

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΟΔΟΝΤΙΑΤΡΙΚΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ ΣΤΗΝ ΟΔΟΝΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ

**“Εργαστηριακή μελέτη αξιολόγησης
της αποτελεσματικότητας πρωτοκόλλων
λεύκανσης δοντιών”**

ΚΟΝΙΑΡΗΣ Ν. ΑΝΤΩΝΙΟΣ

ΑΘΗΝΑ 2015

Επιβλέπουσα καθηγήτρια για την εκπόνηση της Μεταπτυχιακής
Διπλωματικής εργασίας η κ. Αντωνιάδου Μαρία

Τριμελής Επιτροπή για την αξιολόγηση της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής
εργασίας:

1. Αντωνιάδου Μαρία
2. Μουντούρης Γεώργιος
3. Χαμπάζ Μαρουάν

**Στους δασκάλους μου που μου έδειξαν το μονοπάτι,
στην οικογένειά μου και στην Ευαγγελία...**

«Δεν υπάρχει πιο όμορφη
εμπειρία από το μυστήριο.
Είναι η πηγή της αληθινής τέχνης,
αλλά και της επιστήμης.»
Αϊνστάιν

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδες
Περιεχόμενα	4-5
Πρόλογος – Εισαγωγή	6-7
Ευχαριστίες	8-9

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

- **Κεφάλαιο 1. Χρώμα δοντιών και αισθητική**

1.1 Γενικά	12
1.1 ^α Ιστορική αναδρομή	13
1.1 ^β Αισθητική και «σύγχρονη εποχή»	13-14
1.2 Χρώμα δοντιών σε συνάρτηση με τους οδοντικούς ιστούς	15-17
1.3 Χρώμα δοντιών – ομάδες δοντιών	17-19
1.4 Χρώμα δοντιών και αισθητική ζώνη	19-20

- **Κεφάλαιο 2. Οδοντικές δυσχρωμίες**

2.1 Γενικά	22
2.2 Τύποι δυσχρωμιών	22-24
2.2 ^α Ενδογενείς δυσχρωμίες (πριν την ανατολή των δοντιών)	24-26
2.2 ^β Ενδογενείς δυσχρωμίες (μετά την ανατολή των δοντιών)	26-27
2.2 ^γ Εξωγενείς δυσχρωμίες	27-29
2.2 ^δ Εξωγενείς δυσχρωμίες (με βάση τη χημεία της δυσχρωμίας)	29-30

- **Κεφάλαιο 3. Λεύκανση των δοντιών**

3.1 Ιστορική αναδρομή	32-34
3.2 Μηχανισμός Λεύκανσης δοντιών	35-36
3.2 ^α Υπεροξειδίο υδρογόνου	36-37
3.2 ^β Υπεροξειδίο καρβαμιδίου	37
3.3 Υλικά λεύκανσης	37-39
3.3 ^α Υπεροξειδίο υδρογόνου	40

3.3 ^β Υπεροξειδίο καρβαμιδίου	40
3.3 ^γ Υπερβορικό νάτριο	40-41
3.4 Λεύκανση ζωντανών δοντιών – πρωτόκολλα λεύκανσης	41
3.4 ^α Τεχνική λεύκανσης στο σπίτι	41
3.4 ^β Τεχνική λεύκανσης στο ιατρείο	41-43
3.4 ^γ . Συνδυασμένη τεχνική λεύκανσης (στο σπίτι και στο ιατρείο)	43-45
3.4 ^δ OTC προϊόντα	46-50
3.5 Βιβλιογραφικά δεδομένα σχετικά με τα διάφορα πρωτόκολλα λεύκανσης ζωντανών δοντιών	50-55
3.6 Διατήρηση θεραπευτικού αποτελέσματος	55-56

• **Κεφάλαιο 4. Τεχνικές μέτρησης χρώματος στην οδοντιατρική**

4.1 Εισαγωγή	58-59
4.1 ^α Ορισμοί	59
4.1 ^β Φυσιολογία του χρώματος	59-62
4.1 ^γ Φυσική του χρώματος	63-64
4.1 ^δ χρωματικά συστήματα	65-68
4.2 Μέτρηση χρώματος στην οδοντιατρική	68-69
4.2 ^α Ενδοστοματικά (κλινικά)	69-73
4.2 ^β Εργαστηριακά (μελέτες in vitro)	74
4.3 Συσκευή λήψης χρώματος (Dr. Tolens colorimeter)	74-77
4.4 Συμπεριφορά των χρωματικών συντεταγμένων L*, a*, b* στη λεύκανση	77-84

