεται μια νέα διάσταση, το φαινόμενο της ψηφιακής γήρανσης. Η γήρανση στον άνθρωπο είναι μια πολύπλοκη διαδικασία που συμμετάσχουν κληρονομικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες. Η δερματική γήρανση επηρεάζεται ταυτόχρονα κλινικά και βιολογικά. Το πρώτο είναι η ενδογενής (φυσιολογική) γήρανση, το λεγόμενο «βιολογικό ρολόι» το οποίο επηρεάζει το δέρμα με τον ίδιο τρόπο που επηρεάζει όλα τα εσωτερικά όργανα. [1] Η δεύτερη αποτελεί την εξωγενής δερματική γήρανση όπου επηρεάζουν κύριοι παράγοντες όπως η ψηφιακή γήρανση, το μπλε φως, η φωτογήρανση, ελεύθερες ρίζες και antipollution.

Ένας από τους κύριους παράγοντες που εμπλέκονται στην ψηφιακή γήρανση είναι το μπλε φως (blue light) που εκπέμπεται από οθόνες smartphone, tablet και υπολογιστές. Με την αυξανόμενη εξάρτηση από αυτές τις συσκευές για εργασία, ψυχαγωγία και επικοινωνία, η έκθεσή μας στο μπλε φως έχει γίνει άνευ προηγουμένου.

Σήμερα όλοι είναι πιο εξοικειωμένοι με την λέξη «ψηφιακή γήρανση», η οποία υποδηλώνει την πρόωρη γήρανση του δέρματος κατά την έκθεση σε επιβλαβείς, μπλε ακτίνες που εκπέμπονται είτε από τον ήλιο είτε κυρίως από τα ψηφιακά μας gadget. Αυτές οι συσκευές χαρακτηρίζονται γρήγορα ως αργοί παλαιοί για νέους «τεχνικούς» που ξοδεύουν ώρες στραμμένες προς τις οθόνες. [2] Ο όρος «ψηφιακή γήρανση» υφίσταται μετασχηματισμό της σημασίας του, καθώς η τεχνολογία προχωρά και εισάγει νέες προοπτικές και στοχεύει να αποσαφηνίσει πως η συνεχής εξέλιξη των ηλεκτρονικών συσκευών και του ψηφιακού περιβάλλοντος συμβάλλει σε αυτή την έννοια.

Πρακτικά, είμαστε εκτεθειμένοι σε αυτό το μπλε φως περισσότερο από συσκευές παρά από τον ίδιο τον ήλιο διότι διαπιστώθηκε ότι πολλοί άνθρωποι ξοδεύουν κατά μέσο όρο τέσσερις έως πέντε ώρες στα smartphones για διάφορους λόγους. Αυτό αναφέρεται στην αναστρέψιμη βλάβη του δέρματος που προκαλείται από τα ορατά φώτα που διεισδύουν βαθιά, δηλαδή το μπλε φως που προέρχεται κατευθείαν από τις οθόνες της συσκευής.

Τα καθιερωμένα αποτελέσματα του μπλε φωτός στο δέρμα περιλαμβάνουν το οξειδωτικό στρες και την αυξημένη μελάγχρωση. Διάφορες μελέτες έχουν αποδείξει το σχηματισμό αντιδραστικών ειδών οξυγόνου (ROS) κατά την ακτινοβολία με ορατό φως. Σήμερα, είναι καλά τεκμηριωμένο ότι η ακτινοβολία με μπλε φως προκαλεί υπερμελάγχρωση στο δέρμα, [3] η οποία είναι ορατό σημάδι φωτογήρανσης ή/και κηλίδων. [4]

Η επίδραση του φωτός στο δέρμα έχει και θεραπευτικές ενδείξεις. Οι ψηφιακές οθόνες είναι από τις πιο πρόσφατες μεθόδους θεραπείας με μη θερμικό φως που μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι δερματολόγοι. Τα LED εκπέμπουν επίσης σημαντική ποσότητα μπλε φωτός, με θετικές και αρνητικές επιπτώσεις στο σώμα και το δέρμα. [5]

Η ατμόσφαιρα και το περιβάλλον μας γίνονται όλο και πιο τοξικά με επιβλαβείς χημικές ουσίες και ακτινοβολία που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα καθημερινά. Η αστική ρύπανση είναι επιβλαβής για το δέρμα. Αποδυναμώνει τον φραγμό του δέρματος, επιταχύνει την απόκριση της φλεγμονής και αυξάνει τη μελάγχρωση που οδηγεί σε πρόωρη γήρανση, ξηρότητα, ρυτίδες και χαλάρωση, απώλεια ελαστικότητας και ερεθισμό.

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή στη γήρανση

### 1.1 Δέρμα

Το δέρμα είναι το μεγαλύτερο όργανο του σώματος μας και καλύπτει όλη την εξωτερική επιφάνεια του. Είναι μια λειτουργική και ιδιαίτερα ελαστική μεμβράνη, που καλύπτει το ανθρώπινο σώμα και το προστατεύει από τυχόν μηχανικούς ή χημικούς ερεθισμούς. Καλύπτεται σε όλη του την έκταση από τρίχες εκτός από κάποιες περιοχές όπως οι παλάμες, τα πέλματα, η καμπτική επιφάνεια των δαχτύλων, η ραχιαία επιφάνεια της ονυχοφόρου φάλαγγας των δαχτύλων, το πέος, τα μικρά χείλη και η εσωτερική επιφάνεια των χειλών του αιδίου.

Ανατομικά αποτελείται, από έξω προς τα μέσα, από την επιδερμίδα, το χόριο ή δερμίδα και τον υποδόριο λιπώδη ιστό ή υποδερμίδα. Η δομή και η λειτουργία των στιβάδων αυτών ποικίλουν ανάλογα με την ηλικία, το φύλο, τη φυλή και την ανατομική εντόπιση τους. Ανάλογα με το σημείο που εντοπίζονται στο σώμα, το δέρμα διακρίνεται σε λεπτό (έντριχο) και παχύ (άτριχο)

Παρόλα αυτά, το δέρμα σταδιακά γερνάει και χάνει την ελαστικότητά του εξαιτίας διαφόρων εξωτερικών παραγόντων. Οι εξειδικευμένες λειτουργίες του είναι η προστασία από εξωτερικούς επιβλαβείς παράγοντες, η δράση σαν μηχανικός φραγμός στην είσοδο μικροοργανισμών, η θερμορύθμιση, η διατήρηση του ισοζυγίου των υγρών και ηλεκτρολυτών του σώματος, η εξυπηρέτηση των αισθήσεων της αφής, πίεσης, πόνου και θερμού-ψυχρού, η απορρόφηση της ακτινοβολίας, ο μεταβολισμός της βιταμίνης D και η έκκριση λιπιδίων. [8]

Η γήρανση του δέρματος, η οποία συνίσταται στη φωτογήρανση και την εγγενή γήρανση, χαρακτηρίζεται κλινικά από ρυτίδες, αλλοιώσεις της χρωστικής, λέπτυνση του δέρματος και τελαγγειεκτασίες. [9] Κατά την διαδικασία της γήρανσης, το δέρμα στη δομική του σταθερότητα υφίσταται τροποποιήσεις, που σχετίζονται με το γενετικό υπόβαθρο και την έκθεση στο ηλιακό φως και την υπεριώδη ακτινοβολία.

Η ενδογενής γήρανση σχετίζεται επίσης με τη γενετική του ατόμου και προχωρά με διαφορετικούς ρυθμούς σε όλους τους οργανισμούς, λόγω της συσσώρευσης αντιδραστικών ειδών οξυγόνου (ROS), ιδιαίτερα, ενός υποπροϊόντος του κυτταρικού μεταβολισμού, που προκαλεί βλάβη σε κρίσιμα κυτταρικά συστατικά. όπως το δεοξυριβονουκλεϊκό οξύ (DNA), τα ένζυμα και οι μεμβράνες. Μεγαλώνοντας, εμφανίζεται η φυσική απώλεια του λιπώδους ιστού και η μείωση της πυκνότητας των οστών. Το δέρμα λεπταίνει περίπου 20% και με αυτή τη διαδικασία το στρώμα της επιδερμίδας αρχίζει επίσης να γίνεται πιο λεπτό. Η διαδικασία ανανέωσης των κυττάρων μειώνεται οδηγώντας στη συγκέντρωση νεκρών κυττάρων και στη θαμπή όψη της επιδερμίδας. Καθώς η παραγωγή κολλαγόνου, ελαστίνης και των

γλυκοζαμινογλυκανών μειώνεται χάνεται και η ελαστικότητα της επιδερμίδας. Οι ελαστικές ίνες μπορούν να δημιουργήσουν κενά τα οποία οδηγούν στην απώλεια της ελαστικής. Οι ενδογενείς παράγοντες ενοχοποιούνται για το 15% της διαδικασίας γήρανσης.

Επιπλέον, εξωτερικοί παράγοντες παίζουν ρόλο στη γήρανση του δέρματός μας. Για παράδειγμα, οι υπεριώδεις ακτίνες του ήλιου (UV) συμμετέχουν ενεργά στην αλλαγή του κυτταρικού DNA, οδηγώντας σε αθροιστική βλάβη που επιδεινώνει τη φυσική διαδικασία γήρανσης με την πάροδο του χρόνου. Ο καπνός του τσιγάρου, η ρύπανση, η ανεπαρκής διατροφή, η υπερβολική κατανάλωση αλκοόλ και η υπερκατανάλωση τροφής είναι πρόσθετα εξωτερικά στοιχεία που μπορούν να επιταχύνουν τις εγγενείς διαδικασίες γήρανσης. Με μια αξιοσημείωτη αύξηση στον πληθυσμό των ηλικιωμένων, ο αντίκτυπος των σημείων και συμπτωμάτων που σχετίζονται με τη γήρανση του δέρματος γίνεται όλο και πιο σημαντικός στη σημερινή κοινωνία. Ανάλογα με τη σοβαρότητα των θεραπεύσιμων προβλημάτων του δέρματος, επηρεάζεται η ποιότητα ζωής.

Είναι επίσης ζωτικής σημασίας για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας και την παραγωγή βιταμινών και οι αισθητηριακές του ικανότητες μας βοηθούν να αλληλεπιδρούμε με το περιβάλλον. Η κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την υγεία του δέρματος βελτιώνεται σταθερά. Μερικές από τις πιο κρυφές προσβολές του δέρματος εντοπίζονται στο περιβάλλον: η υπεριώδης ακτινοβολία, η ατμοσφαιρική ρύπανση και τα φυτοφάρμακα μπορούν να απορροφηθούν από το δέρμα, όπου προκαλούν καταστάσεις που κυμαίνονται από ερεθισμό έως καρκίνο.

Οι επιστήμονες υλικών δημιουργούν ηλεκτρονικά δέρματα που θα μπορούσαν να είναι χρήσιμα για την παρακολούθηση των ζωτικών σημείων των ασθενών ή την κατασκευή βελτιωμένων προσθετικών άκρων

Η επίδραση της γήρανσης στην επιδερμίδα ελέγχεται από την ισορροπία μεταξύ εξωγενών και ενδογενών παραγόντων στο δέρμα. Οι μεγαλύτερες αλλαγές που επηρεάζουν την επιδερμίδα φαίνονται στο βασικό έλασμα, το οποίο γίνεται πιο λεπτό. Το ενδογενές γερασμένο δέρμα συχνά εμφανίζει μειωμένη κυτταρική ικανότητα πολλαπλασιασμού στο βασικό έλασμα.

Η κεράτινη στιβάδα επηρεάζεται κυρίως από την υπεριώδη ακτινοβολία. Αυτό παρεμβαίνει στη φυσιολογική κυτταρική αποβολή και, ως εκ τούτου, μειώνει τον κύκλο εργασιών των επιδερμικών κυττάρων.

### 1.1.1 Χρονογήρανση

Αγκαλιάζοντας το πέρασμα του χρόνου, η εγγενής γήρανση ή αυτό που συνήθως γνωρίζουμε ως χρονολογική γήρανση, ξετυλίγεται ως ένας σταδιακός βιοχημικός χορός ενάντια στα χρόνια. Αυτή η φυσική διαδικασία χαράζει το σημάδι της στο δέρμα μας με διακριτικές κηλίδες, λείες υφές, πιο χλωμή επιδερμίδα και λεπτές ρυτίδες, που συνοδεύονται από απαλή απώλεια ελαστικότητας και αυξημένη

ξηρότητα. Συχνά, είναι ένα κοινό ταξίδι με τους ηλικιωμένους, όπου η γενετική και οι ορμόνες παίζουν κεντρικό ρόλο στη διαμόρφωση αυτής της εξελισσόμενης αφήγησης του χρόνου. Αυτό το ταξίδι γήρανσης, ωστόσο, δεν είναι μια ομοιόμορφη εμπειρία, αλλά μάλλον μια μοναδική ιστορία που αφηγείται σε διαφορετικούς πληθυσμούς, άτομα, εθνότητες και διάφορα μέρη του σώματός μας. Η βιολογική γήρανση χαρακτηρίζεται από προοδευτικές αλλαγές ηλικίας στο μεταβολισμό και τις φυσικοχημικές ιδιότητες των κυττάρων, που οδηγούν σε εξασθενημένη αυτορρύθμιση, αναγέννηση και σε δομικές αλλαγές και λειτουργικούς ιστούς και όργανα. Είναι μια φυσική και μη αναστρέψιμη διαδικασία που μπορεί να λειτουργήσει ως επιτυχής γήρανση, τυπική ή παθολογική. Οι βιολογικές αλλαγές που συμβαίνουν με την ηλικία στο ανθρώπινο σώμα επηρεάζουν τη διάθεση, τη στάση απέναντι στο περιβάλλον, τη φυσική κατάσταση και την κοινωνική δραστηριότητα και προσδιορίζουν τη θέση των ηλικιωμένων στην οικογένεια και την κοινωνία. Η ψυχική γήρανση αναφέρεται στην ευαισθητοποίηση του ανθρώπου και στην προσαρμοστικότητά του στη διαδικασία της γήρανσης.

Το άγχος, μια τρομερή δύναμη που επικεντρώνεται στον φλοιό, αναδύεται ως ο πρωταγωνιστής στο έπος της γήρανσης του δέρματος. Τα αυξημένα επίπεδα κορτιζόλης, που συνδέονται με τη διαδικασία της γήρανσης, συνθέτουν μια περίπλοκη ιστορία για αυξημένο ψυχοκοινωνικό στρες, μειωμένη γνωστική απόδοση και διατροφικές ανισορροπίες που επηρεάζουν τις λειτουργίες μνήμης του εγκεφάλου μας, θυμίζοντας τον ιππόκαμπο. Στο αποκορύφωμά της, η αθροιστική δράση των κορτικοστεροειδών μπορεί να επηρεάσει ζωτικές πρωτεΐνες στην εξωκυτταρική μήτρα, προκαλώντας τη διάσπαση του κολλαγόνου, των πρωτεογλυκανών και της ελαστίνης. Οι βασικοί παράγοντες που συμβάλλουν στη μείωση της ικανότητας κυτταρικού πολλαπλασιασμού περιλαμβάνουν τη βλάβη του DNA και τη στειρότητα των τελομερών, που σηματοδοτούν τα κομβικά κεφάλαια στην περίπλοκη ιστορία της γήρανσης σε κυτταρικό επίπεδο. [11]

### 1.1.2 Φωτογήρανση

Η φωτογήρανση, γνωστή και ως εξωγενής γήρανση, συνίσταται σε πρόωρες δερματικές αλλαγές δευτερογενείς σε βλάβες που προκαλούνται από τη χρόνια έκθεση στον ήλιο. Αυτή η ανασκόπηση υπογραμμίζει την επιδημιολογία, την παθογένεια, τα κλινικά και παθολογικά χαρακτηριστικά της φωτογήρανσης. Η υπεριώδης ακτινοβολία είναι ο κεντρικός μοχλός της φωτογήρανσης. Ωστόσο, υπάρχουν αυξανόμενες ενδείξεις ότι άλλοι περιβαλλοντικοί παράγοντες - συμπεριλαμβανομένης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και του ορατού/υπερύθρου φωτός - παίζουν επίσης βασικό ρόλο. Επιπλέον, νεότερη έρευνα δείχνει ότι ο φωτότυπος του δέρματος, η εθνικότητα και το φύλο μπορούν να μεσολαβήσουν διαφορετικά στη διαδικασία της φωτογήρανσης. [12]

Η συνεχής έκθεση στον ήλιο, χωρίς αντηλιακή προστασία, μπορεί να θεωρηθεί ως ο κύριος παράγοντας που οδηγεί στην εξωγενή γήρανση. Αυτός ο τύπος γήρανσης είναι γνωστός ως φωτογήρανση. Το φως του ηλίου διασπά το κολλαγόνο πιο γρήγορα από την κανονική βιολογική και παρατηρείται ηλιακή ελάστωση στους ιστούς σε δέρματα με φωτογήρανση, η οποία αντικαθιστά τις ίνες κολλαγόνου του δέρματος. [12]

Τα ευρήματα από αυτές τις μελέτες επιβεβαιώνουν αυτό που έχουν δείξει προηγούμενες κλινικές έρευνες - συγκεκριμένα, ότι η φωτογήρανση έχει πιο έντονη επίδραση στη μείωση του κολλαγόνου τύπου I, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις που σχετίζονται με καρκίνο του δέρματος. Η έκφραση του κολλαγόνου τύπου I μειώνεται ως απόκριση στην υπεριώδη ακτινοβολία, προκαλώντας δυσμενείς επιπτώσεις στο δέρμα. Είναι αξιοσημείωτο ότι σχεδόν το 80% της γήρανσης του δέρματος του προσώπου αποδίδεται στην παρατεταμένη έκθεση σε υπερβολική ακτινοβολία, με τον βαθμό έκθεσης στον ήλιο να υπαγορεύει το μέγεθος και το εύρος της γήρανσης του δέρματος. Επιπλέον, το κάπνισμα αναδεικνύεται ως σημαντικός επιταχυντής της γήρανσης του δέρματος, στοχεύοντας κυρίως στην ελασίνη. Η μείωση της ελασίνης επιταχύνει την απώλεια της ελαστικότητας των ιστών, προκαλώντας ευδιάκριτες περιστομικές γραμμές και έντονες ρυτίδες στα εξωτερικά άκρα των ματιών, που συνήθως αναγνωρίζονται ως το ενδεικτικό «πρόσωπο του καπνιστή».

Η φωτογήρανση, που χαρακτηρίζεται από κλινικούς, ιστολογικούς και βιοχημικούς μετασχηματισμούς που συνδέονται με τη χρονολογική ηλικία, εκδηλώνεται κυρίως στο μαυρισμένο δέρμα που έχει ενισχυθεί από τον ήλιο. Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει μάρτυρας σημαντικής προόδου στην αποκάλυψη των υποκείμενων περιπλοκών της φωτογήρανσης, αποδίδοντας τη βάση της στην ενεργοποίηση πρωτεϊνών όπως η Πρωτεΐνη ενεργοποιητή (AP)-1 και ο πυρηνικός παράγοντας (NF)-κΒ, μαζί με μεταλλάξεις στο μιτοχονδριακό DNA, ως νέοι συνεισφέροντες . [13]

Από καιρό πιστεύεται ότι η πλειονότητα των ανθρώπινων φωτο-βλαβών λόγω των ακτίνων UVB, τώρα πιστεύεται ότι η UVA παίζει σημαντικό ρόλο στη φωτογήρανση. Η φωτογήρανση επηρεάζει τις εκτεθειμένες στον ήλιο περιοχές και χαρακτηρίζεται κλινικά από λεπτές και χονδρές ρυτίδες, τραχύτητα, ξηρότητα, χαλάρωση, τηλεαγγειεκτασία, απώλεια αντοχής σε εφελκυσμό και χρωστικές αλλαγές. Υπάρχει επίσης μια αύξηση στην ανάπτυξη καλοήθων και κακοήθων νεοπλασμάτων σε φωτογηρασμένο δέρμα. Κατά τη διάρκεια των ετών έχει σημειωθεί πρόοδος στην κατανόηση της φωτογήρανσης στο ανθρώπινο δέρμα. Η υπεριώδης ακτινοβολία προκαλεί μια πολύπλοκη ακολουθία συγκεκριμένων μοριακών αποκρίσεων που βλάπτουν τον συνδετικό ιστό του δέρματος. Ο περιορισμός της υπεριώδους ακτινοβολίας και η χρήση αντηλιακών υψηλής προστασίας ευρέος φάσματος μπορεί να επιβραδύνει την εξέλιξη της φωτογήρανσης.



### 1.1.3 Ελεύθερες ρίζες και οξειδωτικό στρες.

Ένα άτομο αποτελείται από έναν κεντρικό πυρήνα με ζεύγη ηλεκτρονίων που περιφέρονται δίπλα του. Ωστόσο, ορισμένα άτομα και μόρια έχουν ασύζευκτα ηλεκτρόνια και αυτά ονομάζονται ελεύθερες ρίζες. [16]

Για πολλές δεκαετίες, θεωρούνταν ότι η δράση τους είχε αποκλειστικά καταστροφικές συνέπειες. Βασίστηκε κυρίως στο ότι οι ελεύθερες ρίζες οξυγόνου αντιδρούν εύκολα με όλα τα βιολογικά μακρομόρια προκαλώντας την οξειδωτική τους τροποποίηση. Μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, έγινε σαφές ότι τα ζωντανά συστήματα είχαν προσαρμοστεί στη συνύπαρξη με τις ελεύθερες ρίζες.