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	87-94
--------------------------	-------

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	95-106
---------------------	--------

ΣΥΖΗΤΗΣΗ	107-122
-----------------	---------

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	123
---------------------	-----

<u>ΠΕΡΙΛΗΨΗ (ελληνική-αγγλική)</u>	124-127
---	---------

<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u>	128-136
----------------------------	---------

<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</u>	139-149
-------------------------	---------

Πρόλογος – Εισαγωγή

Στην εποχή μας, αυτή της οπτικής εικόνας, η αισθητική, διαμορφούμενη σε μεγάλο βαθμό από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης και τις διαφημίσεις, αποτελεί όλο και περισσότερο σημείο αναφοράς τόσο για τους ασθενείς όσο και για τους ειδικούς. Το υγιές και φωτεινό χαμόγελο τίθεται όλο και εντονότερα στο προσκήνιο. Ένα χαμόγελο με δυσχρωμικά, ή όχι τόσο φωτεινά δόντια, αποτελεί πολύ συχνά πλέον πρόβλημα προς επίλυση.

Η λεύκανση των δοντιών με ζωντανό πολφό αποτελεί την πλέον συντηρητική αντιμετώπιση των περισσότερων μορφών οδοντικής δυσχρωμίας, συγκρινόμενη με τις όψεις ρητίνης και πορσελάνης αλλά και τις μεταλλοκεραμικές και ολοκεραμικές στεφάνες. Στις μέρες μας είναι κοινά αποδεκτό ότι πρόκειται για θεραπευτική διαδικασία απόλυτα ασφαλή, διαδεδομένη και με σημαντική βιβλιογραφική τεκμηρίωση. Επιπρόσθετα, το ποσοστό των ασθενών που επιζητούν είτε να πληροφορηθούν, είτε τελικά να βελτιώσουν την εμφάνιση του χαμόγελού τους μέσω της λεύκανσης των δοντιών τους, αυξάνεται εκθετικά.

Μια σειρά διαφορετικών λευκαντικών υλικών, συσκευών και πρωτοκόλλων εφαρμογής έχουν προταθεί κατά καιρούς, προσδίδοντας στην κάθε τέτοια διαδικασία μια διαφορετική αποτελεσματικότητα.

Μια αδρή κατηγοριοποίηση αυτών των τεχνικών, τις διαχωρίζει σε τεχνικές που λαμβάνουν χώρα στο ιατρείο, στο σπίτι (από τον ασθενή) ή σε συνδυασμό των δύο. Στην πράξη, διαπιστώνεται ότι υπάρχει πολύ μικρός αριθμός μελετών που να συγκρίνουν τα διαφορετικά αυτά πρωτόκολλα μεταξύ τους με αποτέλεσμα η έλλειψη τεκμηρίωσης να οδηγεί στην εμπειρική εφαρμογή των τεχνικών.

Υπάρχει συνεπώς ανάγκη τεκμηρίωσης των διαφορετικών πρωτοκόλλων αξιολόγησης των τεχνικών λεύκανσης, που έχουν κατά καιρούς προταθεί και σε μεγάλο βαθμό χρησιμοποιούνται «εμπειρικά». Μια προσπάθεια λοιπόν να απαντηθεί, σε κάποιο βαθμό το παραπάνω ερώτημα, γίνεται στην παρούσα εργασία. Σκοπός λοιπόν αυτής είναι η σύγκριση και αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας διαφόρων πρωτοκόλλων λεύκανσης των δοντιών.

Η διπλωματική αυτή εργασία χωρίζεται σε 2 μέρη: το γενικό μέρος και το ειδικό.

Το **γενικό μέρος** χωρίζεται σε τέσσερα κεφάλαια που ασχολούνται α) το πρώτο με το χρώμα των δοντιών γενικά, β) το δεύτερο με τις οδοντικές δυσχρωμίες, γ) το

τρίτο με τη λεύκανση ζώντων δοντιών και δ) το τέταρτο με τις υπάρχουσες τεχνικές μέτρησης χρώματος στην οδοντιατρική και κυρίως με τη χρωματομετρία.