Επομένως, στα ζωντανά συστήματα παίζουν διπλό ρόλο: είναι τοξικά παραπροϊόντα του αερόβιου μεταβολισμού, προκαλώντας οξειδωτική βλάβη και δυσλειτουργία των ιστών και χρησιμεύουν ως μοριακά σήματα που ενεργοποιούν ευεργετικές αντιδράσεις στο στρες. Αυτή η ανακάλυψη άλλαξε επίσης τον τρόπο που θεωρούμε αντιοξειδωτικά. [15]

Οι ελεύθερες ρίζες και άλλα οξειδωτικά έχουν αποκτήσει σημασία στον τομέα της βιολογίας λόγω του κεντρικού τους ρόλου σε διάφορες φυσιολογικές συνθήκες καθώς και της εμπλοκής τους σε ένα ευρύ φάσμα ασθενειών. Οι ελεύθερες ρίζες, τόσο τα δραστικά είδη οξυγόνου (ROS) όσο και τα αντιδραστικά είδη αζώτου (RNS), προέρχονται τόσο από ενδογενείς πηγές (μιτοχόνδρια, υπεροξισώματα, ενδοπλασματικό δίκτυο, φαγοκυτταρικά κύτταρα κ.λπ.) όσο και από εξωγενείς πηγές (ρύπανση, αλκοόλ, καπνός τσιγάρου, βαρέα μέταλλα, μέταλλα μεταπτώσεως, βιομηχανικοί διαλύτες, φυτοφάρμακα, ορισμένα φάρμακα όπως η αλοθάνη, η παρακεταμόλη και η ακτινοβολία) [14]

Διάφορα είδη ενεργού οξυγόνου παράγονται στο σώμα κατά την διαδικασία χρήσης του οξυγόνου. Επειδή το σώμα είναι εφοδιασμένο με περίτεχνους μηχανισμούς για την αφαίρεση ενεργών ειδών οξυγόνου και ελεύθερων ριζών, αυτά τα παραπροϊόντα του μεταβολισμού του οξυγόνου δεν αποτελούν απαραίτητα απειλή για το σώμα υπό φυσιολογικές συνθήκες. Ωστόσο, εάν τα ενεργά είδη οξυγόνου ή οι ελεύθερες ρίζες δημιουργούνται υπερβολικά ή σε μη φυσιολογικές θέσεις, η ισορροπία μεταξύ σχηματισμού και απομάκρυνσης χάνεται, με αποτέλεσμα οξειδωτικό στρες.

Το οξειδωτικό στρες ορίζεται ως μια «επιβλαβής για το σώμα κατάσταση, η οποία προκύπτει όταν οι οξειδωτικές αντιδράσεις υπερβαίνουν τις αντιοξειδωτικές αντιδράσεις επειδή έχει χαθεί η ισορροπία μεταξύ τους.

Το οξειδωτικό στρες είναι διπλής όψης: Ενώ η υπερβολική πρόκληση οξειδωτικών προκαλεί βλάβες στα βιομόρια, η διατήρηση ενός φυσιολογικού επιπέδου οξειδωτικής πρόκλησης, που ονομάζεται οξειδωτικό eustress, είναι απαραίτητη για τη ρύθμιση των διαδικασιών ζωής μέσω σημάτων οξειδοαναγωγής. Το πρόσφατο ενδιαφέρον έχει επικεντρωθεί στους περίπλοκους τρόπους με τους οποίους η σηματοδότηση οξειδοαναγωγής ενσωματώνει αυτές τις αντίστροφες ιδιότητες. Η



ισορροπία οξειδοαναγωγής διατηρείται με την πρόληψη, την αναχαίτιση και την επισκευή, και ταυτόχρονα το ρυθμιστικό δυναμικό των βασικών διακοπών που οδηγούνται από μοριακή θειόλη όπως το Nrf2/Keap1 ή το NF-κB/IκB χρησιμοποιείται για απόκριση οξειδωτικού στρες σε όλο το σύστημα. Τα μη ριζικά είδη όπως το υπεροξειδίο του υδρογόνου ( $H_2O_2$ ) ή το μεμονωμένο μοριακό οξυγόνο, αντί των ελεύθερων ριζών, εκτελούν σημαντικές λειτουργίες δεύτερου αγγελιοφόρου. Οι ελεγχόμενες από χημειοκίνη οξειδάσες NADPH και οι μεταβολικά ελεγχόμενες μιτοχονδριακές πηγές  $H_2O_2$  καθώς και οι οδοί που σχετίζονται με τη γλουταθειόνη και τηθειορεδοξίνη, με ισχυρά ενζυματικά εφεδρικά συστήματα, είναι υπεύθυνες για τη λεπτή ρύθμιση της φυσιολογικής οξειδοαναγωγικής σηματοδότησης. Αυτό δημιουργεί ένα πλούσιο ερευνητικό πεδίο που εκτείνεται από τη βιοχημεία και την κυτταρική βιολογία έως τις επιστήμες της διατροφής, την περιβαλλοντική ιατρική και την οξειδοαναγωγική ιατρική που βασίζεται στη μοριακή γνώση. [17][18]

Ελεύθερες ρίζες	Σύμβολο
Υπεροξειδίο	( $O_2^{\cdot-}$ )
Υδροξύλιο	( $OH^{\cdot}$ )
Αλκοξυλική ρίζα	( $RO^{\cdot}$ )
Ρίζα υπεροξυλίου	( $ROO^{\cdot}$ )
Νιτρικό οξύ	( $NO^{\cdot}$ )
Διοξειδίο του αζώτου	( $NO^{\cdot 2}$ )
Οι ελεύθερες ρίζες παράγονται εσωτερικά μέσω των παρακάτω πηγών.	Οι ελεύθερες ρίζες βρίσκονται εξωτερικά στις ακόλουθες πηγές
Μιτοχόνδρια	Μόλυνση του περιβάλλοντος
Φλεγμονή	Καπνός τσιγάρου
Ασκήση	Ακτινοβολία
Φαγοκυττάρωση	Φάρμακα και φυτοφάρμακα
Υπεροξεισώματα	Στιβάδα όζοντος

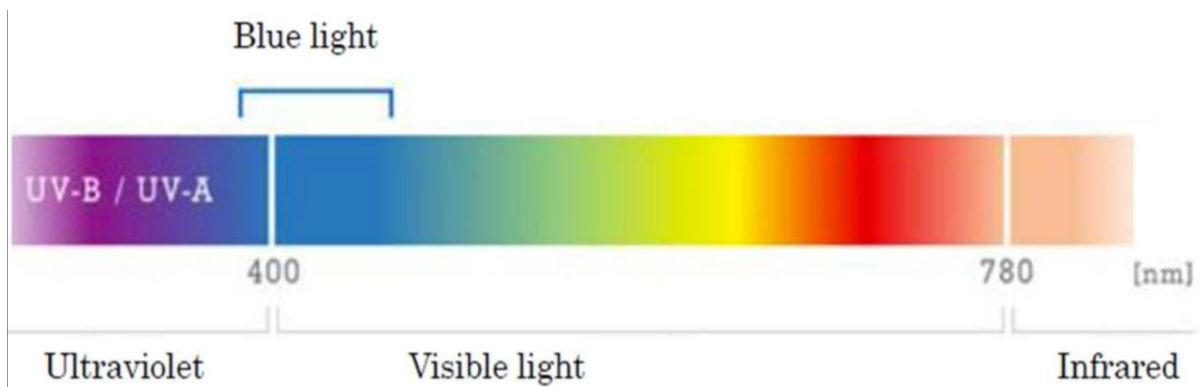
Ταμπέλα 1. Ελεύθερες ρίζες

## 1.2 Ψηφιακή γήρανση

### 1.2.1 Μπλε φως / Blue light

Διαφορετικά μήκη κύματος αποτελούν όλο το φως που βλέπουμε. Τα επιλεγμένα μήκη κύματος εμφανίζουν ορισμένες επιλεγμένες αποχρώσεις. Το ορατό φάσμα φωτός αποτελείται από χρώματα όπως: κόκκινο, πορτοκαλί, κίτρινο, πράσινο, μπλε και βιολετί. Η υπερίωδης περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος είναι πιο κοντά στο μπλε φως, το οποίο έχει το μικρότερο μήκος κύματος – ενώ το κόκκινο φως έχει το μεγαλύτερο μήκος κύματος.

Το μπλε φως είναι ένα φυσικό μέρος του φάσματος του ορατού φωτός που μπορεί να δει το ανθρώπινο μάτι και είναι υπεύθυνο για το μπλε χρώμα του ουρανού. Χαρακτηρίζεται από μικρότερα μήκη κύματος και υψηλότερα επίπεδα ενέργειας. Ονομάζεται High-Energy Visible Light (HEV) – ορατό φως υψηλής ενέργειας – λόγω του μικρού μήκους κύματός του που κυμαίνεται από 380-500 nm (νανόμετρα).



Εικόνα 1. Μπλε φως με μήκος κύματος 390 έως 500nm

Αυτές οι ακτίνες έχουν δείξει την ικανότητα να διεισδύουν βαθύτερα στα στρώματα του δέρματος και λόγω του επιπέδου ενέργειας σε σύγκριση με τα υπέρυθρα φώτα, μπορούν να βλάψουν περισσότερο το δέρμα και να μη γίνουν καν αντιληπτά (αργή γήρανση).

Η κύρια πηγή μπλε φωτός είναι το φως του ήλιου. Ωστόσο, υπάρχουν και συνθετικές πηγές. Πριν από την ανάπτυξη του φωτισμού LED, η κύρια πηγή φωτισμού ήταν οι λαμπτήρες πυρακτώσεως, οι οποίοι απελευθέρωναν φως με μήκη κύματος συγκρίσιμα με αυτά που εκπέμπει φυσικά ο ήλιος. Οι πηγές φωτισμού πυρακτώσεως καταργήθηκαν σταδιακά καθώς το κόστος του φωτισμού LED συνέχισε να μειώνεται. [6] Έχει ένα ευρύ φάσμα χρήσεων, όπως φλας σε κάμερες, smartphone, τρέχουσες οθόνες υπολογιστών, τηλεοράσεις, έξυπνα ρολόγια και σήματα κυκλοφορίας. Αυτά τα LED δημιουργούν επίσης μια καλή ποσότητα μπλε φωτός, το οποίο είναι τοξικό και βλαβερό για τα μάτια και το δέρμα. Ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια αυτών των πηγών φωτός έχουν προκληθεί από την ταχέως αναπτυσσόμενη χρήση κινητών τηλεφώνων, tablet, φορητών υπολογιστών και επιτραπέζιων υπολογιστών.

Υπάρχει μια αυξανόμενη ανησυχία για τις μακροπρόθεσμες συνέπειες, λόγω της εγγύτητας στην οθόνη και του χρόνου έκθεσης που δαπανάται κοιτάζοντας την

οθόνη, ακόμα κι αν οι επιπτώσεις του μπλε φωτός που παράγεται από τις οθόνες ηλεκτρονικών συσκευών είναι λιγότερες από αυτές της έκθεσης στον ήλιο. [7]

### 1.2.2 Μηχανισμός δράσης μπλε φωτός.

Η UVA εμβαθύνει στα βαθύτερα στρώματα του δέρματός μας, κάνοντας αισθητή την παρουσία της ανάμεσα στα κύτταρα του ανοσοποιητικού τόσο στην επιδερμίδα όσο και στην επιδερμίδα, από την άλλη πλευρά η UVB εμπλέκεται απευθείας με τα κύτταρα της επιδερμίδας. Το φάσμα του ορατού φωτός, τοποθετημένο μεταξύ UVA και υπέρυθρης ακτινοβολίας, καταφέρνει να διεισδύσει στο δέρμα πιο βαθιά από το τελευταίο, αλλά λειτουργεί πιο επιφανειακά από το UV. Εντός της επιδερμίδας, η αιμοσφαιρίνη και η μελανίνη παίζουν καθοριστικό ρόλο στην αποτελεσματική απορρόφηση του ορατού φωτός, προσφέροντας έναν φυσικό αμυντικό μηχανισμό. Εξετάζοντας τις λεπτομέρειες, το μπλε φως μπορεί να υπερηφανεύεται για ένα βάθος διείσδυσης που κυμαίνεται από 0,07 έως 1 mm.

Η περίπλοκη απόκριση του δέρματός μας στο μπλε φως ενορχηστρώνεται από διάφορα χρωμοφόρα, μοριακές οντότητες που απορροφούν αυτή τη λαμπερή μπλε λάμψη. Ενδογενή νουκλεϊκά οξέα, αρωματικά αμινοξέα, ουροκανικό οξύ, τρυπτοφάνη, τυροσίνη, NADPH, συμπαραγόντες NADH, κυτοχρώματα, ριβοφλαβίνες, πορφυρίνες, μελανίνη, πρόδρομες ουσίες μελανίνης, πρωτοπορφυρίνη IX, χολερυθρίνη, αιμοσφαιρίνη, ακόμη και υδατοχρωματικές συστάδες. Η λεπτή επίδραση του μπλε φωτός, επομένως, ξεδιπλώνεται ως μια μοναδική αλληλεπίδραση με αυτά τα διαφορετικά χρωμοφόρα, όπου οι οψίνες, οι φλαβίνες, οι πορφυρίνες και οι νιτροζωμένες πρωτεΐνες αναδεικνύονται ως πρωταρχικοί παίκτες και ουσιαστικοί συνεισφέροντες, ενσωματώνοντας την ουσία των φωτοδεκτών σε αυτόν τον περίπλοκο χορό φωτός και μόρια. [19] Μέσω των φλαβινών και φλαβοπρωτεϊνών που ενεργοποιούνται, ο εκτυλισσόμενος χώρος του μπλε φωτός αποκαλύπτει μια ενδιαφέρουσα διαδρομή. Όταν εκτίθενται σε ακτινοβολία, τα μονονουκλεοτίδια φλαβίνης (FMN) και τα δινουκλεοτίδια αδενίνης φλαβίνης (FAD) διπλασιάζουν την ποσότητα υπεροξειδίου που παράγεται όταν σχηματίζονται αντιδραστικά είδη οξυγόνου (ROS). Η σηματοδότηση ROS γίνεται με διάφορους τρόπους. Ένα από αυτά είναι μια διαδικασία που εξαρτάται από το Nrf2, η οποία περιλαμβάνει την παραγωγή αντιοξειδωτικών παραγόντων μέσω της δράσης μιας «βασικής πρωτεΐνης φερμουάρ λευκίνη». Το Nrf2 έχει αντιφλεγμονώδη ιδιότητες επειδή αναστέλλει το NF-kB, το οποίο ελέγχει την προφλεγμονώδη απόκριση. Οι πρωτεΐνες που περιέχουν φλαβίνη υπάρχουν σε πολλούς τύπους κυττάρων. Τα κρυπτοχρώματα είναι μία από αυτές τις πρωτεΐνες. [20]

Σε μια πρόσφατη μελέτη, οι Buscone et al. υπέθεσε ότι το μπλε φως μέσω του κρυπτοχρώματος 1 (CRY1), το οποίο βρίσκεται στον θύλακα της τρίχας μετά από έκθεση σε φως 453 nm, μπορεί να έχει ευεργετική επίδραση στην ανάπτυξη των μαλλιών. Τα ex vivo τριχοθυλάκια εμφάνισαν επιμήκυνση της φάσης αναγέννησης, η

οποία μπορεί να σχετίζεται με την αύξηση των επιπέδων CRY1 που προκαλείται από την έκθεση στο μπλε φως. [21,22]

Στο χόριο, το μπλε φως προκαλεί επίσης την απελευθέρωση του ελεύθερου μονοξειδίου του αζώτου NO. Σε φυσιολογικό pH, το μπλε φως στα 420 ή 453 nm προκάλεσε την ανάπτυξη μεγάλης ποσότητας NO από S-νιτροζοαλβουμίνη καθώς και από υδατικά διαλύματα νιτρωδών μέσω μιας διαδικασίας εξαρτώμενης από Cu(1+), όπως μετρήθηκε με ανίχνευση χημειοφωταύγειας (CLD). Η ακτινοβολία μπλε φωτός αύξησε σημαντικά τα ενδοδερμικά επίπεδα ελεύθερου NO, όπως αποκαλύφθηκε από τη φασματομετρία παραμαγνητικού συντονισμού ηλεκτρονίων *in vitro* με δείγματα ανθρώπινου δέρματος. Η ακτινοβολία του μπλε φωτός του ανθρώπινου δέρματος είχε ως αποτέλεσμα σημαντική έκλυση NO από την ακτινοβολημένη περιοχή του δέρματος καθώς και σημαντική μετατόπιση NO από την επιφάνεια του δέρματος στον υποκείμενο ιστό, όπως ανιχνεύθηκε από CLD *in vivo* σε υγιείς εθελοντές. Το NO αντιδρά με το υπεροξειδίο για να σχηματίσει υπεροξυνιτρώδες, το οποίο μπορεί να προκαλέσει βλάβη στο DNA που οδηγεί σε κυτταρική βλάβη, αλλά δεν έχει παρατηρηθεί απόπτωση. Yoo *et al.* ανακάλυψε ότι ο πολλαπλασιασμός των ανθρώπινων κερατινοκυττάρων και των δερματικών ινοβλαστών αναστέλλεται από το μπλε φως. [23] Σύμφωνα με ορισμένες θεωρίες, το σύμπλοκο IV της αλυσίδας μεταφοράς ηλεκτρονίων που ονομάζεται οξειδάση του κυτοχρώματος c, το οποίο βρίσκεται στη μιτοχονδριακή μεμβράνη, ίσως ο μηχανισμός μέσω του οποίου το μπλε φως επηρεάζει τη μιτοχονδριακή δραστηριότητα. Μετά την αναστολή από το NO, οι Dungal *et al.* έδειξε ότι το μπλε φως σε μήκος κύματος 430 nm επανενεργοποιεί τη μιτοχονδριακή αναπνευστική λειτουργία.[24]

Δεδομένου ότι το μπλε φως ενεργοποιεί την οψίνη (OPN), που είναι υποδοχείς της πρωτεΐνης G, μελετάται επίσης η λειτουργία τους. Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες οψίνων, ανάλογα με το πού εκφράζονται. Στην επιδερμίδα εκφράζονται τα OPN2, OPN3 και OPN4. Το μπλε φως μπορεί να ενεργοποιήσει τον υποδοχέα της οψίνης, ενεργοποιώντας παροδικά κανάλια δυνητικού υποδοχέα που στη συνέχεια απελευθερώνουν ασβέστιο, ενεργοποιώντας την εξαρτώμενη από ασβέστιο/καλμοδουλίνη πρωτεϊνική κίνηση-II (CAMKII), η οποία με τη σειρά της μεταβάλλει τη γονιδιακή μεταγραφή. Το OPN2 (Rhodopsin) και το OPN3 (Panopsin, Encerhalopsin) ανακαλύφθηκαν ότι εκφράζονται στον αναγενή τριχοθυλάκιο εκτός από το δέρμα. Σε μια *ex vivo* μελέτη, οι Buscone *et al.* έδειξε ότι η ακτινοβολία μπλε φωτός (3,2 J/cm<sup>2</sup>, 453 nm) επέκτεινε τη φάση αναγένειας στους θύλακες των τριχών. Η λειτουργία του Opsin στον έλεγχο της μελανογένεσης και της μελάγχρωσης έχει επίσης μελετηθεί, αν και μόνο σε τύπους δέρματος Fitzpatrick III και άνω. Ανακαλύφθηκε ότι το μπλε φως επηρεάζει άμεσα τα μελανοκύτταρα και έμμεσα επηρεάζει τη μελανογένεση που εξαρτάται από το ασβέστιο μέσω του OPN3. Η διέγερση της τυροσινάσης συμβαίνει σε μελανοκύτταρα του ανώτερου φωτότυπου Fitzpatrick ως αποτέλεσμα του σχηματισμού πολυμερικής τυροσινάσης, η οποία ενεργοποιείται από το μπλε φως. [25-27]

### 1.2.3 Πλεονεκτήματα του Blue Light

Οι συσκευές που εκπέμπουν μπλε φως μπορούν συνήθως να παρατηρηθούν σε ιατρικά καταστήματα, δερματολογικά κέντρα για τη θεραπεία ορισμένων παθήσεων όπως ο ίκτερος με την εξάλειψη του οργανισμού που ευθύνεται για αυτό. Το μπλε φως έχει επίσης αποδείξει τη χρησιμότητά του σε ορισμένες ασθένειες που σχετίζονται με τα δόντια και τα ούλα. Έχει επίσης δείξει ακυρωτική δράση στα βακτήρια που ευθύνονται για τη γαστρίτιδα. Η επίδραση του μπλε φωτός στον κιρκάδιο ρυθμό έχει ερευνηθεί, αλλά εξακολουθεί να πιστεύεται ότι χρησιμοποιείται σε ορισμένες διαταραχές ύπνου. Έχει βρεθεί επίσης ότι χρησιμοποιείται σε ορισμένες ασθένειες όπως κόπωση, υπνηλία, άνοια, κατάθλιψη. Εκτός από ιατρική χρήση, το μπλε φως χρησιμοποιήθηκε περίφημα σε ορισμένες από τις συσκευές ομορφιάς που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση των ατελειών του δέρματος λόγω ακμής [28,29]

Το μπλε φως όχι μόνο μπορεί να βλάψει το δέρμα με διάφορους τρόπους, αλλά έχει και ορισμένα θεραπευτικά αποτελέσματα. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, έχει χρησιμοποιηθεί για τη θεραπεία ποικίλων δερματικών παθήσεων.