Στο **ειδικό μέρος** παρουσιάζονται ο σκοπός, τα υλικά και οι μέθοδοι της μελέτης, τα αποτελέσματα που προέκυψαν και τέλος η συζήτηση και τα συμπεράσματα αυτών των αποτελεσμάτων.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα μέσα από τις λίγες γραμμές που ακολουθούν να ευχαριστήσω από καρδιάς την λέκτορα κ. Αντωνιάδου Μαρία, για την αμέριστη συμπαράσταση και στήριξη που μου έχει προσφέρει από τα χρόνια που ήμουν προπτυχιακός φοιτητής της στην Κλινική Συνολικής Αντιμετώπισης Ασθενή (ΚΣΑΑ), ως και σήμερα. Χωρίς τη βοήθεια και την καθοδήγηση της δεν θα ήταν δυνατή η εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας. Της οφείλω πολλά μια και αποτέλεσε και αποτελεί οδηγό μου στην πορεία μου (ως κλινικός και ως –να τολμήσω να πω- ερευνητής), όντας πάντα εκεί όταν τη χρειάζομαι και χαρίζοντας μου απλόχερα κομμάτια από τη γνώση και την εμπειρία της.

Επίσης ευχαριστώ τον κ. Μαργαρίτη Βασίλειο για την μεγάλη βοήθειά του στο κομμάτι της στατιστικής ανάλυσης των αποτελεσμάτων μας. Είχα τη χαρά στα πλαίσια του μεταπτυχιακού μου προγράμματος να υπάρξω μαθητής του, γεγονός που έπαιξε καθοριστικό ρόλο στο να αποκτήσω τις βάσεις στο πεδίο της στατιστικής καθώς και στο να γνωρίζω τον τρόπο συλλογής, καταγραφής και οργάνωσης των δεδομένων μου.

Δεν θα ήταν δυνατό να μην ευχαριστήσω το σύνολο των μελών ΔΕ*Π και τους συνεργάτες του εργαστηρίου της Οδοντικής Χειρουργικής. Θεωρώ ότι ήταν τιμή και ιδιαίτερο προνόμιο για μένα να γίνω μέλος αυτής της «οικογένειας» και να περάσω 3 από τα σπουδαιότερα χρόνια της ζωής μου μαζί τους.

Την καθηγήτρια κ. Κακάμπουρα Αφροδίτη, η οποία και διετέλεσε διευθύντρια του μεταπτυχιακού προγράμματος τα 3 έτη της φοίτησής μου, ευχαριστώ για την ευκαιρία που μου έδωσε να βρίσκομαι στο χώρο της Οδοντικής Χειρουργικής και για τη συνεχή και προπάντων αποτελεσματική στήριξη σε ότι την είχαμε ανάγκη, εγώ αλλά και όλοι οι συμφοιτητές μου. Ο επαγγελματισμός της, η εργατικότητα και η αποτελεσματικότητά της θεωρώ ότι συνέβαλαν πολλά στο να βρίσκεται το μεταπτυχιακό μας πρόγραμμα τόσο ψηλά. Δεν πρέπει να παραλείψω ότι ήταν πολλές οι φορές που οι γνώσεις της και οι κατευθύνσεις που μου έδωσε, τόσο κατά την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας όσο και κατά την πορεία μου στο μεταπτυχιακό, μου έδειξαν το δρόμο και μου έδωσαν δύναμη να συνεχίσω.

Με την κατάθεση της παρούσας μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας κλείνει ο κύκλος των μεταπτυχιακών μου σπουδών. Ένα μεγάλο ευχαριστώ στους εξαιρετικούς καθηγητές μου κ. Μουντούρη Γεώργιο και κ. Παπάζογλου Στρατή του μεταπτυχιακού προγράμματος. Με βοήθησαν να ανιχνεύσω τα όρια και τις

δυνατότητές μου και να τα εξελίξω. Με μύησαν στο μαγικό κόσμο της φωτογραφίας και μοιράστηκαν μαζί μου «μυστικά», τεχνικές και «λύσεις» από το τεράστιο οπλοστάσιο των γνώσεων και της πείρας τους. Τέλος, με βοήθησαν να πιστέψω στον εαυτό μου και τις δυνάμεις μου και να γίνω καλύτερος οδοντίατρος αλλά και άνθρωπος.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω τους υπόλοιπους καθηγητές και συνεργάτες της Οδοντικής Χειρουργικής αλλά και των άλλων ειδικοτήτων και φυσικά τους συμφοιτητές μου που ταξίδεψαν και ταξιδεύουν ακόμη μαζί μου, μοιράζονται τις λύπες και τις χαρές μου και στηρίζουν τις προσπάθειές μου. Κανένα ευχαριστώ δεν είναι αρκετό...

Γενικό μέρος

Κεφάλαιο 1.

Χρώμα δοντιών και αισθητική

“Η ομορφιά είναι μια μορφή μεγαλοφυΐας για την ακρίβεια,
είναι ανώτερη από τη μεγαλοφυΐα γιατί δε χρειάζεται να την εξηγήσεις”
(...γράφει ο Όσκαρ Ουάιλντ στο Πορτρέτο του Ντόριαν Γκρέι)

1.1 Γενικά

Αισθητική είναι ο κλάδος της φιλοσοφίας που ασχολείται με τον ορισμό του ωραίου. Ο όρος εισήχθη για πρώτη φορά το 1753, από το Γερμανό φιλόσοφο Alexander Gottlieb Baumgarten, ο οποίος με το έργο του συνέβαλε στο να αναγνωριστεί η αισθητική σαν ξεχωριστός φιλοσοφικός κλάδος (Εικ. 1). Ο όρος ‘αισθητική’ παράγεται από την ‘αίσθηση’, την εμπειρία δηλαδή που προσλαμβάνεται μέσω των αισθήσεων.



Εικόνα 1. Alexander Gottlieb Baumgarten ¹

Η αισθητική ενδιαφέρεται για την ουσία και τις επικρατούσες αντιλήψεις για την ομορφιά και την ασχήμια. Εξετάζει επίσης το ερώτημα του κατά πόσο αυτές οι ιδιότητες είναι αντικειμενικά παρούσες ή εάν υπάρχουν μόνο στο μυαλό του ατόμου¹.

Η **οδοντική αισθητική** παλαιότερα καθοριζόταν από την υποκειμενική οπτική αντίληψη του απλού παρατηρητή δηλαδή από τον τρόπο που αντιλαμβάνεται ο καθένας τα οπτικά στοιχεία που συνθέτουν την στοματική και περιστοματική περιοχή. Εντούτοις, με τον καιρό, η οδοντιατρική επιστήμη ανακάλυψε ότι δεν είναι δυνατός ο προσδιορισμός της οδοντικής αισθητικής μόνο με την υποκειμενική οπτική αντίληψη αλλά είναι απαραίτητη η ύπαρξη και αντικειμενικών στοιχείων, όπως είναι το μέγεθος των δοντιών, η θέση των σημείων επαφής κλπ.

Παρά την αναγκαιότητα των αντικειμενικών στοιχείων που διέπουν τη σωστή απόδοση μιας αισθητικής οδοντιατρικής αποκατάστασης, ο ρόλος της υποκειμενικής κρίσης είναι ουσιώδους σημασίας για την επιμελή απόδοση της οδοντικής σύνθεσης. Το λεπτό όριο που διαχωρίζει το αισθητικό από το αντιαισθητικό αποτέλεσμα στηρίζεται στη σωστή απόδοση των χαρακτηριστικών των δοντιών, όπως το περίγραμμα, η φορά, η υφή και το χρώμα και στη σωστή απόδοση της σχέσης τους με τους γύρω ιστούς.

Η **οδοντική αισθητική** σήμερα αποτελεί μια ελεγχόμενη αισθητική, λειτουργική και βιολογική κλινική επέμβαση, που πρέπει να γίνεται με την αφαίρεση της ελάχιστης δυνατής ποσότητας υγιών οδοντικών ιστών ².

1.1α. Ιστορική αναδρομή

Η πρώτη θεωρία περί αισθητικής, ανεξαρτήτως πεδίου εφαρμογής, είναι αυτή του **Πλάτωνα**, ο οποίος πίστευε ότι η πραγματικότητα αποτελείται από αρχέτυπα (ή μορφές) τα οποία είναι πέρα από τα όρια της ανθρώπινης αίσθησης. Τα τελευταία συνιστούν πρότυπα για όλα όσα αντιλαμβάνεται η ανθρώπινη εμπειρία. Τα αντικείμενα δηλαδή, που τα ανθρώπινα όντα μπορούν να αντιληφθούν, είναι παραδείγματα ή απομιμήσεις εκείνων των μορφών. Ο σκοπός του φιλοσόφου είναι να καταλήξει από το αντικείμενο που βιώνεται, στην πραγματικότητα που το μιμείται, ενώ ο καλλιτέχνης αντιγράφει το αντιληπτό αντικείμενο ή το χρησιμοποιεί ως μοντέλο για να δημιουργήσει. Κατά συνέπεια, η εργασία του καλλιτέχνη είναι μια μίμηση αυτού που είναι ήδη μίμηση.