Ήπια έως μέτρια ψωρίαση κατά πλάκας: βοήθεια στη μείωση της ερυθρότητας και του μεγέθους του εμπλάστρου χωρίς παρενέργειες μετά από θεραπεία 4 εβδομάδων. Στη μελέτη τους για την επίδραση του μπλε φωτός στα κερατινοκύτταρα, οι Becker et al. διαπίστωσε ότι ο πολλαπλασιασμός αυτών των κυττάρων μειώθηκε με το χρόνο έκθεσης, με μείωση του πολλαπλασιασμού των κερατινοκυττάρων που παρατηρήθηκε μετά από 15 λεπτά ακτινοβολήσης. Ένας άλλος πιθανός λόγος για τη μείωση του πολλαπλασιασμού των κερατινοκυττάρων είναι η έναρξη της διαφοροποίησης των κερατινοκυττάρων με τη μεσολάβηση του μονοξειδίου του αζώτου (NO). [30, 31]

Ατοπική δερματίτιδα: Η θεραπεία με μπλε φως για την ατοπική δερματίτιδα και το έκζεμα αποκάλυψε μείωση 54% στη σοβαρότητα της νόσου μετά από περίοδο θεραπείας 6 μηνών. Η σηματοδότηση ROS γίνεται με διάφορους τρόπους. Ένα από αυτά είναι μια διαδικασία που εξαρτάται από το Nrf2, η οποία περιλαμβάνει την παραγωγή αντιοξειδωτικών παραγόντων μέσω της δράσης μιας «βασικής πρωτεΐνης φερμουάρ λευκίνης». Το Nrf2 έχει αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες, επειδή αναστέλλει το NF-κB, το οποίο ελέγχει την προφλεγμονώδη απόκριση. [32]

Ακμή: Μειωμένος αριθμός ανοιχτών και κλειστών κωμωδών έχει παρατηρηθεί στην ήπια έως μέτρια ακμή. Η πρωταρχική θεωρία υποστηρίζει ότι η ευεργετική επίδραση συνδέεται με τη μείωση του αποικισμού των ωοθυλακίων *Propionibacterium acnes*, η οποία μπορεί να σχετίζεται με την ενεργοποίηση ενδογενών βακτηριακών πορφυρινών από το μπλε φως. Το μπλε και το κόκκινο φως

μπορεί να εμποδίσουν τα σμηγματοκύτταρα να παράγουν λιπίδια, γεγονός που υποδηλώνει ότι η θεραπεία της ακμής με την πρόληψη της παραγωγής σμήγματος θα μπορούσε να είναι ευεργετική. [33, 34]

**Φωτοδυναμική θεραπεία:** Μια άλλη ιατρική εφαρμογή του μπλε φωτός αφορά τη φωτοδυναμική θεραπεία, η οποία χρησιμοποιεί μια φωτοευαισθητοποιητική χημική ουσία μαζί με φως και οξυγόνο για την παραγωγή οξυγόνου υψηλής αντίδρασης και τη θεραπεία ορισμένων καρκινογόνων και μη δερματικών διαταραχών. Το αμινολεβουλινικό οξύ (ALA) και το μπλε φως χρησιμοποιούνται συχνά για τη θεραπεία πολλαπλασιαστικών και φλεγμονωδών ασθενειών του δέρματος. Όταν εκτελείται σωστά, η φωτοδυναμική θεραπεία με χρήση μπλε φωτός για φωτοανάπλαση θεωρείται αποτελεσματική και ασφαλής. Αυτή τη στιγμή στις κλινικές χρησιμοποιείται η χρήση φωτοδυναμικής θεραπείας και άλλων θεραπειών με μπλε φως. [35]

#### 1.2.4 Μειονεκτήματα του Blue Light

Τα κύματα μπλε φωτός που εκπέμπονται από ψηφιακές συσκευές έχει αποδειχθεί ότι προκαλούν φωτοτοξικότητα στον αμφιβληστροειδή. Ορισμένες ερευνητικές μελέτες που διεξήχθησαν από τους Gattesfosse και Cytoo [36] απέδειξαν με επιτυχία την άμεση επίδραση του μπλε φωτός στο μιτοχονδριακό δίκτυο δερματικών ινοβλαστών. Τόσο ο κατακερματισμός όσο και η μιτοχονδριακή παραγωγή του ATP (παραγωγός ενέργειας για τη διεξαγωγή δραστηριοτήτων) παρεμποδίζονται λόγω της υπερβολικής έκθεσης στο μπλε φως. Έχει επίσης αποδειχθεί ότι το μπλε φως είναι υπεύθυνο για τη δημιουργία οξειδωτικού στρες και συνεπώς τη δημιουργία κηλίδων χρωστικής και επιταχύνει τη διαδικασία γήρανσης ως αποτέλεσμα της βλάβης σε μοριακό επίπεδο [37].

Όταν πρόκειται για τις κλινικές και ιστολογικές επιδράσεις του μπλε φωτός στο ανθρώπινο δέρμα, είναι καλά τεκμηριωμένο ότι οι βιολογικές επιδράσεις που παράγονται από τα μπλε φώτα είναι ίσες με αυτές της ακτινοβολίας UV-A [38]. Σε μια μελέτη που διεξήχθη για την αξιολόγηση της επίδρασης της μπλε ακτινοβολίας στο υγιές δέρμα για την αξιολόγηση της μελανογένεσης, της γήρανσης του δέρματος και της βλάβης από τη φωτογραφία λίγα ευρήματα έχουν επιβεβαιωθεί. Προηγουμένως ήταν σαφές ότι η οξειδωτική βλάβη του DNA είναι αποτέλεσμα υψηλότερης διείσδυσης της UV-A ακτινοβολίας μέσω των στρωμάτων του δέρματος [38,39] αλλά τώρα επιβεβαιώνεται επίσης ότι η υπερμελάγχρωση του δέρματος που εκτίθεται στο μπλε φως μαζί με την αύξηση του επιπέδου Melan -ENA. Αυτές οι τιμές βρέθηκαν να μειώνονται όταν διακόπτεται η έκθεση. Εκτός από αυτά, το μπλε φως αναμένεται να προκαλέσει παροδική μελανογένεση και κενοτοπίωση αλλά όχι απόπτωση [40]. Το πώς αλληλεπιδρούν το μπλε φως και το δέρμα είναι ένα αρκετά περίπλοκο φαινόμενο. Αν και έχει χρησιμοποιηθεί για τη θεραπεία ορισμένων ασθενειών,



ιδιαίτερα δερματολογικών, η μακροχρόνια έκθεση είναι επικίνδυνη και όλη αυτή η βλάβη σχετίζεται με τη δημιουργία ελεύθερων οξειδωτικών αντιδραστικών ειδών.

Η επίδραση του μπλε φωτός είναι επίσης εμφανής σε περίπτωση κύκλου ύπνου. Η ρύθμιση του κερκάδιου ρυθμού και η συμπεριφορά ύπνου συνδέεται στενά με την υποθαλαμική οδό ρετινόλης. Το μπλε φως οδηγεί στην ενεργοποίηση αυτών των γαγγλιακών κυττάρων. Αλλά όταν αυτές οι μπλε ακτίνες εμποδίζονται λόγω της διαδικασίας γήρανσης, έχει παρατηρηθεί βλάβη στον κύκλο του ύπνου [41,42]. Ενώ από την άλλη, λίγοι έχουν σχολιάσει ότι αυτή η παρεμπόδιση του μπλε φωτός από τους ενδοφθάλμιους φακούς δεν παρουσιάζει σημαντική επίδραση στον κύκλο του ύπνου [43]. Όταν αξιολογείται η επίδραση του μπλε φωτός που εκπέμπεται τεχνητά από τη δίοδο στο μελάνωμα B 16 (ιστός του θυρεοειδούς), διαπιστώθηκε ότι η κυτταρική ανάπτυξη αναστέλλεται με τον τρόπο έκθεσης που εξαρτάται από το χρόνο και ότι δεν έδειξε αξιοσημείωτη επίδραση στα νεκρά κύτταρα. Έτσι, έχει υποθεθεί ότι το μπλε φως που εκπέμπεται από οποιαδήποτε πηγή (φυσική / τεχνητή) δεν συμβάλλει στην ανάπτυξη καρκίνου αλλά στην πραγματικότητα αναστέλλει την ανάπτυξη καρκινικών κυττάρων [44].

Όταν παρατηρείται η επίδραση του μπλε φωτός στον κερατοειδή, έχει βρεθεί ότι τα επιθηλιακά κύτταρα του κερατοειδούς κατά την έκθεση εμφάνισαν σημαντική μείωση στο ποσοστό επιβίωσης λόγω της αυξημένης παραγωγής ROS. Η οξειδωτική βλάβη που προκαλείται από αυτό το ROS και η απόπτωση έχει δείξει σχηματισμό ξηροφθαλμίας μαζί με ορατή οφθαλμική φλεγμονή. Αυτό το οξειδωτικό στρες που προκαλείται από ROS μπορεί να είναι στην κορυφαία λίστα για την παθογένεια του καταρράκτη που προκαλείται από την ηλικία. [45,46]. Η ακτινοβολία με μπλε φως είναι έμμεσα υπεύθυνη για φλεγμονώδη καθώς και βλάβη των κυττάρων των φωτοϋποδοχέων όταν απουσιάζει ή διαταράσσεται ο φραγμός του αίματος του αμφιβληστροειδούς [47]. Οι δοκιμές που διεξήχθησαν σε ζώα απέδειξαν ότι η αναστολή της ανάπτυξης του οφθαλμικού άξονα έχει ανασταλεί από το μπλε φως βραχέων κυμάτων. Παρατηρείται επίσης ότι η αναστροφή της μυωπίας σε υπερμετρωπία είναι δυνατή μετά από έκθεση στο μπλε φως. Το φαινόμενο θεωρείται επαρκές για να εξηγήσει τη διαθλαστική ανάπτυξη και την αναστροφή [48].

### 1.2.5 Επιπτώσεις στο σώμα

Η έκθεση στο μπλε φως είναι ένας παράγοντας που σχετίζεται με βλάβη των φωτοϋποδοχέων [29]. Seiler et al. έχουν δείξει ότι η συνεχής έκθεση αλμπίνο ποντικών σε μέτρια επίπεδα μπλε φωτός για 2-5 ημέρες καταστρέφει τους περισσότερους φωτοϋποδοχείς [30]. Σε μια άλλη μελέτη, τα ποντίκια εκτέθηκαν σε μπλε φως (400-480 nm, 0,7 W/m<sup>2</sup>) για 6 ώρες. Αυτή η μελέτη έδειξε ότι η έκθεση στο διάχυτο μπλε φως προκάλεσε άνιση κατανομή της βλάβης στον αμφιβληστροειδή [31]. Rukmini κλπ. έχουν επίσης αναφέρει ότι σε γλαυκωματώδεις οφθαλμούς, η

έκθεση σε μπλε φως υψηλής ακτινοβολίας μείωσε το αντανακλαστικό του φωτός της κόρης και συσχετίστηκε με μεγαλύτερη απώλεια οπτικού πεδίου και κάλυψη του οπτικού δίσκου [32]

Οι επιπτώσεις του μπλε φωτός στα μάτια είναι ένα πεδίο μελέτης που ασχολείται με τους πιθανούς κινδύνους και τις επιπτώσεις αυτού του τμήματος του φάσματος φωτός στην υγεία των ματιών. Μελέτες έχουν δείξει ότι η συνεχής έκθεση στο μπλε φως, το οποίο αποτελείται από υψηλά επίπεδα μπλε φωτός, μπορεί να έχει επιζήμια επίδραση στη δομή των ματιών και στη λειτουργία τους.

Μια μελέτη σε αλμπίνο ποντίκια έδειξε ότι η έκθεσή τους σε μέτρια επίπεδα μπλε φωτός για αρκετές ημέρες προκάλεσε σοβαρή βλάβη στους φωτοϋποδοχείς τους. Μια επαναλαμβανόμενη περίοδος έκθεσης στο μπλε φως για 2-5 ημέρες οδήγησε στην αφαίρεση των περισσότερων φωτοϋποδοχέων, γεγονός που υποδηλώνει την αρνητική επίδραση αυτού του φωτός στη δομή των ματιών.

Μια άλλη μελέτη ανέφερε ότι η έκθεση των ματιών στο μπλε φως (από 400 έως 480 nm) για μια περίοδο 6 ωρών προκάλεσε ανομοιόμορφη κατανομή της βλάβης του αμφιβληστροειδούς. Αυτό επηρέασε τη δομή των ματιών προκαλώντας διαταραχή των φυσικών τους αντιδράσεων, οι οποίες θα μπορούσαν να έχουν συνέπειες στην όραση και τη λειτουργία τους.

Σε άλλες μελέτες, έχει παρατηρηθεί σύνδεση μεταξύ της έκθεσης σε μπλε φως σε υψηλή ακτινοβολία και των δυσμενών επιπτώσεων στα μάτια των ατόμων με γλαύκωμα. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η έκθεση στο μπλε φως είχε ως αποτέλεσμα μειωμένο αντανακλαστικό φωτός της κόρης και συντόμευση του οπτικού πεδίου, που μπορεί να σχετίζεται με την εξέλιξη της νόσου τους.

Αυτές οι μελέτες δείχνουν ότι η έκθεση στο μπλε φως μπορεί να έχει σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις στη δομή και τη λειτουργία των ματιών. Το μπλε φως έχει τη δυνατότητα να βλάψει τους φωτοϋποδοχείς και να παρεμβαίνει στη φυσιολογική απόκριση των ματιών στο φως. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε εκτεταμένη βλάβη στη δομή του ματιού, η οποία μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα όρασης και την υγεία των ματιών συνολικά.

Απαιτείται περισσότερη έρευνα και προσοχή για να κατανοηθούν πλήρως οι συνέπειες της έκθεσης στο μπλε φως και να αναπτυχθούν στρατηγικές για την προστασία των ματιών από την πιθανή βλάβη που μπορεί να προκαλέσει αυτό το φως. Το θέμα της χρήσης ηλεκτρονικών συσκευών που περιέχουν μπλε φως, όπως υπολογιστές και κινητά τηλέφωνα, είναι επίσης ένας τομέας μελέτης όπου θα πρέπει να επικεντρωθεί ιδιαίτερα η φροντίδα και η προστασία της υγείας των ματιών.

### 1.3 Επιπτώσεις στο δέρμα

Σε καθημερινή βάση, το δέρμα εκτίθεται σε πολλούς περιβαλλοντικούς στρεσογόνους παράγοντες και προσβολές. Σε έναν φυσικό κύκλο 24 ωρών, κατά τη διάρκεια της ημέρας, το δέρμα εστιάζει στην προστασία, ενώ τη νύχτα, το δέρμα επικεντρώνεται στην αποκατάσταση της βλάβης που προκλήθηκε κατά τη διάρκεια της ημέρας και στην προετοιμασία για το επόμενο πρωί.



Ο κirkάδιος ρυθμός παρέχει τον ακριβή μηχανισμό χρονισμού για τη δέσμευση αυτών των διαφορετικών οδών που είναι απαραίτητες για τη διατήρηση ενός υγιούς δέρματος μέσω γονιδίων ρολογιού που υπάρχουν σε όλα τα κύτταρα του δέρματος. Η ισχυρότερη ένδειξη για τον προσδιορισμό του χρονισμού των κυτταρικών λειτουργιών είναι η αίσθηση του φωτός ή η απουσία φωτός (σκοτάδι).

Μπαίνοντας στον 21ο αιώνα, μια προσθήκη στη φωτορύπανση προέρχεται από τα LED και τα ηλεκτρονικά. Αυτές οι συσκευές είναι πλέον εντελώς μέρος της ζωής μας και είναι μια άλλη πηγή φωτός, κυρίως μια πηγή μπλε φωτός, το οποίο είναι το ισχυρότερο σήμα για να παραμείνουμε ξύπνιοι και σε εγρήγορση και να μην κοιμηθούμε. Το επιβλαβές μπλε φως τη νύχτα μπορεί να παραχθεί από διάφορες πηγές τεχνητού φωτισμού, όπως λαμπτήρες LED, λαμπτήρες φθορισμού, λαμπτήρες πυρακτώσεως, καθώς και από διάφορες οθόνες που βρίσκονται σε τηλεοράσεις, οθόνες, tablet και smartphone.

Το μπλε φως είναι αυτό που ρυθμίζει τον κirkάδιο ρυθμό ή τον φυσικό κύκλο ύπνου του σώματος κατά την διάρκεια της ημέρας και επίσης ενθαρρύνει την παραγωγή μελατονίνης τη νύχτα. Ο κirkάδιος ρυθμός του σώματος παρεμποδίζεται από την αυξημένη χρήση gadget, όπως υπολογιστές, κινητά τηλέφωνα, ακόμη και αργά το βράδυ. Η ικανότητα του σώματος να δημιουργεί μελατονίνη διακυβεύεται με την αύξηση της ποσότητας της έκθεσης στο μπλε φως πριν από τη νύχτα, που έχει ως αποτέλεσμα τη δυσκολία στον ύπνο και ταυτόχρονα την υπνηλία κατά την διάρκεια της ημέρας. [52]

Καθώς το μπλε φως αυξάνει την διάθεση, τη μνήμη και την γνωστική λειτουργία, ταυτόχρονα αυξάνει και την εγρήγορση.

Αρκετές έρευνες έχουν δείξει ότι η έκθεση σε φως συγκεκριμένων μηκών κύματος ή έντασης μπορεί να προκαλέσει σοβαρή βλάβη στον αμφιβληστροειδή.[53] Αυτός ο τύπος βλάβης του αμφιβληστροειδούς εξαρτάται από την ποσότητα ενέργειας που απορροφάται και όχι από τη φασματική σύνθεση του φωτός. Η φωτοθερμική βλάβη συμβαίνει όταν ο αμφιβληστροειδής εκτίθεται σε σύντομο (100 ms έως 10 s) αλλά έντονο φως που προκαλεί σημαντική αύξηση στη θερμοκρασία αυτών των ιστών.

Ένας πιο συνηθισμένος τύπος βλάβης αμφιβληστροειδούς/RPE είναι η φωτοχημική βλάβη, η οποία συμβαίνει όταν τα μάτια εκτίθενται σε φως υψηλής έντασης στο ορατό εύρος (390–600 nm). Η τρέχουσα άποψη υποδηλώνει ότι υπάρχουν δύο διαφορετικοί τύποι φωτοχημικών βλαβών. Ο πρώτος τύπος σχετίζεται με σύντομη αλλά έντονη έκθεση στο φως που επηρεάζει το RPE, και ο δεύτερος τύπος σχετίζεται με μεγαλύτερη αλλά λιγότερο έντονη έκθεση στο φως, που επηρεάζει το εξωτερικό τμήμα των φωτοϋποδοχέων. Η σύντομη (έως 12 ώρες) έκθεση στο μπλε φως μπορεί να προκαλέσει βλάβη στο RPE του πιθήκου rhesus [54] Το γεγονός ότι πολλά διαφορετικά αντιοξειδωτικά μπορούν να μειώσουν τη βλάβη υποδηλώνει ότι αυτός ο τύπος βλάβης σχετίζεται με οξειδωτικές διεργασίες [55,56] . Πειραματικά δεδομένα υποδηλώνουν ότι η λιποφουσκίνη είναι το

χρωμοφόρο που εμπλέκεται στη μεσολάβηση της βλάβης του αμφιβληστροειδούς που προκαλείται από το φως μετά την έκθεση στο μπλε φως [57].

Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι η λιποφουσκίνη (μέγιστη απορρόφηση γύρω στα 450 nm) είναι ένας πιθανός μεσολαβητής του κινδύνου που σχετίζεται με τη μακροχρόνια έκθεση σε βλάβη του αμφιβληστροειδούς που προκαλείται από το μπλε φως [58]. Η λιποφουσκίνη συσσωρεύεται στο RPE με τη μορφή κόκκων που βρίσκονται στα λυσοσώματα του RPE. Ο σχηματισμός της λιποφουσκίνης ξεκινά στα εξωτερικά τμήματα των φωτοϋποδοχέων ως υποπροϊόν της αποικοδόμησης των δίσκων φωτοϋποδοχέων της ράβδου [59]. Όταν η λιποφουσκίνη απορροφά το μπλε φως, παράγονται ROS και αυτές οι ελεύθερες ρίζες είναι υπεύθυνες για την οξειδωτική βλάβη που συμβαίνει στον αμφιβληστροειδή. Ο αριθμός των ενεργών ειδών οξυγόνου που παράγονται από τη λιποφουσκίνη σχετίζεται άμεσα με τη φασματική σύνθεση του φωτός και μειώνεται σταθερά από 400 σε 490 nm [60]. Επιπλέον, η ποσότητα λιποφουσκίνης που υπάρχει στο RPE αυξάνεται με την ηλικία (δηλαδή, η ποσότητα λιποφουσκίνης είναι χαμηλή στα νεαρά ζώα και υψηλή στα ηλικιωμένα ζώα). Έτσι, η πιθανότητα το μπλε φως να βλάψει τον αμφιβληστροειδή μπορεί να αυξηθεί με την ηλικία [61]. Τέλος, έχει αναφερθεί ότι η χρόνια έκθεση στο μπλε φως μπορεί να επιταχύνει τον εκφυλισμό των φωτοϋποδοχέων σε ένα ζωικό μοντέλο στη μελέτη του εκφυλισμού του αμφιβληστροειδούς [62].

### 1.3.1 Πως μπορεί το μπλε φως να βλάψει το δέρμα

Έρευνες έχουν δείξει τις βλαβερές συνέπειες του μπλε φωτός. Στα 410nm μειώθηκε η μεταγραφή του γονιδίου PER1 στα κερατινοκύτταρα από το μπλε φως, σύμφωνα με τους Dong et al. Είναι ένα γονίδιο ρολογιού που παίζει ρόλο στον κικάρδιο ρυθμό, που αυτό μπορεί να σημαίνει ότι τα κύτταρα του δέρματος έχουν την ικανότητα να ρυθμίζουν την παραγωγή του γονιδίου ρολογιού ως απόκριση στην αντίληψη του φωτός. Υποτίθεται ότι το μπλε φως θα παρενέβαινε στον νυχτερινό ρυθμό των κυττάρων του δέρματος, ο οποίος είναι ζωτικός για την επισκευή και την αναγέννησή τους. Με αυτόν τον τρόπο, τα κύτταρα μπορεί να βιώσουν τη νύχτα, ως ηλιακό φως. [49]

Ως αποτέλεσμα της μείωσης των καροτενοειδών, το ανθρώπινο δέρμα που εκτίθεται στο μπλε φως, μπορεί να παράγει ελεύθερες ρίζες. Αυτό το οξειδωτικό στρες στις μελανογόνες πρόδρομες ουσίες μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγές στη μελάγχρωση, με αποτέλεσμα ένα σταδιακό και σταθερό επίπονο σκουρόχρωμο δέρμα. Μελέτες το έχουν επιβεβαιώσει, με θετικά κύτταρα με Melan-A στο δέρμα εκτεθειμένα στο μπλε φως. Αυτή η ποσότητα που εφαρμόζεται διακόπτει τη λειτουργία των μελανοκυττάρων, προκαλώντας έτσι υπερμελάγχρωση, μέλασμα και αναμοιόμορφες σκούρες κηλίδες. Είναι ενδιαφέρον ότι αυτό φαίνεται να επηρεάζει περισσότερο τα άτομα με πιο σκούρες αποχρώσεις από την έκθεση στο ορατό φως. Ο λόγος έγκειται στο σύμπλεγμα πρωτεϊνών τυροσινάσης και ντοπαχρώμης ταυτομεράσης, το οποίο είναι πιο διαδεδομένο στα μελανοκύτταρα που

παρατηρούνται σε πιο σκούρες επιδερμίδες. Το μπλε φως ενεργοποιεί την παραγωγή της προφλεγμονώδους κυτοκίνης TNF- ενεργοποιητική πρωτεΐνη 1 (AP-1) και τον πυρηνικό παράγοντα b (NF-b). Οδηγεί σε ερυθρότητα και πρήξιμο, ειδικά όταν εκτίθεται σε παρόμοια επίπεδα ακτινών UVA. [50]

Σε γενικές γραμμές, το μπλε φως μπορεί να παράγει αντιδραστικά είδη οξυγόνου. Ένα αντιδραστικό είδος οξυγόνου είναι ένα ασταθές μόριο που περιέχει οξυγόνο και αλληλεπιδρά με άλλα μόρια. Η κύρια ελεύθερη ρίζα που παράγεται λόγω της έκθεσης στο μπλε φως είναι το υπεροξειδίο (ROO-), μια εξαιρετικά δραστική ρίζα ανιόντων που παράγεται από τις φλαβίνες. Η έρευνα δείχνει ότι η δημιουργία υπεροξειδίου μέσω της έκθεσης στο μπλε φως θα μπορούσε να συμβάλει σημαντικά στη γήρανση του δέρματος και στην καρκινογένεση. Η υπερβολική έκθεση σε ROS μπορεί να βλάψει τα κύτταρα του δέρματος, να επιταχύνει τη γήρανση, να προκαλέσει υπερμελάγχρωση και να προκαλέσει μέλασμα.

Αυτές οι ασταθείς χημικές ουσίες όχι μόνο προκαλούν βλάβη στο DNA, αλλά οδηγούν επίσης σε φλεγμονή και διάσπαση του υγιούς κολλαγόνου και ελαστίνης του δέρματος, συμβάλλοντας περαιτέρω στη χαλάρωση του δέρματος, στην πρόωρη γήρανση και στις ρυτίδες. Μέσα στα κύτταρα του δέρματος, το μπλε φως ενεργοποιεί ένζυμα γνωστά ως μεταλλοπρωτεϊνάσες μήτρας (MMPs), τα οποία έχει αποδειχθεί ότι διασπούν το κολλαγόνο και επιταχύνουν τη διαδικασία γήρανσης. Τα MMP όχι μόνο αποδομούν το υπάρχον κολλαγόνο αλλά εμποδίζουν επίσης τη σύνθεση νέου κολλαγόνου, εμποδίζοντας τη φυσική διαδικασία επούλωσης. Τα επίπεδα αντιοξειδωτικών στα κύτταρα επηρεάζονται επίσης από το ROS και μετά την έκθεση στο μπλε φως, αυτά τα αντιοξειδωτικά εξαντλούνται στο σώμα. Ενδέχεται να χρειαστούν έως και 24 ώρες για να ενεργοποιηθούν οι εγγενείς μηχανισμοί επιδιόρθωσης του σώματος. Ενώ τα εξωγενή αντιοξειδωτικά που εφαρμόζονται τοπικά, καταναλώνονται από το στόμα ή και τα δύο, έχουν αποδειχθεί ευεργετικά στην αντιμετώπιση της επίδρασης της υπεριώδους ακτινοβολίας, η αποτελεσματικότητά τους έναντι του μπλε φωτός παραμένει αβέβαιη. Είναι ενδιαφέρον ότι η πλειοψηφία του υπεροξειδίου μετατρέπεται γρήγορα σε υπεροξειδίο του υδρογόνου. Το μπλε φως δεν βλάπτει απαραίτητα τα κύτταρα υπερνικώντας την αντιοξειδωτική τους άμυνα, αλλά παράγοντας συνεχώς μικρές ποσότητες ριζών που μπορεί να διαφύγουν την τακτική άμυνα του σώματος και να προκαλέσουν μόνιμη βλάβη στο DNA με την πάροδο του χρόνου. [51]

## Κεφάλαιο 2: Δραστικά συστατικά κατά του blue light.

### 2.1 Εισαγωγή

Το μπλε φως, έχει συσχετιστεί με διάφορες ανησυχίες για το δέρμα, παροτρύνοντας τη διερεύνηση των ενεργών συστατικών μειωθεί ο αντίκτυπός του. Οι έρευνες δείχνουν ότι η έκθεση στο μπλε φως είναι η αφορμή για την παραγωγή αντιδραστικών αντιδραστικών ειδών οξυγόνου (ROS). Τα δραστικά συστατικά που χρησιμοποιούνται για την εξουδετέρωση των επιδράσεων του μπλε φωτός περιλαμβάνουν συνήθως αντιοξειδωτικά. Αυτά τα συστατικά αποτελούν τη βάση των συνθέσεων περιποίησης δέρματος που στοχεύουν στην αντιμετώπιση ειδικών προκλήσεων που θέτει η έκθεση στο μπλε φως και αποτελούν σημαντικό κομμάτι για τη διαχείριση των επιπτώσεων της ψηφιακής γήρανσης.

## 2.2 *Melissa officinalis* (company Cosmetics)

Το *Melissa officinalis* L. (μελισσόχορτο) είναι ένα βρώσιμο πολυετές βότανο της οικογένειας Lamiaceae. Το όνομά του προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις μέλισσα (*melissa*) και μέλι (*meli*). Υπάρχουν παγκόσμιες καταγραφές για τη φαρμακευτική και μαγειρική του χρήση.

### 2.2.1 Μηχανισμός δράσης

Το *Melissa officinalis* φημίζεται στη λαϊκή ιατρική για τις επιδράσεις ενίσχυσης της μνήμης, την προαγωγή της μακροζωίας, τη δράση κατά των γαστρεντερικών διαταραχών, τους ρευματισμούς, το Αλτσχάιμερ, τις παθήσεις του θυρεοειδούς, τους κολικούς, την αναιμία, τη ναυτία, τον ίλιγγο, τη συγκοπή, το άσθμα, τη βρογχίτιδα, την αμηνόρροια, τις καρδιακές διαταραχές, αϋπνία, ημικρανίες, νευρική κατάσταση, κακουχία, κατάθλιψη, ψύχωση, υστερία και πληγές. [63] Αρκετές επιστημονικές εργασίες επιβεβαιώνουν τη φαρμακευτική αποτελεσματικότητα των σκευασμάτων *Melissa officinalis*, καθώς και τις αντιοξειδωτικές και άλλες ιδιότητές του, υποδηλώνοντας τη χρήση του για την πρόληψη ασθενειών που σχετίζονται με το οξειδωτικό στρες [64]. Η βιοδραστικότητα των εκχυλισμάτων *Melissa officinalis* αποδίδεται κυρίως, όπως και για κάθε άλλο φυτικό σκεύασμα, στην ποιοτική και ποσοτική σύνθεση των δευτερογενών μεταβολιτών. Το ροσμαρινικό οξύ είναι ένας εστέρας του καφεϊκού οξέος και είναι ένα κύριο βιοδραστικό συστατικό των εκχυλισμάτων *Melissa officinalis* [65]. Η περιεκτικότητα σε ροσμαρινικό οξύ και φαινολικά οξέα στο εκχύλισμα *Melissa officinalis* ποικίλλει σε μεγάλο βαθμό. Η μεταβλητότητα σχετίζεται με πολλούς παράγοντες, οι οποίοι είναι δύσκολο να ελεγχθούν: εποχές, ηλικία φυτών, γεωγραφικές περιοχές ανάπτυξης και ιστοί που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή προϊόντων [66].

Έχουν περιγραφεί πολυάριθμες φαρμακολογικές δράσεις του ροσμαρινικού οξέος. Μεταξύ άλλων δραστηριοτήτων, προστατεύει τις κυτταρικές μεμβράνες από οξειδωτική βλάβη [67]. Οι Fernando et al. [68] έδειξε ότι η επεξεργασία με ροσμαρινικό οξύ κυτταρικής σειράς κερατινοκυττάρων από κύτταρα ανθρώπινου δέρματος (HaCaT) που είχαν καταστραφεί από ακτινοβολία UVB ανέκτησε τα επίπεδα έκφρασης της πρωτεΐνης Nrf2 (Πυρηνικός παράγοντας ερυθροειδούς 2 που

σχετίζεται με τον παράγοντα 2) από το κυτταρόπλασμα στον πυρήνα. Αυτά τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι το ροσμαρινικό οξύ μπορεί να προστατεύσει τα κυτταρικά περιβάλλοντα από βλάβες από ελεύθερες ρίζες και ως εκ τούτου να ενισχύσει το κυτταρικό αντιοξειδωτικό αμυντικό σύστημα. Ένα συστατικό υψηλά τυποποιημένο σε rosmarinic acid που ελήφθη από μια επιλεγμένη κυτταρική σειρά *Melissa officinalis*, για την προστασία του δέρματος από το μπλε φως και τις βλάβες IR.

### 2.2.2 In-vitro δοκιμασίες αποτελεσματικότητας

Εμφυτεύματα ανθρώπινου ζωντανού δέρματος παρασκευάστηκαν από κοιλιοπλαστική (αισθητική χειρουργική) από μια 35χρονη υγιή Καυκάσια γυναίκα με φωτότυπο II-III (ταξινόμηση Fitzpatrick), μετά από ενημερωμένη συγκατάθεση. Το φυτικό σύμπλεγμα *Melissa officinalis* (MO) έχει παρασκευαστεί σε αποστειρωμένο απεσταγμένο νερό σε 0,05% και 0,1% (β/ο). Διαδοχικά, το MO στο 0,05% και το MO στο 0,1% εφαρμόστηκαν τοπικά με βάση τα 2 mg/cm<sup>2</sup> και απλώθηκαν χρησιμοποιώντας μια μικρή σπάτουλα την ημέρα 0 (D0), ημέρα 1, ημέρα 4 και ημέρα 5, (30 λεπτά πριν από το μπλε φως ή έκθεση στην υπέρυθη ακτινοβολία). Τα μοσχεύματα δέρματος εκτέθηκαν σε μπλε φως χρησιμοποιώντας τη συσκευή Solarbox® (SATIE, Cergy-Pontoise, Γαλλία), η οποία είναι ένα σύστημα ακτινοβολίας ορατού φωτός. Η πηγή φωτός εξασφαλίζεται από ένα σύνολο διαμορφώσιμων διόδων εκπομπής φωτός ικανές να παρέχουν ορατή μπλε ακτινοβολία με φάσμα εκπομπής 420 έως 580 nm, με κορυφή στα 455 nm. Η πηγή φωτός εξασφαλίζεται από ένα σύνολο διαμορφώσιμων διόδων εκπομπής φωτός ικανές να παρέχουν ορατή μπλε ακτινοβολία με φάσμα εκπομπής 420 έως 580 nm, με κορυφή στα 455 nm.

Την ημέρα 6 (D6), 24 ώρες μετά την έκθεση στο μπλε φως ή στο υπέρυθρο, τα εκφυτεύματα από κάθε παρτίδα συλλέχθηκαν και κόπηκαν σε δύο μέρη. Το μισό στερεώθηκε σε ρυθμισμένη φορμαλίνη και το άλλο μισό καταψύχθηκε στους -80 °C. Το φυτικό σύμπλεγμα *Melissa officinalis* σε 0,05% w/w παρουσιάζει μια αρκετά καλή δράση προστασίας έναντι της ακτινοβολίας μπλε φωτός μειώνοντας εν μέρει την ενεργοποίηση που προκαλείται από το μπλε φως Nrf2. Η υψηλότερη συγκέντρωση (0,1% w/w) του φυτοσυμπλέγματος παρουσιάζει καλή δράση προστασίας έναντι της ακτινοβολίας μπλε φωτός μειώνοντας πλήρως την ενεργοποίηση που προκαλείται από το μπλε φως Nrf2, υποδηλώνοντας ότι το φυτικό σύμπλεγμα *Melissa officinalis* είναι σε θέση να διατηρεί μια υγιή ισορροπία αντιοξειδωτικών απόκριση στην ακτινοβολία μπλε φωτός.

#### **Αποτέλεσμα:**

Το *Melissa officinalis* phytocomplex είναι ένα νέο τυποποιημένο καλλυντικό συστατικό που λαμβάνεται με in vitro καλλιέργεια φυτικών κυττάρων με υψηλή αποτελεσματικότητα για την προστασία του δέρματος από το οξειδωτικό στρες, το

μπλε φως και την ακτινοβολία των βλαβών στο υπέρυθρο. Η in vitro καλλιέργεια φυτικών κυττάρων μας επέτρεψε να αποκτήσουμε ένα φυτικό σύμπλεγμα με υψηλή περιεκτικότητα σε ροσμαρινικό οξύ και χωρίς περιβαλλοντικούς ρύπους χρησιμοποιώντας μια οικολογικά βιώσιμη διαδικασία. Αυτό το φυτικό σύμπλεγμα *Melissa officinalis* επιδεικνύει αντιοξειδωτική δράση μειώνοντας την παραγωγή ROS και συνεπώς την οξειδωτική βλάβη του δέρματος που προκαλείται από την έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία και το μπλε φως. Το φυτικό σύμπλεγμα *Melissa officinalis* είναι ένα νέο καινοτόμο δραστικό συστατικό για καλλυντικά προϊόντα που είναι σε θέση να προστατεύει το δέρμα από τις βλάβες από το φως και την έκθεση στην οθόνη.

### 2.3 Blumilight™ Biofunctional (Company Asland)

INCI Name: Water, Butylene Glycol, Theobroma Cacao (Cocoa) Seed Extract

#### 2.3.1 Εισαγωγή

Το Blumilight™ biofunctional είναι ένα εκχύλισμα σπόρων κακάο *Theobroma* που βοηθά το δέρμα να καταπολεμήσει τη ρύπανση του μπλε φωτός. Μια βιώσιμη προμήθεια από το Alto Piura στο Περού επιτρέπει την επιλογή μιας σπάνιας και premium ποικιλίας κακάο: criollo porcelana, που βραβεύεται από τους λάτρεις της σοκολάτας για την ανώτερη γεύση και την ποιότητά του.

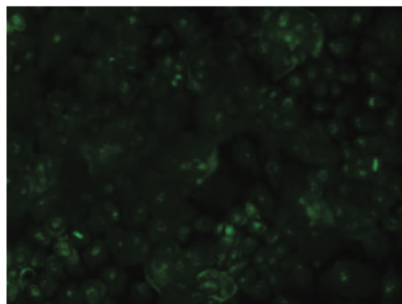
Το Blumilight περιέχει πεπτίδια κακάο, σακχαρίτες και πολυφαινόλες που προέρχονται από σπόρους που δεν έχουν υποστεί ζύμωση. Λόγω της μοναδικής σύνθεσής του, το Blumilight συνδέεται με καλύτερη αντίσταση στην καταπόνηση του μπλε φωτός, σε σύγκριση με τις συμβατικές πολυφαινόλες κακάο, in vitro. Περιορίζοντας τις ορατές επιπτώσεις της ρύπανσης του μπλε φωτός στο δέρμα, το Blumilight αντιμετωπίζει τον μεταβαλλόμενο τρόπο ζωής των καταναλωτών σε έναν υπερσυνδεδεμένο κόσμο.

#### 2.3.2 In-vitro δοκιμασίες αποτελεσματικότητας / blue light stress

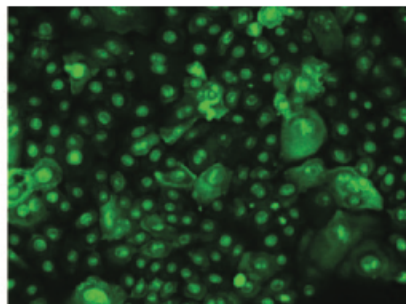
Το Blumilight σχετίζεται με λιγότερο αντιδραστικό οξυγόνο (in vitro)

Η κυτταρική καλλιέργεια έγινε σε φυσιολογικά ανθρώπινα κερατινοκύτταρα όπου το Blumilight εφαρμόστηκε σε ποσοστό 0,1% για 48 ώρες. Καταπόνηση: Μπλε LED 415 nm (3 mW/cm<sup>2</sup> - 18 λεπτά) στις 24 ώρες και 48 ώρες και η αξιολόγηση έγινε με χρώση έντασης φθορισμού CellROX.

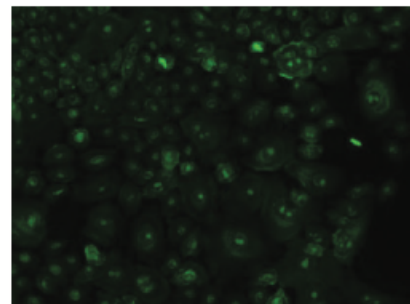




Εικόνα 2. Χωρίς θεραπεία (Σκούρο)



Εικόνα 3. Blue light stress



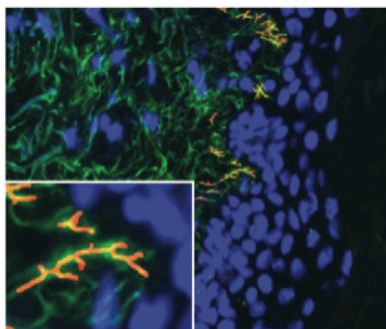
Εικόνα 4. Blue light stress + Blumilight 0,1%

### **Αποτέλεσμα:**

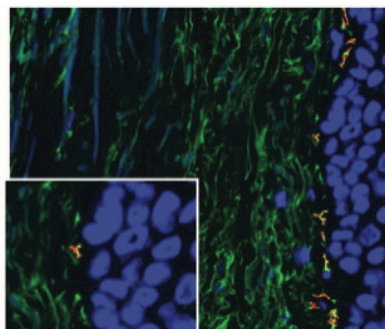
Η προσθήκη του Blumilight σε ποσοστό 0,1% σε φυσιολογικά ανθρώπινα κερατινοκύτταρα, μας έδειξε ως αποτέλεσμα την καλύτερη αντίσταση και καταπόνηση του μπλε φωτός.

#### 2.3.3 Εx-vivo δοκιμασίες αποτελεσματικότητας / Βιοδείκτες γήρανσης

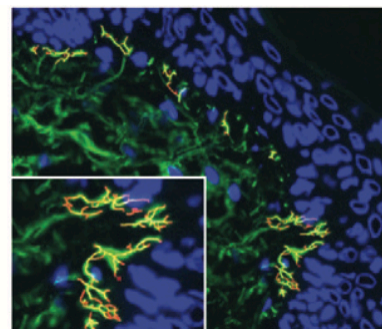
Η κυτταρική καλλιέργεια έγινε από βιοψία δέρματος από γυναίκα 54 ετών, όπου η εφαρμογή του Blumilight έγινε σε ποσοστό 1% για 72 ώρες. Καταπόνηση: Μπλε LED 470 nm (5 mW/cm<sup>2</sup> - 18 λεπτά) στις 24 ώρες και 48 ώρες και αξιολόγηση: ανοσοχρώση Fibrillin-1 και επεξεργασία εικόνας με τη βοήθεια υπολογιστή.



Εικόνα 5. Εικονικό φάρμακο (Σκοτεινό)



Εικόνα 6. Blue light stress



Εικόνα 7. Blue light stress + Blumilight 1%

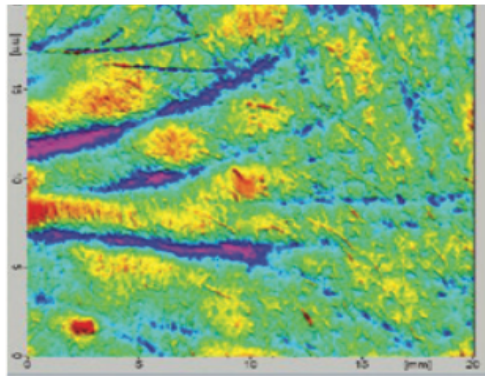
### **Αποτέλεσμα**

Το Blumilight σχετίζεται με μια ορατή βελτίωση του δικτύου ινών ελαστίνης σε ποσοστό 1% για 72 ώρες, από βιοψία δέρματος. Στη φωτογραφία 7, φαίνεται καθαρά αυτή η βελτίωση.

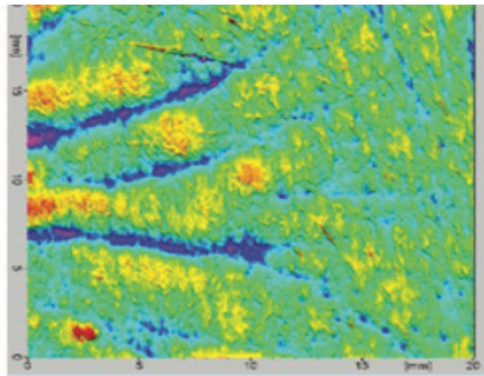
#### 2.3.4 Ρυτίδες του δέρματος

Ο στόχος της μελέτης ήταν να αξιολογήσει μια σύνθεση κρέμας που περιέχει Blumilight σε 1% στις ρυτίδες σε εθελοντές που εκτέθηκαν στο μπλε φως (tablet, κινητό τηλέφωνο και υπολογιστή) κατά μέσο όρο 3,8 ώρες την ημέρα.