Ο **Αριστοτέλης** μίλησε επίσης για την τέχνη ως μίμηση, αλλά όχι υπό την πλατωνική έννοια. Ο καλλιτέχνης είναι σε θέση να μιμηθεί "τα πράγματα όπως οφείλουν να είναι", υποστήριζε. Επίσης "η τέχνη ολοκληρώνει εν μέρει ό,τι η φύση δεν μπορεί να ολοκληρώσει". Ο καλλιτέχνης χωρίζει τη μορφή από την ύλη ορισμένων αντικειμένων, όπως το ανθρώπινο σώμα ή ένα δέντρο, και επιβάλλει εκείνη τη μορφή σε ένα άλλο υλικό, όπως ο καμβάς ή το μάρμαρο. Κατά συνέπεια, η μίμηση δεν αντιγράφει απλά ένα αρχικό πρότυπο, ούτε επινοεί ένα σύμβολο για να το παραστήσει. Ουσιαστικά είναι μια συγκεκριμένη αντιπροσώπευση μιας πτυχής των πραγμάτων.

Η αισθητική ήταν αδιαχώριστη από την ηθική και την πολιτική και για τον Αριστοτέλη και για τον Πλάτωνα. Ο πρώτος για παράδειγμα έγραψε για τη μουσική ότι έχει πολλαπλές θετικές επιπτώσεις στον ανθρώπινο χαρακτήρα, και ως εκ τούτου συμβάλει στη διατήρηση της τάξης ².

1.1β. Αισθητική και «σύγχρονη εποχή»

Ο Γερμανός φιλόσοφος του 18^{ου} αιώνα **Immanuel Kant** ασχολήθηκε με τις «αισθητικές επιλογές». «Τα αντικείμενα μπορούν να κριθούν όμορφα», πρότεινε, «όταν ικανοποιούν μια ανιδιοτελή επιθυμία»: μια επιθυμία που δεν περιλαμβάνει προσωπικά ενδιαφέροντα ή ανάγκες. Προκύπτει από αυτό ότι τα όμορφα αντικείμενα

δεν έχουν κανέναν συγκεκριμένο σκοπό και ότι οι αισθητικές επιλογές δεν είναι εκφράσεις της ατομικής (προσωπικής) προτίμησης, αλλά είναι επιλογές του ευρύτερου συνόλου. Αν και κάποιος δεν μπορεί να είναι σίγουρος ότι οι άλλοι θα ικανοποιηθούν πλήρως από τα αντικείμενα τα οποία αυτός κρίνει ως όμορφα, μπορεί τουλάχιστον να περιμένει ότι θα τα χαρακτηρίσουν αξιόλογα. Η βάση για την αντίληψη της ομορφιάς, συνεπώς, είναι κοινή σε όλους τους ανθρώπους.^{2,3}

Η θεωρία του Kant προτείνει πως η τέχνη πρέπει να δίνει την ίδια ανιδιοτελή ικανοποίηση με τη φυσική ομορφιά. Παραδόξως, η τέχνη μπορεί να εκπληρώσει κάτι που η φύση αδυνατεί: μπορεί να προσφέρει ταυτόχρονα την ασχήμια και την ομορφιά σε ένα αντικείμενο. *Ένας εξαιρετός πίνακας ενός άσχημου προσώπου δύναται να παραμένει, ως έργο τέχνης, όμορφος.*

Σύμφωνα με το Γερμανό φιλόσοφο του 19^{ου} αιώνα **G. W. F. Hegel**, η τέχνη, η θρησκεία και η φιλοσοφία είναι οι βάσεις της υψηλότερης πνευματικής ανάπτυξης. Η ομορφιά στη φύση εντοπίζεται σε οτιδήποτε το ανθρώπινο πνεύμα βρίσκει ευχάριστο και συμβατό με την άσκηση της πνευματικής και διανοητικής ελευθερίας. Ορισμένα «θέματα» από τη φύση μπορούν να γίνουν ιδιαίτερα ευχάριστα και είναι αυτά που «αναπαριστώνται» από την τέχνη για να ικανοποιήσουν τις αισθητικές μας αναζητήσεις.