Η μελέτη έγινε σε 20 εθελοντές (ηλικίες 40-66 χρονών) με εφαρμογή της κρέμας 2 φορές την ημέρα στο πρόσωπο για διάρκεια 8 εβδομάδων. Οι επισκέψεις ελέγχου έγιναν ως εξής: D0 (day 0 / ημέρα 0) και D56 (day 56 / ημέρα 56). Μετρήσεις: dermaTOP\* ανάλυση. Τα καλύτερα αποτελέσματα εθελοντών ήταν του εθελοντή #1, 56 ετών όπου θα παρατηρήσουμε τις διαφορές και τις βελτιώσεις στις παρακάτω εικόνες.



Εικόνα 8. Ρυτίδες δέρματος, ημέρα 0



Εικόνα 9. Ρυτίδες δέρματος, ημέρα 56. Εφαρμογή Blumilight 1%

## **Αποτέλεσμα**

Το Blumilight στο 1% σχετίζεται με λιγότερο ορατές ρυτίδες (κύριες ρυτίδες και λεπτές γραμμές) και με πιο λεία επιφάνεια δέρματος από έκθεση σε μπλε φως ακτινοβολία, όπως παρατηρείται και στις φωτογραφίες 8,9 – μετά από εφαρμογή κρέμας 2 φορές την ημέρα για 56 ημέρες.

## 2.4 Ectoin® natural (company bitop) INCI (EU/PCPC) Declaration: Ectoin

### 2.4.1 Εισαγωγή

Το Ectoin® natural είναι ένα αμφοτερικό μόριο που δεσμεύει το νερό (παράγωγο κυκλικού αμινοξέος). Συσσωρεύει «Ectoin®-Hydro-Complexes» γύρω από τα κύτταρα στον ιστό, το δέρμα. Σταθεροποιεί, διατηρεί και προστατεύει τις βιολογικές δομές (μεμβράνες, πρωτεΐνες, ένζυμα και νουκλεϊκά οξέα).

Το Ectoin® natural είναι ένα εξαιρετικό μόριο προστασίας.



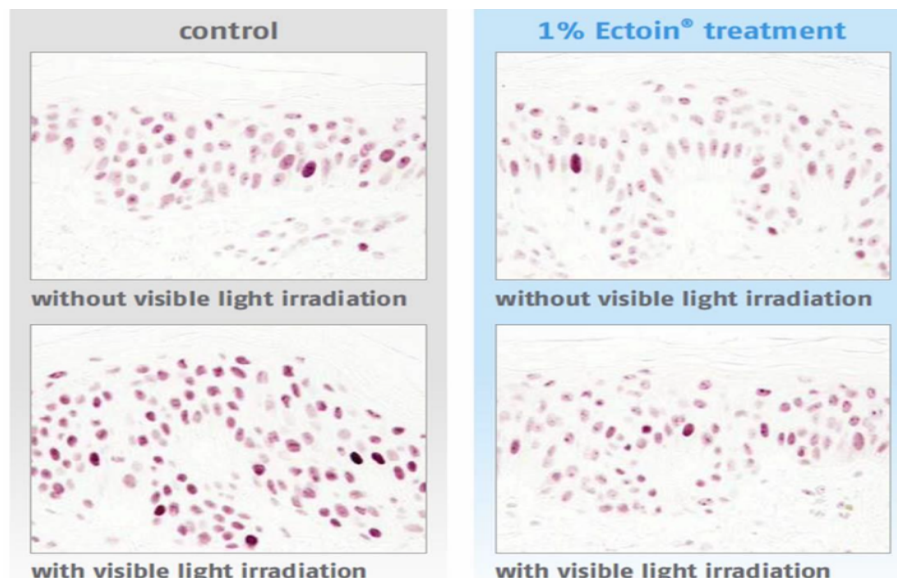
Το Ectoin® natural προστατεύει τα ακραία φιλικά άτομα από περιβαλλοντικές πιέσεις όπως διακυμάνσεις στη θερμοκρασία, υψηλές συγκεντρώσεις αλατιού, ισχυρή υπεριώδη ακτινοβολία ή αφυδάτωση.

#### 2.4.2 Ex-vivo δοκιμασίες αποτελεσματικότητας

Ζωντανά μοσχεύματα ανθρώπινου δέρματος από μια υγιή Καυκάσια γυναίκα. Το προϊόν δοκιμής παρασκευάστηκε ως υδατικό διάλυμα που περιέχει 1% Ectoin® φυσικό και εικονικό φάρμακο (placebo). Η εφαρμογή έγινε με τοπική θεραπεία (1 μl/εκφύτευμα) για 4 ημέρες, έκθεση σε ορατό/μπλε φως (65 J/cm<sup>3</sup>) την ημέρα 4, δειγματοληψία μοσχευμάτων δέρματος την ημέρα 5, ανοσοχρώση Nrf2 και MC1R. Η παράμετρος δοκιμής: Nrf2 (βασικός μεταγραφικός παράγοντας στην κυτταρική απόκριση στο οξειδωτικό στρες) MC1R (υποδοχέας μελανοκορτίνης 1, δείκτης μελάγχρωσης).

#### **Προστασία από το μπλε φως: μείωση του οξειδωτικού στρες. Αποτέλεσμα:**

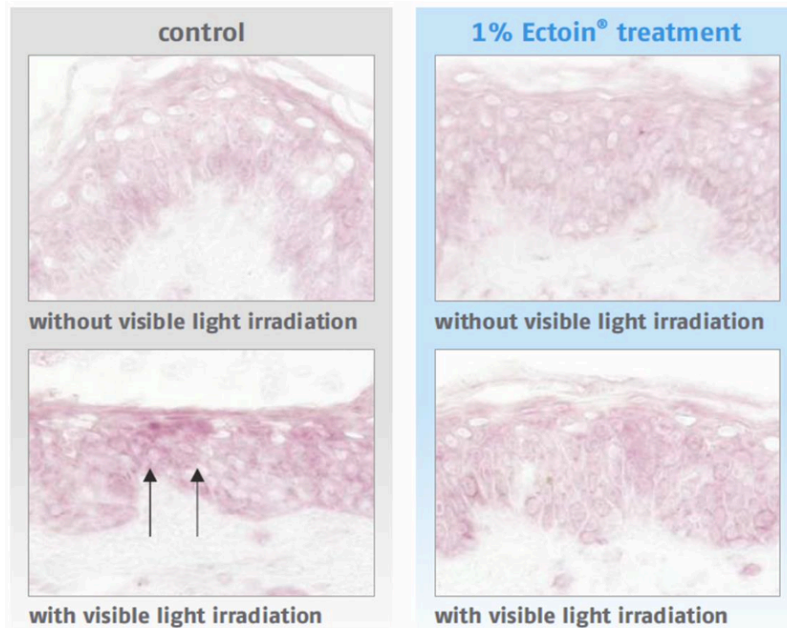
Η προεπεξεργασία των μοσχευμάτων δέρματος με 1% Ectoin® natural είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση του στρες του δέρματος που προκαλείται από το μπλε φως. Τα εκφυτεύματα δέρματος που υποβλήθηκαν σε επεξεργασία με Ectoin® natural και ακτινοβολήθηκαν με μπλε φως έδειξαν σημαντικά χαμηλότερη περιεκτικότητα σε Nrf2 σε σύγκριση με τον έλεγχο. Το Ectoin® natural ήταν σε θέση να μειώσει την απόκριση του οξειδωτικού στρες του κυττάρου στο μπλε φως.



Εικόνα 10, μείωση του οξειδωτικού στρες με 1% Ectoin με και χωρίς ακτινοβολία ορατού φωτός.

#### **Προστασία από το μπλε φως: μείωση της μελάγχρωσης του δέρματος. Αποτέλεσμα:**

Η προεπεξεργασία των μοσχευμάτων δέρματος με 1% Ectoin® natural είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της μελανογένεσης που προκαλείται από το μπλε φως. Τα μοσχεύματα δέρματος που υποβλήθηκαν σε θεραπεία με Ectoin® natural έδειξαν σημαντικά χαμηλότερη περιεκτικότητα σε MC1R σε σύγκριση με τον έλεγχο. Το Ectoin® natural είναι σε θέση να μειώσει τη μελάγχρωση του δέρματος που προκαλείται από το ορατό φως με την πρόληψη και τη μείωση της υπερέκφρασης του MC1R.



Εικόνα 11. Μείωση της μελάγχρωσης του δέρματος με και χωρίς ακτινοβολία ορατού φωτός.

## 2.5 Arctalis™ (company LIPOTRUE)

INCI name of the active ingredient: Pseudoalteromonas ferment extract

Μοσχεύματα ανθρώπινου δέρματος πάρθηκαν από μια γυναίκα 56 ετών. Το προϊόν δοκιμής είναι κρέμα που περιέχει 2% Arctalis με εφαρμογή με τοπική θεραπεία για 4 ημέρες. Έκθεση σε ορατό/μπλε φως (42,5 J/cm<sup>2</sup>) την 2 ώρες την ημέρα. Μετρήσεις: solarbox, ανοσοσήμευση και μικροσκόπιο.



Εικόνα 12. Μόσχευμα ανθρώπινου δέρματος, χωρίς θεραπεία



Εικόνα 13. Χωρίς θεραπεία + Μπλε ακτινοβολία.

Η εικόνα 12, δείχνει το μόσχευμα του ανθρώπινου δέρματος χωρίς θεραπεία. Ενώ, η εικόνα 13 δείχνει το μόσχευμα του ανθρώπινου δέρματος χωρίς θεραπεία αλλά επηρεασμένο από την μπλε ακτινοβολία.



Εικόνα 14. Μόσχευμα ανθρώπινου δέρματος με 2% Arctalis.



Εικόνα 15. Μόσχευμα ανθρώπινου δέρματος με 2% Arctalis + Blue light.

## **Αποτέλεσμα**

Μετά την εφαρμογή του Arctalis 2% για 4 ημέρες με τοπική θεραπεία, καταλαβαίνουμε μια πολύ έντονη διαφορά ανάμεσα στο δέρμα χωρίς θεραπεία και αυτό που πήρε την θεραπεία. Επίσης, μεγάλη διαφορά παρατηρούμε στο δέρμα που είχε έξτρα έκθεση σε μπλε ακτινοβολία για 2 ώρες την ημέρα. Το αποτέλεσμα του Arctalis άφησε πολύ καλές εντυπώσεις και ευχαριστημένους τους ασθενείς.

## **2.6 IBR-URBIOTECT™ (company LucasMeyer Cosmetics)**

**INCI: Glycerin, Water and Inula Helenium extract**

Το Inula Helenium πήρε το όνομά του από την Ελένη της Τροίας, την πιο όμορφη γυναίκα που περπάτησε ποτέ σε αυτή τη γη. Ο θρύλος λέει ότι αυτό το φυτό μεγάλωσε εκεί που τα δάκρυα της Ελένης έπεσαν στο έδαφος όταν την απήγαγε ο

Πάρης. Είτε ήταν δάκρυα χαράς είτε δάκρυα λύπης..ενέπνευσαι να σχεδιαστεί το IBR- UrBioTect™.

Προστατεύει από την αστική ρύπανση και τη φθορά του μπλε φωτός για υγιές, λαμπερό, ενυδατωμένο και απαλό δέρμα - Μειώνει τα ορατά σημάδια γήρανσης του δέρματος —όπως τις ρυτίδες— και αυξάνει την ελαστικότητα.

### 2.6.1 Μηχανισμός Δράσης

Πρωθεί την ενδυνάμωση και την ακεραιότητα του δερματικού φραγμού.

Μειώνει τις αναθυμιάσεις ντίζελ / από τον καπνό του τσιγάρου που προκαλείται από τη φλεγμονή.

Μειώνει τις βλάβες ROS/οξειδωτικού στρες που προκαλείται από το μπλε φως (HEV) (καρβονυλίωση πρωτεϊνών).

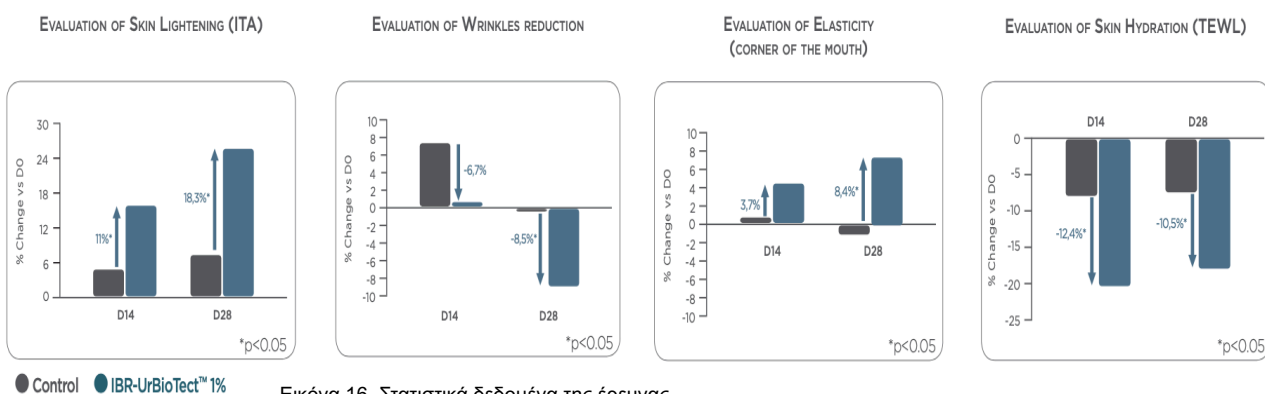
### 2.6.2 In-vitro δοκιμασίες αποτελεσματικότητας

Η μελέτη έγινε σε 26 γυναίκες, ηλικίες μεγάλης γκάμας (46-60 ετών) με βαριές καπνιστικές συνήθειες (>10 τσιγάρα/ημέρα) και με έντονα σημάδια γήρανσης στη περιοχή του ματιού και πόδι χήνας.

Η εφαρμογή ήταν η εξής: 2 φορές την ημέρα για 4 εβδομάδες, τοπική θεραπεία τζελ-κρέμας που περιέχει 1% IBR-UrBioTect™ ή εικονικό φάρμακο (placebo) στο μισό πρόσωπο.

Οι αξιολογήσεις έγιναν με: TEWL, λάμψη δέρματος με χρήση χρωμόμετρου, ρυτίδες και χρήση Visia και ελαστικότητας με χρήση Cutometer.

Μετά τις 4 εβδομάδες της θεραπείας, παρατηρήθηκαν αυτοί οι παράμετροι:



Εικόνα 16. Στατιστικά δεδομένα της έρευνας.

Την ημέρα 14 και 28, μετρήθηκαν οι ασθενείς. Παρατηρήθηκαν μεγάλες διαφορές στην αξιολόγηση της λεύκανσης του δέρματος, αξιολόγηση της μείωσης των

ρυτίδων, αξιολόγηση της ελαστικότητας και αξιολόγηση της ενυδάτωσης του δέρματος.



Εικόνα 17. Πριν και μετά την θεραπεία με τζελ / κρέμα 1% IBR-UrBioTectTM.

### **Αποτέλεσμα**

Μετά την θεραπεία, 28 ημέρες μετά, οι μετρήσεις των ασθενών (D14, D28) είχαν τεράστιες διαφορές σε: αύξηση της λεύκανσης του δέρματος, μείωση ρυτίδων, αύξηση ελαστικότητας και αύξηση της ενυδάτωσης του δέρματος.

Μέρος Β'

## Κεφάλαιο 3: Τρόποι αντιμετώπισης

### 3.1 Αντιηλιακά - Εισαγωγή

Η υπεριώδης ακτινοβολία (UV) έχει αποδειχθεί ότι προκαλεί δερματικές διαταραχές, συμπεριλαμβανομένων των ηλιακών εγκαυμάτων και των σχετικών συμπτωμάτων παρατεταμένης έκθεσης. Έχει αναφερθεί ότι τα αντιηλιακά έχουν ευεργετικά αποτελέσματα στη μείωση της συχνότητας δερματικών διαταραχών (ηλιοκαύση, γήρανση του δέρματος και ανοσοκαταστολή) μέσω της ικανότητάς τους να απορροφούν, να αντανακλούν και να διαχέουν την υπεριώδη ακτινοβολία. Πολλά εμπορικά προϊόντα έχουν πρόσφατα κατασκευαστεί όχι μόνο από συνηθισμένα



οργανικά και ανόργανα φίλτρα υπεριώδους ακτινοβολίας, αλλά και από υβριδικά και βοτανικά συστατικά χρησιμοποιώντας τυπικές συνθέσεις (γαλάκτωμα, γέλη, αεροζόλ και στικ). Συγκεκριμένα, αυτά τα προϊόντα έχουν συμπληρωθεί με αρκετές εξέχουσες ιδιότητες για προστασία από τις αρνητικές επιπτώσεις όχι μόνο της UVB, αλλά και της UVA. Ωστόσο, η χρήση αντηλιακού έχει αντιμετωπίσει πολλές προκλήσεις, συμπεριλαμβανομένης της πρόκλησης φωτοαλλεργικής δερματίτιδας, της μόλυνσης του περιβάλλοντος και της ανεπάρκειας παραγωγής βιταμίνης D. Ως εκ τούτου, οι καταναλωτές θα πρέπει να εφαρμόζουν αποτελεσματικά τα κατάλληλα προϊόντα για τη βελτίωση της αντηλιακής προστασίας. καθώς και για την αποφυγή των παρενεργειών του αντηλιακού.

Η ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στην επιφάνεια της γης περιλαμβάνει υπεριώδη (UV), ορατό φως και υπέρυθρες (IR) ακτίνες [69]. Τα φάσματα όλης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας κυμαίνονται από 100 nm έως 1 mm, όπου η υπεριώδης ακτινοβολία έχει το μικρότερο μήκος κύματος (200–400 nm) σε σύγκριση με το ορατό φως (400–740 nm) και το IR (760–1.000.000 nm). Η υπεριώδης ακτινοβολία αποτελεί περίπου το 10% της συνολικής παραγωγής φωτός του ήλιου [70]. Το ευρύ φάσμα της UV ακτινοβολίας υποδιαιρείται σε τρεις συνιστώμενες περιοχές (UVA, UVB και UVC). Εκεί, η UVA έχει το μεγαλύτερο μήκος κύματος (320-400 nm) αλλά το μικρότερο ενεργειακό φωτόνιο, ενώ το μήκος κύματος UVB βρίσκεται στο μεσαίο διάστημα (280-320 nm) και το UVC έχει το μικρότερο μήκος κύματος (100-280 nm) αλλά την υψηλότερη ενέργεια. [70] Κατά τη διάρκεια των δεκαετιών ανάπτυξης, τα αντηλιακά έχουν βελτιωθεί βήμα-βήμα, συνοδεύοντας τους φωτοπροστατευτικούς παράγοντες [71]. Βεβαίως, τα πρόσφατα αντηλιακά έχει βρεθεί ότι όχι μόνο αντιμετωπίζουν τις επιδράσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας, αλλά προστατεύουν επίσης το δέρμα από άλλους κινδύνους (π.χ. IR, μπλε φως και ρύπανση) [72,73].

Επιπλέον, η φωτοπροστατευτική αποτελεσματικότητα του αντηλιακού προσδιορίζεται μέσω του παράγοντα αντηλιακής προστασίας (SPF) και του βαθμού προστασίας των τιμών UVA (PA). Σύμφωνα με τους κανονισμούς της Υπηρεσίας Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA), τα εμπορικά προϊόντα πρέπει να φέρουν ετικέτα με τιμές SPF που υποδεικνύουν πόσο καιρό θα προστατεύουν τον χρήστη από την υπεριώδη ακτινοβολία και πρέπει να δείχνουν την αποτελεσματικότητα της προστασίας [74]. Βεβαίως, οι τιμές SPF είναι γενικά στο εύρος 6–10, 15–25, 30–50 και 50+, που αντιστοιχούν σε χαμηλή, μεσαία, υψηλή και πολύ υψηλή προστασία, αντίστοιχα [74]. Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένες θεμελιώδεις παρεξηγήσεις σχετικά με το SPF. Κάποιο επιχείρημα είναι ότι ένα αντηλιακό SPF 15 μπορεί να απορροφήσει το 93% των ερυθματογόνων ακτινοβολιών UV, ενώ ένα προϊόν με SPF 30 μπορεί να μπλοκάρει το 96%, που είναι λίγο περισσότερο από 3% περισσότερο. [75]

### 3.2 Ταξινόμηση αντηλιακών παραγόντων

Οι αντηλιακές ουσίες κατηγοριοποιούνται σε ανόργανα και οργανικά φίλτρα UV που έχουν συγκεκριμένους μηχανισμούς δράσης κατά την έκθεση στο ηλιακό φως. Οι ανόργανοι παράγοντες αντανακλούν και διασκορπίζουν το φως, ενώ οι οργανικοί αποκλειστές απορροφούν την υπεριώδη ακτινοβολία υψηλής ενέργειας [76,77]. Πρόσφατα, τα υβριδικά υλικά που συνδυάζουν ιδιότητες οργανικών και ανόργανων ενώσεων έχουν προσελκύσει την προσοχή των επιστημόνων ως πολλά υποσχόμενος αντηλιακός παράγοντας. Είναι αξιοσημείωτο ότι οι βοτανικοί παράγοντες, οι οποίοι περιέχουν μεγάλη ποσότητα αντιοξειδωτικών ενώσεων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ανενεργά συστατικά για την προστασία του δέρματος από ανεπιθύμητες ενέργειες (π.χ. φωτογήρανση, ρυτίδες και χρωστική ουσία).

Ο σκοπός της χρησιμοποίησης των αντηλιακών προϊόντων είναι να εμποδίσουν ή τουλάχιστον να ελαχιστοποιήσουν τις επιβλαβείς επιδράσεις της ηλιακής ακτινοβολίας επιτρέποντας ταυτόχρονα το μαύρισμα του δέρματος χωρίς οδυνηρά αποτελέσματα. Τα προϊόντα αυτά περιέχουν αντηλιακές ουσίες (sunscreen agents, sunscreens) οι οποίες είτε απορροφούν είτε ανακλούν ή/και σκεδάζουν την υπεριώδη περιοχή της ηλιακής ακτινοβολίας. Οι αντηλιακές ουσίες που δρουν με απορρόφηση και που πολλές φορές λέγονται και φίλτρα υπεριωδών ακτίνων (UV filters), είναι είτε οργανικές ουσίες κυρίως αρωματικής φύσεως είτε τα ανόργανα πιγμέντα, όπως το διοξείδιο του τιτανίου και το οξείδιο του ψευδαργύρου, όταν βρίσκονται στη μικρολεπτόκοκκη μορφή. Οι αντηλιακές ουσίες που δρουν με ανάκλαση ή και σκέδαση της υπεριώδους ακτινοβολίας είναι το διοξείδιο του τιτανίου και το οξείδιο του ψευδαργύρου, όταν δεν βρίσκονται στη μικρολεπτόκοκκη μορφή. Αυτές σπάνια χρησιμοποιούνται μόνες τους στα αντηλιακά προϊόντα, γιατί για να είναι αποτελεσματικές απαιτείται, υψηλή συγκέντρωσή τους (10-100%) στο προϊόν, σε αντίθεση με τα φίλτρα υπεριωδών ακτίνων που απαιτούνται συγκεντρώσεις 1-10%, πράγμα το οποίο προκαλεί προβλήματα σταθερότητας και τα καθιστά αισθητικά μη αποδεκτά από τους καταναλωτές. Αυτές οι ουσίες δεν ανακλούν ή σκεδάζουν μόνο την UVB και την UVA αλλά και την ορατή ακτινοβολία αφήνοντας αδιαφάνεια και λευκότητα στο δέρμα.

Τα φίλτρα των υπεριωδών ακτίνων που χρησιμοποιούνται στα αντηλιακά προϊόντα πρέπει να έχουν τις παρακάτω ιδιότητες:

- Να απορροφούν υπεριώδη περιοχή του ηλιακού φωτός χωρίς να διασπώνται πράγμα που θα μείωνε τη δραστηριότητά τους και πιθανόν να προκαλούσε το σχηματισμό ερεθιστικών ή/και τοξικών ουσιών.
- Να έχουν μεγάλο μοριακό συντελεστή απορρόφησης ( $\epsilon$ ), που ονομάζεται επίσης μοριακή απορροφητικότητα, στο μήκος κύματος της μέγιστης απορρόφησης. Ο μοριακός συντελεστής απορρόφησης είναι ένα μέτρο της δραστηριότητας της αντηλιακής ουσίας, γιατί επιτρέπει τη χρησιμοποίηση της σε μικρότερη συγκέντρωση.
- Το μήκος κύματος της μέγιστης απορρόφησης δεν πρέπει να μετατοπίζεται από την επίδραση των άλλων ουσιών που περιέχονται στο προϊόν.

- Να μην είναι πτητικά και υδατοδιαλυτά ώστε να είναι ανθεκτικά στο νερό και στον ιδρώτα.
- Να είναι άοσμα και συμβατά με τις άλλες ουσίες του προϊόντος καθώς επίσης και ευκολόχρηστα.
- Να μην είναι τοξικά, φωτοτοξικά και ερεθιστικά στις συγκεντρώσεις που χρησιμοποιούνται.
- Να μην αποχρωματίζουν ή βιάφουν τα ρούχα, προκαλούν ξήρανση του δέρματος και παράγουν δυσάρεστες οσμές όταν εφαρμόζονται στο δέρμα και τα μαλλιά.
- Να είναι σταθερά στις συνθήκες χρήσης τους ώστε να διατηρούν την προστατευτική τους ικανότητα για μεγάλο χρονικό διάστημα.

### 3.2.1 Οργανικά φίλτρα UV

Οι οργανικοί αναστολείς ταξινομούνται είτε σε UVA (ανθρανιλικό, διβενζοϋλομεθάνιο και βενζοφαινόνες) είτε σε φίλτρα UVB (σαλικυλικά, κινναμικά, παράγωγα παρα-αμινοβενζοϊκού οξέος (PABA) και παράγωγα καμφοράς), τα οποία παίζουν σημαντικό ρόλο στη δραστηριότητα απορρόφησης του αντηλιακού [78]. Ως εκ τούτου, τα αντηλιακά έχουν πρόσφατα ελαχιστοποιήσει ή αποφεύγει τη χρήση αυτών των ενώσεων για την προστασία των καταναλωτών από ανεπιθύμητες ενέργειες.

Η UVA περιοχή που περιλαμβάνει μήκη κύματος από 320 nm μέχρι 400 nm. Η περιοχή αυτή προκαλεί μαύρισμα του δέρματος χωρίς προηγουμένως να αναπτύσσεται σημαντικό ερύθημα και ηλιακό έγκαυμα.

Η UVB περιοχή που περιλαμβάνει μήκη κύματος από 290 nm μέχρι 320 nm. Η περιοχή αυτή προκαλεί μαύρισμα αφού προηγούμενα αναπτύχθει έντονο ερύθημα γι' αυτό άλλωστε ονομάζεται ερυθματογόνος περιοχή. Επίσης, είναι η κυρίως υπεύθυνη για την πρόκληση των ηλιακών εγκαυμάτων, της πρόωρης γήρανσης του δέρματος, των καρκίνων του δέρματος και των φωτοδερματίτιδων.

UVC περιοχή που περιλαμβάνει μήκη κύματος από 200 nm μέχρι 290 nm. Η περιοχή αυτή προκαλεί ερύθημα που όμως δεν ακολουθείται από μαύρισμα. Έχει καταστροφική επίδραση στα κύτταρα και θανατώνει τα βακτήρια, τους μύκητες κλπ., γι' αυτό άλλωστε ονομάζεται μικροβιοκτόνος περιοχή και χρησιμοποιείται για την αποστείρωση διαφόρων χώρων. Η UVC ακτινοβολία δε φθάνει στην επιφάνεια της γης γιατί απορροφάται από το όζον της ατμόσφαιρας. Μπορεί, όμως, να εκπέμπεται από υπεριώδεις τεχνητές πηγές.

Και οι τρεις περιοχές της UV ακτινοβολίας προκαλούν ερύθημα. Η ενέργεια όμως, που απαιτείται, σε ορισμένο χρονικό διάστημα, για να προκαλέσει ένα ελάχιστο κλινικά ορατό ερύθημα είναι διαφορετική για την κάθε περιοχή. Για την περιοχή UVA απαιτείται περίπου χίλιες φορές περισσότερη ενέργεια (20-50



$J \cdot cm^{-2}$ ) και για την UVC περίπου μισή φορά λιγότερη ενέργεια ( $5-20mJ \cdot cm^{-2}$ ) από ότι για την UVB ( $20-50 mJ.cm^2$ ) για να προκαλέσει ένα ελάχιστο ορατώ αναχνεύσιμο ερύθημα.

Η χρονική περίοδος για να προκληθεί ένα ερύθημα και να αποκτήσει τη μέγιστη του ένταση είναι επίσης διαφορετική για την κάθε περιοχή, π.χ. στην περίπτωση της περιοχής UVA το μέγιστης έντασης ερύθημα προκαλείται μετά από περίπου 72 ώρες ενώ της UVB μετά από 12-24 ώρες μετά την έκθεση. Αυτό σημαίνει ότι οι παραγόμενες βιολογικά ενεργές ουσίες που προκαλούν το ερύθημα διαφέρουν ποιοτικά ή /και ποσοτικά στις διάφορες περιοχές της UV ακτινοβολίας.

Επιπλέον, ορισμένα φωτοασταθή φίλτρα (π.χ., η αβοβενζόνη και τα διβενζοϋλομεθάνια) παρουσιάζουν έναν αριθμό φωτοαντιδραστικών αποτελεσμάτων στο σχηματισμό φωτοπροϊόντων που μπορούν να απορροφήσουν σε διαφορετικές περιοχές UV, μειώνοντας επομένως τη φωτοπροστατευτική τους αποτελεσματικότητα [79].

Παλαιότερα στα αντηλιακά προϊόντα χρησιμοποιούσαν UVB φίλτρα που προστάτευαν το δέρμα από το ερύθημα και το ηλιακό έγκαυμα που προκαλούνται από τις εξαιρετικά επιβλαβείς επιδράσεις της UVB ακτινοβολίας. Σκόπιμα, αυτά τα προϊόντα επέτρεπαν τη διαπερατότητα της UVA ακτινοβολίας που είναι πιο δραστήρια στη πρόκληση μαυρίσματος χωρίς την ανάπτυξη σημαντικού ερυθήματος. Σήμερα, που η άποψη της δυνατότητας της UVA ακτινοβολίας να προκαλέσει επιβλαβείς επιδράσεις στο δέρμα, κερδίζει συνεχώς έδαφος, τα αντηλιακά προϊόντα είναι υποχρεωτικό εκτός από προστασία στην UVB ακτινοβολία, να εξασφαλίζουν και προστασία στην UVA ακτινοβολία.

Η UVA προκαλεί ερύθημα αλλά σε πολύ υψηλότερες δόσεις από ότι η UVB ακτινοβολία. Περίπου χίλιες φορές πιο πολύ ενέργεια απαιτείται για την UVA για να προκαλέσει ένα ελάχιστο κλινικά ορατό ερύθημα απ' ότι για την UVB ακτινοβολία. Όμως, λόγω της μεγαλύτερης παρουσίας στην υπεριώδη ακτινοβολία η συνεισφορά της στη ερυθματογόνο ενέργεια του ηλιακού φωτός κυμαίνεται πολλές φορές από 15 μέχρι 39% ανάλογα με το ύψος του ήλιου. Επίσης η χρονική περίοδος για να αποκτήσει το ερύθημα τη μέγιστη του ένταση είναι διαφορετική, περίπου 72 ώρες για την UVA έναντι 12-24 ωρών για τη UVB ακτινοβολία πράγμα που σημαίνει ότι οι βιολογικά ενεργές ουσίες που προκαλούν το ερύθημα διαφέρουν ποιοτικά ή και ποσοτικά στις δύο περιοχές. Σήμερα έχει τεκμηριωθεί επιστημονικά, ότι η UVA δεν είναι η τελείως αβλαβής υπεριώδης ακτινοβολία η οποία προκαλεί μόνο μαύρισμα, αλλά η ακτινοβολία η οποία μπορεί να προκαλέσει τόσο άμεσες, όπως π.χ. ερύθημα και φωτοδερματίτιδες, όσο και μακροπρόθεσμες επιβλαβείς επιδράσεις στο δέρμα όπως π.χ. πρόωρη γήρανση του δέρματος (ακτινική ελάσωση) και καρκίνο του δέρματος.

### 3.2.2 Ανόργανα φίλτρα UV

Υπάρχουν δύο ανόργανα φίλτρα (γνωστά και ως ορυκτά φίλτρα) εγκεκριμένα από τον Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ (FDA): διοξείδιο του τιτανίου

(TiO<sub>2</sub>) και οξείδιο ψευδαργύρου (ZnO). Και τα δύο είναι σωματίδια μεταλλικού οξειδίου.[116] Αυτά τα μόρια απορροφούν, αντανακλούν και διαθλούν τα φωτόνια UV, αλλά λειτουργούν στη φωτοπροστασία κυρίως απορροφώντας την υπεριώδη ακτινοβολία.

Το 2018, η EWG ανέφερε ότι μια μεγάλη αύξηση σε αυτά τα ανόργανα φίλτρα με το ~41% των αντηλιακών στις Ηνωμένες Πολιτείες να χαρακτηρίζονται μόνο ως ορυκτά. Το ποσοστό αυτό έχει υπερδιπλασιαστεί (από 17%) από το 2007.[117]

Οι ανόργανοι αποκλειστές έχουν εγκριθεί για την προστασία του ανθρώπινου δέρματος από την άμεση επαφή με το ηλιακό φως αντανακλώντας ή διασκορπίζοντας την υπεριώδη ακτινοβολία σε ένα ευρύ φάσμα [80]. Οι τρέχοντες παράγοντες είναι ZnO, TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, καλαμίνη, ιχθαμόλη, τάλκης και κόκκινη κτηνιατρική βαζελίνη [81]. Αν και είναι γενικά λιγότερο τοξικά, πιο σταθερά και ασφαλέστερα για τον άνθρωπο από εκείνα των οργανικών συστατικών, είναι ορατά λόγω των υπολειμμάτων λευκής χρωστικής που αφήνονται στο δέρμα και μπορούν να λερώσουν τα ρούχα [81]. Για παράδειγμα, το μικρομέγεθος TiO<sub>2</sub> και ZnO έχουν αντικατασταθεί σε νανομεγέθη TiO<sub>2</sub> και ZnO στο αντηλιακό, εξαλείφοντας την ανεπιθύμητη αδιαφάνεια και βελτιώνοντας την τιμή SPF [82]. Υπάρχουν επαληθευμένες ανησυχίες σχετικά με την τοξικότητα όσον αφορά τα νανοσωματίδια TiO<sub>2</sub> και ZnO στα αντηλιακά που προκύπτουν από τις εγγενείς ιδιότητές τους και την ικανότητά τους να σχηματίζουν ROS όταν εκτίθενται σε υπεριώδη ακτινοβολία. Ωστόσο, αυτές οι ανησυχίες σχετικά με την τοξικότητα μπορούν να πραγματοποιηθούν μόνο εάν τα νανοσωματίδια TiO<sub>2</sub> και ZnO είναι σε θέση να διεισδύσουν στην επιδερμίδα.

Το TiO<sub>2</sub> εμφανίζεται φυσικά σε τρεις κρυσταλλικές δομές: ρουτίλιο, ανατάση και βροκίτη. Το ρουτίλιο είναι η πιο κοινή και σταθερή μορφή αυτής της χρωστικής. Σημαντικές οπτικές ιδιότητες αυτού του διπλής διάθλασης κρυστάλλου είναι οι δείκτες διάθλασής του στην υπεριώδη ακτινοβολία και το ορατό εύρος μήκους κύματος. Το ZnO εμφανίζεται φυσικά στον φλοιό της Γης και υπάρχει σε δύο κύριες κρυσταλλικές μορφές: βουρτζίτης και μίγμα ψευδαργύρου. Η δομή του είναι η πιο κοινή και σταθερή μορφή. Το TiO<sub>2</sub> είναι κυρίως μια ένωση που απορροφά την UVB, ενώ το ZnO είναι πιο αποτελεσματικό στην απορρόφηση της UVA. Εκτός από τις ιδιότητες των οπτικών σωματιδίων που σχετίζονται με το μέγεθος, η ικανότητα των σωματιδίων να εξασθενούν την υπεριώδη ακτινοβολία καθορίζεται από το περιβάλλον μέσο.

### 3.2.3 Υβριδικά φίλτρα UV (Οργανικοί/Ανόργανοι παράγοντες)

Αποτελούνται από οργανικά συστατικά (μόριο ή οργανικό πολυμερές) αναμεμιγμένα με ανόργανα συστατικά (οξείδια αλεούρων, ανθρακικά, φωσφορικά, χαλκογονίδια και συναφή παράγωγα) σε μοριακή ή νανοκλίμακα [83]. Ο συνδυασμός δημιουργεί ιδανικά υλικά με μεγάλο φάσμα και υψηλή χημική, ηλεκτροχημική, οπτική διαφάνεια, μαγνητικές και ηλεκτρονικές ιδιότητες [84]. Επιπλέον, ορισμένα λιγότερο τοξικά και βιοσυμβατά υβριδικά υλικά έχουν χρησιμοποιηθεί ως ενεργά συστατικά

στα καλλυντικά λόγω της ικανότητάς τους να απορροφούν ή να μεταφέρουν οργανικές ουσίες στην επιδερμίδα και στο δέρμα, βελτιώνοντας έτσι την επίδραση της φροντίδας του δέρματος [83].

### 3.3 Αντηλιακό με αντιοξειδωτικά και αντιγήρανση

Όσον αφορά τις ευεργετικές επιδράσεις των φυσικών παραγόντων, πολλά αντηλιακά έχουν παραχθεί συνδυάζοντας ένα ή περισσότερα φυσικά συστατικά (π.χ. εκχυλίσματα και θρεπτικές συνθέσεις) και συμβατικών συστατικών (π.χ.  $TiO_2$ ,  $ZnO$  και βενζοϊκά παράγωγα) [85]. Συγκεκριμένα, αυτά τα προϊόντα έχουν βρεθεί ότι είναι ασφαλή και μπορούν να ξεπεράσουν τις ανεπιθύμητες ενέργειες μειώνοντας τη χρήση ανόργανων και οργανικών ενώσεων [85]. Για παράδειγμα, το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας ΗΠΑ Νο. 8,337,820B2 αποκάλυψε μια υδατοδιαλυτή φόρμουλα αντηλιακού, που περιλαμβάνει κυρίως  $TiO_2$  και 5-υδροξυ-τρουτοφάνη που εκχυλίζεται από *Griffonia simplicifolia*, η οποία μπορεί να προστατεύσει άτομα με ροδόχρου ακμή ή άλλους ευαίσθητους τύπους δέρματος από την επιβλαβή υπεριώδη ακτινοβολία. Αυτή η σύνθεση προκαλεί δερματικές διαταραχές, όπως φλεγμονή, ερύθημα και έξαψη, επειδή δεν περιέχει οργανικά συστατικά [86]. Σε μια άλλη μελέτη, το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας ΗΠΑ Νο. 6,440,402B1 αποκάλυψε μια συνεργιστική επίδραση απορρόφησης του εκχυλίσματος ρίζας *Caempferia galangal* (τζίντζερ) μετά από παρατεταμένη έκθεση στο ηλιακό φως. Έχει προταθεί ότι το τοπικό αντηλιακό που περιλαμβάνει έναν ενεργό παράγοντα, ένα κοσμητικό όχημα και επαρκή ποσότητα *K. galangal* μπορεί να ενισχύσει τη φωτοσταθερότητα και την αποτελεσματικότητα του αντηλιακού [87]. Μάλιστα, το αντηλιακό Tomato Lycopene (SPF 20) από 100% Pure περιέχει μεγάλη ποσότητα λυκοπενίου που μπορεί να προστατεύσει το δέρμα από τις επιδράσεις της ρύπανσης (ρυτίδες και γήρανση) και να προσφέρει αίσθηση ενυδάτωσης. Το αντηλιακό του Blossom Kochhar Aroma Magic έχει καινοτομηθεί εκμεταλλευόμενος τα εξέχοντα χαρακτηριστικά του αγγουριού, όπως η ποικιλία βιταμινών και τα μη λιπαρά και φιλικά προς το δέρμα χαρακτηριστικά, για να βελτιώσει τα προστατευτικά αποτελέσματα και να αποτρέψει τα ορατά σημάδια γήρανσης στο δέρμα.

### 3.4 Αντηλιακό κατά του μπλε φωτός

Το μπλε φως (380–500 nm) προέρχεται από το ηλιακό φως ή ηλεκτρονικές συσκευές όπως smartphone, tablet και υπολογιστές [88]. Λόγω της υψηλής ενέργειάς του, είναι χρήσιμο στη φωτοδυναμική θεραπεία όταν χρησιμοποιείται συνδυασμός φαρμάκου φωτοσύνθεσης και πηγής φωτός υψηλής έντασης για τη θεραπεία του καρκίνου [89,90]. Ωστόσο, όταν το μπλε φως εισέρχεται βαθιά στο δέρμα, μπορεί να

προκαλέσει επιβλαβείς επιπτώσεις σε όλα τα στρώματα του δέρματος δημιουργώντας ROS και αποδυναμώνοντας τον επιδερμικό φραγμό, καταστρέφοντας έτσι την εξωκυτταρική μήτρα και επιταχύνοντας τη γήρανση [91,92]. Επομένως, είναι απαραίτητο να προστατεύσετε το δέρμα από το μπλε φως. Πρόσφατα, ορισμένα αντηλιακά προϊόντα έχουν βελτιώσει την ικανότητά τους να προστατεύουν από το μπλε φως, όπως το «Sun Expertise (SPF 50+)» και το «City Skin Age Defense (SPF 50 και PA+++» από τη SKEYDOR και τη Murad, αντίστοιχα. Έχει προταθεί ότι τα φίλτρα UV μπορούν να διαπεράσουν τα όρια της UVB και της UVA για να συνεχίσουν στο φάσμα του μπλε φωτός. Τα φίλτρα UV έχουν επίσης προταθεί ότι περιέχουν βιταμίνες και μικροφύκη που μπορούν να ενισχύσουν την άμυνα του δέρματος [91].

### 3.5 Αντιοξειδωτικά

Η ανάπτυξη του ROS είναι μια από τις πιο επιβλαβείς παρενέργειες της έκθεσης στο μπλε φως. Ευτυχώς, τα αντιοξειδωτικά είναι ουσίες που, εξουδετερώνοντας τα ενεργά είδη οξυγόνου στους βιολογικούς ιστούς, μπορούν να σταματήσουν τις οξειδωτικές αλυσιδωτές αντιδράσεις και να αναβάλουν την οξειδωτική βλάβη (Gülçin, 2010).[93] Βρέθηκε σε μια μελέτη των Barary et al. (2019) ότι τα αντιοξειδωτικά και η πτώση του ROS συσχετίστηκαν άμεσα, υποστηρίζοντας την ιδέα ότι τα αντιοξειδωτικά έχουν ιδιότητες μείωσης του ROS. [94]

Το δέρμα χρησιμοποιεί μια ποικιλία μηχανισμών αντιοξειδωτικής άμυνας, συμπεριλαμβανομένων των ενζύμων καταλάση και υπεροξειδικής δισμουτάσης καθώς και φυσικά προϊόντα όπως L-ασκορβικό, βήτα-καροτίνη και γλουταθειόνη, για τον έλεγχο της παραγωγής ROS.

Μια δίαιτα υψηλή σε αντιοξειδωτικά, συμπεριλαμβανομένων των φρούτων και των λαχανικών, συνιστάται ανεπιφύλακτα εκτός από την τοπική εφαρμογή προϊόντων πλούσιων σε αντιοξειδωτικά. Αυτή είναι η πιο υγιεινή και μακροχρόνια μέθοδος αποφυγής βλάβης του μπλε φωτός στο δέρμα.

Από του στόματος αντιοξειδωτικά, όπως συμπληρώματα βιταμινών C και E και γλουταθειόνη, καθώς όλα τα αντιοξειδωτικά δρουν για τον καθαρισμό των ελεύθερων ριζών. Η διατροφή πρέπει να περιλαμβάνει τροφές με υψηλή περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικά όπως φρέσκα φρούτα και λαχανικά όπως φασόλια, σπανάκι, παντζάρια, φράουλες, μπλουζ και σμέουρα, που μπορούν να βοηθήσουν το δέρμα να καταπολεμήσει τις ελεύθερες ρίζες. Τα φυτά παράγουν κόκκινα, πορτοκαλί και κίτρινα καροτενοειδή, τα οποία έχουν αντιοξειδωτικά χαρακτηριστικά. Το καροτένιο, η λουτεΐνη, η ζεαξανθίνη και το λυκοπένιο είναι μερικά τυπικά καροτενοειδή. Η βήτα-καροτίνη μπορεί να ληφθεί στη διατροφή τρώγοντας σκούρα πράσινα, κόκκινα, κίτρινα και πορτοκαλί λαχανικά όπως το σπανάκι και τα καρότα. Η ρίζα και το εκχύλισμα καρότου, καθώς και ένα εκχύλισμα υποτροπικών φρούτων, περιέχουν καροτίνη και διατίθενται ως τοπικά συστατικά. Ένα άλλο καροτενοειδές που ονομάζεται λουτεΐνη, το οποίο αποτελεί μεγάλο μέρος της χρωστικής της ωχράς

κηλίδας, είναι γνωστό για την ικανότητά του να εμποδίζει το μπλε φως. Όπως αναφέρθηκε ήδη, οι βιταμίνες χρησιμοποιούνται επίσης συχνά ως συστατικά σε προϊόντα προστασίας από το μπλε φως. Η νιασιναμίδη, συχνά γνωστή ως βιταμίνη B3, έχει αποδειχθεί ότι είναι χρήσιμη κατά της υπερμελάγχρωσης που προκαλείται από τη γήρανση. Η νιασιναμίδη είναι μια φανταστική επιλογή για την ενίσχυση της προστασίας των αντηλιακών στο ορατό φάσμα. Οι βιταμίνες C και E είναι γνωστές για τις αντιοξειδωτικές τους ιδιότητες και η έρευνα έχει δείξει ότι αυτά τα δύο θρεπτικά συστατικά μπορούν να θωρακίσουν το δέρμα από τις ακτίνες UVA. Αυτές οι βιταμίνες μπορεί επίσης να είναι χρήσιμες κατά του μπλε φωτός επειδή η UVA και το μπλε φως είναι κοντινοί γείτονες στο φάσμα φωτός.[95,96].

### 3.6 Διαφορετικές προσεγγίσεις για προστασία από το μπλε φως

Μπορεί να υπάρχουν δύο τρόποι με τους οποίους μπορεί να επιτευχθεί προστασία από το μπλε φως. Το ένα είναι να μειώσει ή να ελαχιστοποιήσει τις ελεύθερες ρίζες είτε απορροφώντας, διασκορπίζοντας είτε ανακλώντας και είναι γνωστό ως δημιουργία πρώτης γραμμής άμυνας. Από την άλλη, συστατικά που βοηθούν στην καταπολέμηση της παραγωγής ελεύθερων ριζών στο δέρμα (π.χ. αντιοξειδωτικά) λειτουργούν ως δεύτερη γραμμή άμυνας [97,98]. Όταν πρέπει να παρουσιάσουμε διαφορετικές προσεγγίσεις για την προστασία από το μπλε φως, μπορούν να ταξινομηθούν ευρέως ως καλλυντικές και μη καλλυντικές προσεγγίσεις για προστασία από το μπλε φως. Η μη κοσμητική προσέγγιση για την προστασία από το μπλε φως περιλαμβάνει κυρίως προληπτικά μέτρα όπως η πρόληψη ή τουλάχιστον η μείωση της άμεσης έκθεσης στο μπλε φως. Ένας από τους καλούς τρόπους για να το κάνετε αυτό είναι να μειώσετε τον χρόνο οθόνης που είναι ο χρόνος που δαπανάται μπροστά από τις οθόνες. Κάντε συχνά διαλείμματα ενώ εργάζεστε στο διαδίκτυο. Διατίθενται φίλτρα οθόνης καλής ποιότητας για έξυπνα τηλέφωνα, tablet και οθόνες υπολογιστών για μείωση της εκπομπής μπλε φωτός. Τα κίτρινα βαμμένα γυαλιά υπολογιστή είναι εύκολα διαθέσιμα στην αγορά που βοηθούν στην ανακούφιση από την καταπόνηση των ματιών [99,100]. Η λάμψη και η αντίθεση μπορούν να μειωθούν με τη χρήση αντιανακλαστικών φακών που είναι αποτελεσματικοί στο να μπλοκάρουν και αυτό το μπλε φως.

### 3.7 Ο ρόλος των καλλυντικών και των ενεργών συστατικών τους στην προστασία του μπλε φωτός.

Μερικά από τα καλλυντικά προϊόντα, όπως κρέμες δέρματος, τζελ, σπρέι, λοσιόν και αλοιφές μπορούν να βρεθούν αποτελεσματικά στην πρόληψη ή τη μείωση της παραγωγής ελεύθερων αντιδραστικών ειδών οξυγόνου για τοπική εφαρμογή στο

δέρμα. Το αποτέλεσμα που ασκεί αυτό το καλλυντικό αποδίδεται στη χρήση ορισμένων θεραπευτικών δραστικών συστατικών που είτε συντίθενται είτε εκχυλίζονται φυσικά [101]. Το δέρμα που είναι μία από τις πιο εκτεθειμένες επιφάνειες στο μπλε φως υφίσταται υπερβολικό στρες που παράγεται από αντιδραστικά είδη οξυγόνου (ROS), τα οποία επηρεάζουν σε κυτταρικό επίπεδο όπως το DNA, την πρωτεΐνη. Αυτή η βλάβη του δέρματος που προκαλείται από ROS μπορεί να αποφευχθεί με την τόνωση του αμυντικού μηχανισμού του δέρματος. Υπάρχουν ορισμένα ενεργά συστατικά που έχουν αποδειχθεί ότι η δραστηριότητά τους μειώνουν το επίπεδο στρες που προκαλείται από ROS [102]. Ορισμένα οργανικά φίλτρα (π.χ. αβοβενζόνη, οκτινοξάτη, βενζοφαινόνη) που αποτελούν μέρος της σύνθεσης αντηλιακής σύνθεσης για μεγάλο χρονικό διάστημα, έχουν σταματήσει να χρησιμοποιούνται λόγω του τεράστιου αντίκτυπου περιβάλλοντος τους. Αφού φωτοαποικοδομηθούν αυτά τα φίλτρα τείνουν να παράγουν χλωριωμένες φαινόλες όταν διαλύονται στο νερό. [103]. Από παλιά χρησιμοποιούνται ανόργανα υλικά όπως το διοξείδιο του τιτανίου, ο ψευδάργυρος, το οξειδίο του δημητρίου, αλλά λόγω των ορισμένων μειονεκτημάτων τους που σχετίζονται με τον δείκτη διάθλασης, τη φωτολυτική δραστηριότητα δημιουργείται η ανάγκη για νεότερο τύπο εκδόχου [104]. Το οξειδίο του δημητρίου, οργανικό απορροφητικό δρα ως ασπίδα ενάντια στις μπλε ακτινοβολίες, όταν διασπείρεται στο νερό γίνεται διαφανές στο δέρμα ως υδατικό υλικό. Το να είναι διαφανές στο δέρμα είναι πρωταρχική και κύρια απαίτηση έτσι ώστε να απορροφά το μέγιστο μήκος κύματος που προέρχεται από το φως. Είναι επίσης ευεργετικά αισθητικά. Ο πρωταρχικός μηχανισμός που εμπλέκεται στη δράση λέγεται ότι είναι η απορρόφηση της υπεριώδους ακτινοβολίας καθώς και του μπλε φωτός που προσπίπτει από την ατμόσφαιρα [105]. Η δράση του οξειδίου του δημητρίου έχει αποδειχθεί ότι επιδεικνύει κάτι περισσότερο από προστατευτικό αποτέλεσμα σε εύρος φωτός 460 nm. Η δράση του οξειδίου του δημητρίου δεν περιορίζεται μόνο από την επίδραση θωράκισης, αλλά είναι επίσης αποτελεσματική ως πλήρως προληπτικός παράγοντας στο μπλε φως [105,106].

Ένα άλλο ανόργανο φίλτρο είναι το οξειδίο του ψευδαργύρου (ZnO) και Διοξείδιο του Τιτανίου (TiO<sub>2</sub>) που έχουν εγκριθεί για χρήση από τον FDA των ΗΠΑ. Χημικά είναι σωματίδια οξειδίου μετάλλου που έχουν αποδεδειγμένη αποτελεσματικότητα στην απορρόφηση, την ανάκλαση και τη διάθλαση της υπεριώδους ακτινοβολίας καθώς και του μπλε φωτός. Αν και ο πολλαπλός μηχανισμός έχει προβλεφθεί έναντι του μπλε φωτός, η κύρια δράση της απορρόφησης παραμένει η πιο αποτελεσματική [107]. Εκτός από αυτό το συνθετικό προστατευτικό, ελάχιστα φυσικά εκχυλίσματα ή/και συνδυασμοί τους ελέγχονται για την επίδρασή τους στο δέρμα. Το Vitachelox, είναι ένας συνδυασμός τριών φυσικών εκχυλισμάτων που έχει καλή αναλογία φαινολών και όταν ελέγχεται για την προστατευτική του δράση έναντι του μπλε φωτός στα ανθρώπινα κερατινοκύτταρα, βρέθηκε ότι δρα ως φυσικό προστατευτικό ενεργό συστατικό για το ανθρώπινο δέρμα μειώνοντας την οξειδωση των πρωτεϊνών που προκαλείται από την ακτινοβολία μπλε φωτός. Η δράση του εκχυλίσματος βρέθηκε να είναι ενάντια στο μπλε φως που κυμαίνεται από 72% έως 82% σε 24 και 6 ώρες αντίστοιχα. Η προστατευτική αντιοξειδωτική δράση του μαζί με τις αντιφλεγμονώδεις και αντιμικροβιακές ιδιότητες καθιστούν αυτό το φυσικό ενεργό



συστατικό ένα πολύτιμο εργαλείο για τη διατήρηση ενός υγιούς δέρματος [108,109]. Καροτενοειδή που προστατεύουν το μπλε φως και προστατεύουν από το οξειδωτικό στρες των φυτών που προκαλείται από το μπλε φως. Το ενεργό συστατικό του Lipoid Kosmetik Carotolino προορίζεται να παρέχει στο δέρμα καροτενοειδή όπου μπορούν φυσικά να λειτουργήσουν ως προστατευτικός φραγμός έναντι του μπλε φωτός και να ελαχιστοποιήσουν το οξειδωτικό στρες. Εκτός από τη φωτοπροστατευτική του λειτουργία, τα καροτενοειδή που προστίθενται τοπικά ενισχύουν τον τόνο του δέρματος. Πράγματι, η in vivo έρευνά μας αποκαλύπτει ότι το Carotolino παράγει μια λεπτή βελτιστοποίηση του χρώματος, αλλάζοντας τους ήπιους τόνους του δέρματος σε μια πιο ζωντανή και πιο υγιή εμφάνιση. Τα πιο δυνατά καρότα, συμπεριλαμβανομένων των σταθεροποιημένων καροτενοειδών, ενσωματώνονται στο Carotolino. Αυτό κάνει τη βοτανική μας δραστηριότητα ένα μοντέρνο συστατικό που μειώνει συνεργικά τη βλάβη του δέρματος που προκαλείται από το μπλε φως, ενώ ταυτόχρονα προσθέτει μια ζωντανή όψη [110].

### 3.8 Επισκόπηση των καλλυντικών που κυκλοφορούν στην αγορά για την προστασία από το μπλε φως.

Η ευρεία ανάγκη προστασίας από το μπλε φως, η βιομηχανία καλλυντικών έχει αναπτύξει έναν αριθμό σκευασμάτων για να αποφύγει τις ζημιές που προκαλούνται από το μπλε φως. Οι κατασκευαστές καλλυντικών πωλούν σταδιακά καλλυντικά δέρματος για προληπτικές χρήσεις, έχοντας υπόψη τις προκλήσεις που σχετίζονται με το μπλε φως. Με την εισαγωγή από ένα anti-blue light mist από την Garancia το 2016, ξεκίνησε η παραγωγή αυτού του νέου κύματος καλλυντικών προϊόντων. Στη συνέχεια γνώρισε μια πραγματική έκρηξη μετά την εισαγωγή μιας πλήρους αποκλειστικής σειράς προϊόντων, "Age Protect" από την Uriage. Την ίδια εποχή, άλλα προϊόντα, όπως τα προϊόντα Patyka και το λάδι προσώπου της Anne Marie Börlind, εμφανίστηκαν στην αγορά. Οι επωνυμίες καλλυντικών όπως η Murad και η Dr. Sebagh, που επικεντρώνονται επίσης σε προϊόντα κατά του μπλε φωτός, αναπτύχθηκαν από γιατρούς. Τέλος, μεγάλες ομάδες όπως η Lancôme και η ασπίδα ομορφιάς της UV Specialist XL Shield CC Cover αρχίζουν να μπαίνουν στην αγορά [111].

Το UV Transparent Broad-Spectrum SPF 46 της EltaMD (εικόνα 18) προστατεύει το δέρμα από τις τοξικές ακτίνες UVA και UVB θωρακίζοντας την επιδερμίδα. Χωρίς άρωμα, η απαλή φόρμουλα αυτού του αντηλιακού προσώπου περιέχει υαλουρονικό νάτριο για ενυδάτωση, ενώ το γαλακτικό οξύ καθαρίζει το δέρμα για να καθαρίσει τους πόρους και μειώνει τη γυαλάδα. Αυτό το αντηλιακό προσώπου περιέχει νιασιναμίδη και οξείδιο ψευδαργύρου ως κύρια συστατικά που ευθύνονται για την προστασία του μπλε φωτός λόγω της αντιοξειδωτικής και απορροφητικής ιδιότητας του μπλε φωτός αντίστοιχα [111].



Ένα συνεργιστικό αντιοξειδωτικό μείγμα φερουλικού οξέος και καθαρών βιταμινών C και E αναπτύχθηκε από το C E Ferulic της SkinCeuticals (εικόνα 19) για να ενισχύσει την άμυνα του δέρματος έναντι της περιβαλλοντικής βλάβης που προκαλείται από τις ελεύθερες ρίζες, συμπεριλαμβανομένου του μπλε φωτός. Αυτή η φόρμουλα μειώνει τα συμπτώματα γήρανσης και τη φωτοφθορά, εκτός από τα αντιοξειδωτικά προληπτικά οφέλη, για να μειώσει την εμφάνιση γραμμών και ρυτίδων ενώ συσφίγγει και φωτίζει το δέρμα. Αυτή η ισχυρή λύση βοηθά στην εξουδετέρωση των ελεύθερων ριζών που προκαλούνται από την UVA/UVB, την υπέρυθρη ακτινοβολία (IRA) και τις εκπομπές όζοντος (O3) [112].

Το Super serum tint SPF 40 (εικόνα 20) αναπτύχθηκε από την ILIA που περιέχει ναοξειδίο ψευδαργύρου και συνδυασμό υαλουρονικών οξέων, σκουαλάνης φυσικής προέλευσης και νιασιναμίδης. Αυτό το τέλειο μείγμα συστατικών βοηθά στην παροχή της φυσικής ασπίδας για το δέρμα από τα μπλε φώτα και άλλες ακτινοβολίες [113].

Το συμπλήρωμα διατροφής Murad PomphenolSunguard (εικόνα 21) βελτιώνει την επιδερμίδα από μέσα, μαζί με τις ακτίνες UV και UVB που ευθύνονται για το 80% της πρόωρης γήρανσης, για προστασία από τις ελεύθερες ρίζες. Το 100% αγνό, πλούσιο σε αντιοξειδωτικά εκχύλισμα ροδιού εμφανίζεται σε αυτό το συμπλήρωμα διατροφής που εξουδετερώνει τους περιβαλλοντικούς επιθετικούς [114]. Ο ορός υαλουρονικού προστασίας μπλε φωτός αναπτύχθηκε από την Olivia. Ένας αντιγηραντικός, βαθιά ενυδατικός προ-ορός που τροφοδοτείται από έναν πρωτοποριακό συνδυασμό βοτανικών που βελτιώνουν την παραγωγή υαλουρονικού οξέος από το δέρμα. Αυτό το μεταξένιο τζελ προστατεύει επίσης το δέρμα από την εκπομπή μπλε φωτός λόγω παρατεταμένης τεχνολογικής έκθεσης, προσφέροντας γρήγορη, μακροχρόνια ενυδάτωση και σφριγηλότητα. Αυτός ο ορός περιέχει ένα ισχυρό μείγμα βοτάνων που ενθαρρύνει την ελαστικότητα και τον νεανικό όγκο ενώ παράλληλα καταπολεμά τα συμπτώματα της γήρανσης: αφυδάτωση, θαμπάδα, έλλειψη σφριγηλότητας και κηλίδες γήρανσης. Είναι μια έξυπνη φόρμουλα που καλύπτει ένα ευρύ φάσμα αναγκών περιποίησης δέρματος [115].



Εικόνα 18. Αντλιακό SPF 46 από eltaMD



Εικόνα 19. Serum με φερουλικό οξύ του SkinCeuticals.



Εικόνα 20. Συμπλήρωμα διατροφής του Murad.



Εικόνα 21. Seum skin tint SPF40 της ILIA.

## Συμπεράσματα

Η πλειοψηφία των ηλεκτρονικών συσκευών που χρησιμοποιούνται συχνά, συμπεριλαμβανομένων των έξυπνων τηλεφώνων, των υπολογιστών και άλλων συσκευών, παράγουν μπλε φως. Το μήκος κύματος και η ένταση της έκθεσης στο μπλε φως έχει αποδειχθεί ότι έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην αντίδραση του δέρματος. Σε πολλές δερματολογικές ασθένειες, έχει θεραπευτική επίδραση με ελάχιστη έκθεση. Από την άλλη πλευρά, η μακροχρόνια έκθεση έχει πολυάριθμες επιβλαβείς επιπτώσεις, όπως βλάβη στο DNA, οξειδωτικό στρες, αυξημένη μελανογένεση που οδηγεί σε μελάγχρωση, φωτογήρανση κ.λπ. Στο εγγύς μέλλον, καθώς μαθαίνουμε περισσότερα για τον μηχανισμό βλάβης που προκαλεί η έκθεση στο μπλε φως στο δέρμα, μπορεί να αναμένουμε αύξηση του αριθμού των ενώσεων που εισάγονται για προστασία από το μπλε φως και νέες μεθοδολογίες που δημιουργούνται για τη δοκιμή προϊόντων για ισχυρισμούς προστασίας από το μπλε φως. Οι άνθρωποι που εκτίθενται συχνά στη ρύπανση του μπλε φωτός πρέπει να λαμβάνουν διάφορα προληπτικά μέτρα επειδή η έκθεση στο μπλε φως είναι αναπόφευκτη.

Τα μπλε φώτα έχουν αποδείξει την ικανότητα να διεισδύουν βαθύτερα στα στρώματα του δέρματος σε σύγκριση με τις ακτίνες UV-A και UV-B που εκπέμπονται από το ηλιακό φως και η προστασία τέτοιων φώτων είναι αρκετά υποχρεωτική λαμβάνοντας υπόψη την επιβλαβή φύση αυτών των φώτων. Διάφορα καλλυντικά προϊόντα, συστατικά έχουν αναπτυχθεί από τη φαρμακευτική και τη βιομηχανία καλλυντικών για να ικανοποιήσουν την ανάγκη των προβλημάτων που σχετίζονται με την έκθεση στο μπλε φως. Ακόμα υπάρχει μεγάλο πεδίο στην έρευνα νέων τεχνολογιών για την προστασία των μπλε φώτων χρησιμοποιώντας καλλυντικά

προϊόντα. Αυτές οι αρνητικές συνέπειες μπορεί τελικά να προκαλέσουν γενικότερη βλάβη του δέρματος, η οποία μπορεί να επιταχύνει τη διαδικασία γήρανσης. Κατά καιρούς, η προστασία του δέρματος μπορεί να είναι ζωτικής σημασίας για την προστασία από το μπλε φως.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. <https://ikee.lib.auth.gr/record/125751>
2. <https://www.harpersbazaar.com/uk/beauty/skincare/a22113765/blue-light-skin-damage-advice/>
3. Duteil, L., Cardot-Leccia, N., Queille-Roussel, C. et al. Differences in visible light-induced pigmentation according to wavelengths: a clinical and histological study in comparison with UVB exposure. *Pigment Cell Melanoma Res.* 27, 822–826 (2014).
4. Dreher, F., Draeos, Z.D., Gold, M.H., Gold- man, M.P., Fabi, S.G. and Puissegur Lupo, M.L. Efficacy of hydroquinone-free skin- lightening cream for photoaging. *J. Cosmet. Dermatol.* 12, 12–17 (2013).
5. Coats JG, Maktabi B, Abou-Dahech MS, Baki G. Blue light protec- tion, part I—effects of blue light on the skin. *J Cosmet Dermatol.* 2021;20(3):714-717.
6. O'Hagan JB, Khazova M, Price LLA. Low-energy light bulbs, com- puters, tablets and the blue light hazard. *Eye.* 2016;30(2):230-233.
7. Jakhhar D, Kaul S, Kaur I. Increased usage of smartphones during COVID-19: is that blue light causing skin damage? *J Cosmet Dermatol.* 2020;19(10):2466-2467.
8. <http://www.eureka.teithe.gr/jspui/bitstream/123456789/11581/1/Rokopou.pdf>
9. Metropolitan University of Santos, Av. Gen. Francisco Glicério, 8, Encruzilhada, Santos, SP 11045-002, Brazil
10. Farage MA, Miller KW, Elsner P, Maibach HI (2013) Charac- teristics of the aging skin. *Adv Wound Care (New Rochelle)* 2(1):5–10. <https://doi.org/10.1089/wound.2011.0356>
11. H eather Woolery- Lloyd, Jenna N K ammer , S kin tightening. *C urre P robl D ermatol.* 2011;42:147-152. P M ID : 21865807 DO I: 10.1159/000328284
12. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13671-020-00288-0>
13. K aren L B eas ley , R obert A Weis s , R adiofrequency in cos metic dermatology. *D ermatol C lin.* 2014 J an;32(1):79-90. D O I: 10.1016/j.det.2013.09.010 P M ID : 24267424
14. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12291-014-0446-0>
15. Sergio Di Meo and Paola Venditti, Evolution of the Know ledge of Free Radicals and Other Oxidants *Oxid Med Cell Longev.* 202023;2020:9829176. doi: 10.1155/2020/9829176 P M C 7201853
16. <https://www.med.or.jp/english/activities/pdf/jmaj/v45no07.pdf#page=2>
17. Ore S. 1956. Oxidative stress relaxation of natural rubber vulcanized with di-tertiary-butyl peroxide. *Rubber Chem. Technol.* 29:1043–46
18. Kemp M, Go YM, Jones DP. 2008. Nonequilibrium thermodynamics of thiol/disulfide redox systems: a perspective on redox systems biology. *Free Radic. Biol. Med.* 44:921–37
19. Sowa P, Rutkowska-Talipska J, Rutkowski K, Koszyła-Hojna B, Rutkowski R. Optical radiation in modern medicine. *Postepy Dermatol Alergol.* 2013;30(4):246-251.
20. Weinstabl A, Hoff-Lesch S, Merk HF, von Felbert V. Prospective randomized study on the efficacy of blue light in the treatment of psoriasis vulgaris. *Dermatology.* 2011;223(3):251-259.
21. Buscone S, Mardaryev AN, Westgate GE, Uzunbajakava NE, Botchkareva NV. Cryptochrome 1 is modulated by blue light in human keratinocytes and exerts positive impact on human hair growth. *Exp Dermatol.* 2021;30(2):271-277.
22. Garza ZCF, Born M, Hilbers PAJ, van Riel NAW, Liebmann J. Visible blue light therapy: molecular mechanisms and therapeutic opportu- nities. *Curr Med Chem.* 2018;25(40):5564-5577.
23. Yoo JA, Yu E, Park SH, et al. Blue light irradiation induces human keratinocyte cell damage via transient receptor potential vanilloid 1 (TRPV1) regulation. *Oxid Med Cell Longev.* 2020;2020:e8871745.

24. Dungal P, Haindl S, Redl H, Kozlov AV. O2O. low level light illumination reactivates mitochondria inhibited by nitric oxide in a wavelength dependent manner. *Nitric Oxide*. 2008;19:24.
25. Serrage H, Heiskanen V, Palin WM, et al. Under the spotlight: mechanisms of photobiomodulation concentrating on blue and green light. *Photochem Photobiol Sci*. 2019;18(8):1877-1909.
26. Buscone S, Mardaryev AN, Raafs B, et al. A new path in defining light parameters for hair growth: discovery and modulation of photoreceptors in human hair follicle. *Lasers Surg Med*. 2017;49(7):705-718.
27. Regazzetti C, Sormani L, Debayle D, et al. Melanocytes sense blue light and regulate pigmentation through opsin-3. *J Invest Dermatol*. 2018;138:171-178.
28. Juzeniene, A.; Moan, J. Beneficial effects of UV radiation other than via vitamin D production. *Dermato-Endocrinol*. 2012, 4, 109– 117.
29. Bintsis, T.; Litopoulou-Tzanetaki, E.; Davies, R.; Robinson, R.K. The antimicrobial effects of long-wave ultra-violet light and furcoumarins on some micro-organisms that occur in cheese brines. *Food Microbiol*. 2000, 17, 687–695
30. Becker A, Sticht C, Dweep H, van Abeelen FA, Gretz N, Oversluisen G. *Impact of blue LED irradiation on proliferation and gene expression of cultured human keratinocytes*. In: *mechanisms for low-light therapy X [internet]*. SPIE; 2015:58-69. Available from: <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/9309/930909/Impact-of-blue-LED-irradiation-on-proliferation-and-gene-expression/10.1117/12.2083010.full>. [cited 2022 Aug 11].
31. Weinstabl A, Hoff-Lesch S, Merk HF, von Felbert V. Prospective randomized study on the efficacy of blue light in the treatment of psoriasis vulgaris. *Dermatology*. 2011;223(3):251-259.
32. Becker D, Langer E, Seemann M, et al. Clinical efficacy of blue light full body irradiation as treatment option for severe atopic dermatitis. *PLoS One*. 2011;6(6):e20566.
33. Tzung TY, Wu KH, Huang ML. Blue light phototherapy in the treatment of acne. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 2004;20(5):266-269.
34. Scott AM, Stehlik P, Clark J, et al. Blue-light therapy for acne vulgaris: a systematic review and meta-analysis. *Ann Fam Med*. 2019;17(6):545-553.
35. Yin R, Dai T, Avci P, et al. Light based anti-infectives: ultraviolet C irradiation, photodynamic therapy, blue light, and beyond. *Curr Opin Pharmacol*. 2013;13(5):731-762.
36. Kligman, L.H. and Kligman, A.M. The nature of photoaging: its prevention and repair. *Photodermatology* 3, 215–227 (1986).
37. Mahmoud, B.H., Hexsel, C.L., Hamzavi, I.H. and Lim,H.W. Effects of visible light on the skin. *Photochem. Photobiol*. 84, 450– 462 (2008).
38. Kielbassa C, Roza L, Epe B. Wavelength dependence of oxidative DNA damage induced by UV and visible light. *Carcinogenesis* 1997; 18: 811–816.
39. Cadet J, Berger M, Douki T, et al. Effects of UV and visible radiation on DNA-final base damage. *Biol Chem* 1997; 378:1275–1286.
40. Edstrom DW, Porwit A, Ros AM. Effects on human skin of repetitive ultraviolet-A1 (UVA1) irradiation and visible light. *PhotodermatolPhotoimmunolPhoto med* 2001; 17: 66–70.
41. Skene DJ, Arendt J. Human circadian rhythms: physiological and therapeutic relevance of light and melatonin. *Annals of clinical biochemistry*. 2006 Sep 1;43(5):344-53.
42. Ancoli-Israel S. Sleep and its disorders in aging populations. *Sleep medicine*. 2009 Sep 1;10:S7- 11.
43. Landers JA, Tamblyn D, Perriam D. Effect of a blue-light-blocking intraocular lens on the quality of sleep. *Journal Of Cataract & Refractive Surgery*. 2009 Jan 1;35(1):83-8.
44. Ohara M, Kawashima Y, Katoh O, Watanabe H. Blue light inhibits the growth of B16 melanoma cells. *Japanese journal of cancer research*. 2002 May;93(5):551-8.
45. Zheng QX, Ren YP, Reinach PS, XiaoB, LuHH, ZhuYR, QuJ, Chen W. Reactive oxygen species activated NLRP3 inflammasomes initiate inflammation in hyperosmolarity stressed human corneal epithelial cells and environment-induced dry eye patients. *Exp Eye Res* 2015; 134:133-140.
46. LeeHS, CuiL, LiY, ChoiJS, Choi JH, Li ZR, Kim GE, Choi W, Yoon KC. Correction: influence of light emitting diode-derived blue light overexposure on mouse ocular surface. *PLoS One* 2016; 11(11):e0167671.
47. Rucker F, Britton S, Spatcher M, Hanowsky S. Blue light protects against temporal frequency sensitive refractive changes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2015; 56(10):6121-6131.
48. Qian YF, Dai JH, Liu R, Chen MJ, Chu RY. Effect of short-wavelength monochromatic light on refractive development and eye growth in guinea pigs. *Acta Laboratorium Animalis Scientia Sinica* 2012;20(5):5-8.
49. Dong K, Goyarts EC, Pelle E, Trivero J, Pernodet N. Blue light disrupts the circadian rhythm and create damage in skin cells. *Int J Cosmet Sci*. 2019;41(6):558-562.
50. Yoo JA, Yu E, Park SH, et al. Blue light irradiation induces human keratinocyte cell damage via transient receptor potential vanilloid 1 (TRPV1) regulation. *Oxid Med Cell Longev*. 2020;2020:e8871745.
51. Campiche R, Curpen SJ, Lutchnan-Kolanthan V, et al. Pigmentation effects of blue light irradiation on skin and how to protect against them. *Int J Cosmet Sci*. 2020;42(4):399-406.
52. Dong K, Goyarts EC, Pelle E, Trivero J, Pernodet N. Blue light disrupts the circadian rhythm and create damage in skin cells. *Int J Cosmet Sci*. 2019;41(6):558-562.
53. Wenzel A, Grimm C, Samardzija M, Reme CE. Molecular mechanisms of light-induced photoreceptor apoptosis and neuroprotection for retinal degeneration. *Prog Retin Eye Res*. 2005;24:275–306.

54. Ham WT, Ruffolo JJ, Mueller HA, Clarke AM, Moon ME. Histologic analysis of photochemical lesions produced in rhesus retina by short-wave-length light. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1978;17:1029–35.
55. Ruffolo JJ, Ham WT, Mueller HA, Millen JE. Photochemical lesions in the primate retina under conditions of elevated blood-oxygen. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1984;25:893–8.
56. Jaffe GJ, Irvine AR, Wood IS, Wood IS, Severinghaus JW, Pino GR, Haugen C. Retinal phototoxicity from the operating microscope: the role of inspired oxygen. *Ophthalmology.* 1988;95:1130–41.
57. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4734149/>
58. Wolf G. Lipofuscin and macular degeneration. *Nutr Rev.* 2003;61:342–6.
59. Andley UP, Chylack LT. Recent Studies on photodamage to the eye with special reference to clinical and therapeutic procedures. *Photodermatol Photoimmunol Photomed.* 1990;7:98–105.
60. Pawlak A, Rozanowska M, Zareba M, Lamb LE, Simon JD, Sarna T. Action spectra for the photoconsumption of oxygen by ocular lipofuscin and lipofuscin extracts. *Arch Biochem Biophys.* 2002;403:59–62.
61. Delori FC, Goger DC, Dorey CK. Age-related accumulation and spatial distribution of lipofuscin in RPE of normal subjects. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2001;42:1855–66.
62. Thomas BB, Seiler MJ, Aramant RB, Samant D, Qiu G, Vyas N, Arai S, Chen Z, Sadda SR. Visual functional effects of constant blue light in a retinal degenerate rat model. *Photochem Photobiol.* 2007;83:759–65.
63. Gonzales-Tejero, M.R.; Casares-Porcel, M.; Sanchez-Rojas, C.P.; Ramiro-Gutierrez, J.M.; Molero-Mesa, J.; Pieroni, A.; Giusti, M.E.; Censorii, E.; De Pasquale, C.; Della, A.; et al. Medicinal plants in the Mediterranean area: Synthesis of the results of the project Rubia. *J. Ethnopharmacol.* **2008**, *116*, 341–357.
64. Gomes, G.M.N.; Campos, G.M.; Órfão, M.C.J.; Ribeiro, A.F.C. Plants with neurobiological activity as potential targets for drug discovery. *Prog. Neuro. Psychopharmacol. Biol. Psychiatry* **2009**, *33*, 1372–1389.
65. Papoti, V.T.; Totomis, N.; Atmatzidou, A.; Zinoviadou, K.; Androulaki, A.; Petridis, D.; Ritzoulis, C. Phytochemical Content of *Melissa officinalis* L. Herbal Preparations Appropriate for Consumption. *Processes* **2019**, *7*, 88.
66. Miraj, S.; Kopaei, R.; Kiani, S. *Melissa officinalis* L.: A Review Study with an Antioxidant Prospective. *J. Evid. Based Complementary Altern. Med.* **2017**, *22*, 385–394.
67. Radziejewska, I.; Supruniuk, K.; Nazaruk, J.; Karna, E.; Popławska, B.; Bielawska, A.; Galicka, A. Rosmarinic acid influences collagen, MMPs, TIMPs, glycosylation and MUC1 in CRL-1739 gastric cancer cell line. *Biomed. Pharmacot.* **2018**, *107*, 397–407.
68. Fernando, P.M.; Pia, M.J.; Kang, K.A.; Ryu, S.Y.; Hewage, S.R.; Chae, S.W.; Hyun, J.W. Rosmarinic Acid Attenuates Cell Damage against UVB Radiation-Induced Oxidative Stress via Enhancing Antioxidant Effects in Human HaCaT Cells. *Biomol. Ther.* **2016**, *24*, 75–84.
69. Hidaka, H.; Horikoshi, S.; Serpone, N.; Knowland, J. In vitro photochemical damage to DNA, RNA and their bases by an inorganic sunscreen agent on exposure to UVA and UVB radiation. *J. Photochem. Photobiol. A Chem.* **1997**, *111*, 205–213.
70. D’Orazio, J.; Jarrett, S.; Amaro-Ortiz, A.; Scott, T. UV radiation and the skin. *Int. J. Mol. Sci.* **2013**, *14*, 1222212248.
71. Singer, S.; Karrer, S.; Berneburg, M. Modern sun protection. *Curr. Opin. Pharmacol.* **2019**, *46*, 24–28.
72. Mistry, N. Guidelines for formulating anti-pollution products. *Cosmetics* **2017**, *4*, 57.
73. Lee, S.-H. *New Technical Developments in Sun Care and Blue Light Defense*; SUNJIN Beauty Science: Gyeonggi do, Korea, 2018; p. 134.
74. Schalka, S.; Reis, V.M.S.d. Sun protection factor: Meaning and controversies. *An. Bras. Dermatol.* **2011**, *86*, 507–515.
75. Osterwalder, U.; Herzog, B. Sun protection factors: World wide confusion. *Br. J. Dermatol.* **2009**, *161*, 13–24.
76. Lademann, J.; Schanzer, S.; Jacobi, U.; Schaefer, H.; Pflucker, F.; Driller, H.; Beck, J.; Meinke, M.; Roggan, A.; Sterry, W. Synergy effects between organic and inorganic UV filters in sunscreens. *J. Biomed. Opt.* **2005**, *10*, 14008.
77. Vergou, T.; Patzelt, A.; Richter, H.; Schanzer, S.; Zastrow, L.; Golz, K.; Doucet, O.; Antoniou, C.; Sterry, W.; Lademann, J. Transfer of ultraviolet photon energy into fluorescent light in the visible path represents a new and efficient protection mechanism of sunscreens. *J. Biomed. Opt.* **2011**, *16*, 105001.
78. Serpone, N.; Dondi, D.; Albini, A. Inorganic and organic UV filters: Their role and efficacy in sunscreens and sun care products. *Inorganica Chim. Acta* **2007**, *360*, 794–802.
79. Paris, C.; Lhiaubet-Vallet, V.; Jiménez, O.; Trullas, C.; Miranda, M.A. A blocked diketo form of avobenzonone: Photostability, photosensitizing properties and triplet quenching by a triazine-derived UVB-filter. *Photochem. Photobiol.* **2019**, *85*, 178–184.
80. Sambandan, D.R.; Ratner, D. Sunscreens: An overview and update. *J. Am. Acad. Dermatol.* **2011**, *64*, 748–758.
81. Palm, M.D.; O’Donoghue, M.N. Update on photoprotection. *Dermatol. Ther.* **2007**, *20*, 360–376.
82. Smit, T.G.; Pavel, S. Titanium dioxide and zinc oxide nanoparticles in sunscreens: Focus on their safety and effectiveness. *Nanotechnol. Sci. Appl.* **2011**, *4*, 95–112.
83. Gonzalez, A.D.; Pechko, A.H.; Kalafsky, R.E. Photostable Sunscreen Compositions and Methods of Stabilizing. US6440402B1, 27 August 2002.



84. Mistry, N. Guidelines for formulating anti-pollution products. *Cosmetics* **2017**, *4*, 57.
85. Hanson, J.E.; Antonacci, C. Natural Sunscreen Composition. U.S. Patent 9056063, 16 June 2015.
86. Nieuwenhuijsen, B. Composition of a Water-Soluble Sunscreen Preparation for Acne Rosacea. U.S. Patent 8216555, 10 July 2012.
87. Gonzalez, A.D.; Pechko, A.H.; Kalafsky, R.E. Photostable Sunscreen Compositions and Methods of Stabilizing. US6440402B1, 27 August 2002.
88. Kuse, Y.; Ogawa, K.; Tsuruma, K.; Shimazawa, M.; Hara, H. Damage of photoreceptor-derived cells in culture induced by light emitting diode-derived blue light. *Sci. Rep.* **2014**, *4*, 5223.
89. Mark, J.R.; Gelpi-Hammerschmidt, F.; Trabulsi, E.J.; Gomella, L.G. Blue light cystoscopy for detection and treatment of non-muscle invasive bladder cancer. *Can. J. Urol.* **2012**, *19*, 6227–6231.
90. Brown, S.B.; Brown, E.A.; Walker, I. The present and future role of photodynamic therapy in cancer treatment. *Lancet Oncol.* **2004**, *5*, 497–508.
91. Lee, S.-H. *New Technical Developments in Sun Care and Blue Light Defense*; SUNJIN Beauty Science: Gyeonggi-do, Korea, 2018; p. 134.
92. Ham, W.T.; Mueller, H.A.; Sliney, D.H. Retinal sensitivity to damage from short wavelength light. *Nature* **1976**, *260*, 153–155.
93. Gulcin I. Antioxidants and antioxidant methods: an updated over- view. *Arch Toxicol.* 2020;94(3):651-715.
94. Bapary MAJ, Takano J, Soma S, Sankai T. Effect of blue light- emitting diode light and antioxidant potential in asomatic cell. *Cell Biol Int.* 2019;43(11):1296-1306.
95. Coats JG, Maktabi B, Abou-Dahech MS, Baki G. Blue light pro- tection, part II—ingredients and performance testingmethods. *J Cosmet Dermatol.* 2021;20(3):718-723.
96. Sadowska M, Narbutt J, Lesiak A. Blue light in dermatology. *Life.* 2021;11(7):670.
97. Qian YF, Dai JH, Liu R, Chen MJ, Chu RY. Effect of short- wavelength monochromatic light on refractive development and eye growth in guinea pigs. *Acta Laboratorium Animalis Scientia Sinica* 2012;20(5):5-8.
98. Dupont et al: Beyond UV radiation: A skin under challenge, *International Journal of Cosmetic Science* 2013, 35: 224-232.
99. Mattsson et al: Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks SCENIHR, *Health Effects of Artificial Light*, 2012.
100. [http://preventblindness.org/wp-content/uploads/2016/05/FS104\\_BlueLight\\_1.pdf](http://preventblindness.org/wp-content/uploads/2016/05/FS104_BlueLight_1.pdf) Accessed on 28<sup>th</sup> June 2021
101. [https://www.researchgate.net/publication/335272829\\_Blue\\_light\\_Review\\_of\\_Optomety\\_paper/link/5d5bf5334585152102526fef/Accessed](https://www.researchgate.net/publication/335272829_Blue_light_Review_of_Optomety_paper/link/5d5bf5334585152102526fef/Accessed) on 28<sup>th</sup> June 2021
102. De Jager TL, Cockrell AE, Du Plessis SS (2017) Ultraviolet Light Induced Generation of Reactive Oxygen Species. *Adv Exp Med Biol* 996(2): 15-23.
103. Ouchene, L.; Litvinov, I.V.;
104. Netchiporouk, E. Hawaii and Other Jurisdictions Ban Oxybenzone or Octinoxate Sunscreens Based on the Confirmed Adverse Environmental Effects of Sunscreen Ingredients on Aquatic Environments. *J. Cutan Med. Surg* 2019, 23, 648 649.
105. Schroeder P, Calles C, Benesova T, et al.: Photoprotection beyond ultraviolet radiation-effective sun protection has to include protection against infrared A radiation- induced skin damage *Skin Pharm Physiol*, 23: 15-17, 2010.
106. Sato Tsuguo Synthesis of Silica- coated Ceria Nanoparticles by Soft Solution Chemical Reactions and their UV-shielding Properties in 2001 ~ 2003 Department of Research Grants Research Report (Tohoku University Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials).
107. Rozman et al: Advanced Light Protection with Titanium Dioxide, *SOFW Journal* 2017, 143:20-24.
108. Godic, A.; Polissak, B.; Adamic, M.; Dahmane, R. The role of antioxidants in skin cancer prevention and treatment. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2014, 860479.
109. Mizutani, T.; Sumida, H.; Sagawa, Y.; Okano, Y.; Masaki, H. Carbonylated proteins exposed to UVA and to blue light generate reactive oxygen species through a type I photosensitizing reaction. *J. Dermatol. Sci* 2016, 84, 314–321.
110. Hettwer S, Gyenge EB, Obermayer B. Blue light protecting cosmetic active ingredients: A Case Report. *J Dermat Cosmetol.* 2017; 1(4):00023.
111. <https://www.dermstore.com/product/UV+Clear+BroadSpectrum+SPF+46>
112. <https://www.dermstore.com/product/C+E+Ferulic>
113. <https://www.dermstore.com/product/Super+Serum+Skin+Tint+SPF+40>
114. <https://www.dermstore.com/product/Pomphenol+Sunguard+Dietary+Supplement>
115. <https://www.olivela.com/products/chantecaille-blue-light-protection-hyaluronic-serum->
116. Osmond MJ, McCall MJ. Zinc oxide nanoparticles in modern sunscreens: an analysis of potential exposure and hazard. *Nanotoxicology.* 2010;4(1):15-41.
117. EWG's Sunscreen Guide, 2018; <https://www.ewg.org/sunscreen/report/executive-summary/#.WxcjvVMvxB>. Accessed June 5, 2018.