Ο Γερμανός φιλόσοφος **Arthur Schopenhauer** θεώρησε ότι οι μορφές του κόσμου, όπως οι αιώνιες πλατωνικές μορφές, υπάρχουν πέρα από τον κόσμο της εμπειρίας, και ότι η αισθητική ικανοποίηση επιτυγχάνεται με τη μελέτη των ιδανικών τους, ως μέσο διαφυγής από τον επίπονο κόσμο της καθημερινής εμπειρίας.

Τέλος, ο Γερμανός φιλόσοφος **Friedrich Nietzsche** ακολούθησε τον Schopenhauer αρχικά αλλά κατόπιν διαφώνησε μαζί του. Ο Nietzsche συμφώνησε ότι η ζωή είναι τραγική, αλλά υποστήριξε ότι αυτό δεν πρέπει να αποκλείσει την αποδοχή του τραγικού με χαρμόσυνο τρόπο. Η πλήρης δε επίτευξη του παραπάνω, είναι ο σκοπός της τέχνης. Η τέχνη αντιμετωπίζει τον τρόπο του κόσμου και πηγάζει επομένως μόνο από τους ισχυρούς. Η τέχνη μπορεί να μετασχηματίσει οποιαδήποτε εμπειρία σε ομορφιά, και έτσι να μεταλλάσσει τους φόβους κάποιου κατά τέτοιο τρόπο ώστε να συνδυάζονται με την απόλαυση.

Αν και ένα μεγάλο μέρος της σύγχρονης αισθητικής αντίληψης έχει τις ρίζες του στη γερμανική σκέψη, η τελευταία επηρεάστηκε από άλλες δυτικές επιρροές. Ο

Lessing, ένας εκ των ιδρυτών του γερμανικού ρομαντισμού, επηρεάστηκε από τα γραπτά του βρετανού πολιτικού και «θεωρητικού της αισθητικής» **Edmund Burke**.

1.2 Χρώμα δοντιών σε συνάρτηση με τους οδοντικούς ιστούς

Το χρώμα ενός δοντιού προσδιορίζεται από έναν συνδυασμό των οπτικών ιδιοτήτων του. Όταν το φως προσπέσει σε ένα δόντι, τέσσερα φαινόμενα που σχετίζονται με την αλληλεπίδραση του δοντιού με την φωτεινή ακτινοβολία, λαμβάνουν χώρα:

- μετάδοση του φωτός μέσω του δοντιού,
- ανάκλαση,
- διάχυση του φωτός στην επιφάνεια και
- απορρόφηση και σκέδαση του φωτός εντός του οδοντικού ιστού.

Το χρώμα του δοντιού έχει αποδειχθεί ότι προκύπτει από τη σκέδαση του φωτός. Πιο αναλυτικά, είναι γνωστό ότι το φως ακολουθεί διάφορα εξαιρετικά ακανόνιστα μονοπάτια μέσω του δοντιού πριν αναδυθεί εκ νέου στην επιφάνειά του και φτάσει στο μάτι του παρατηρητή. Το μη-λευκό χρώμα, είναι κατά κύριο λόγο το αποτέλεσμα της απορρόφησης κατά μήκος αυτής της διαδρομής και από εκεί προκύπτει ο συντελεστής απορρόφησης των ιστών των δοντιών ⁴⁻⁶.



Εικόνα 2α. Τα δόντια είναι πολυχρωματικά
(προσωπικό αρχείο συγγραφέα)



Εικόνα 2b. Τα δόντια είναι πολυχρωματικά (επεξεργασία της φωτογραφίας 2a με το λογισμικό Adobe Photoshop CS5 και το εργαλείο HDR toning για να αναδειχθούν οι ξεχωριστοί χρωματικοί τόνοι)

Οι Vaarkamp και συν.⁷ μέτρησαν τη διάδοση του φωτός μέσα από τεμάχια ανθρώπινης αδαμαντίνης και οδοντίνης, πάχους 0,85mm. Για την αδαμαντίνη διαπιστώθηκε ότι οι κρύσταλλοι υδροξυαπατίτη συμβάλλουν σημαντικά στην παρατηρούμενη σκέδαση φωτός, ενώ για την οδοντίνη, η οπτική ανισοτροπία που παρατηρήθηκε, ερμηνεύτηκε αποδίδοντας στα οδοντινοσωληνάκια την κυρίαρχη αιτία της σκέδασης. Η οπτική ισχύς σκέδασης των αδαμαντινικών ιστοτεμαχίων βρέθηκε να είναι ανάλογη της μείωσης στην περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα και διαπιστώθηκε ότι η αφαλάτωση αυξάνει το συντελεστή σκέδασης κατά ένα συντελεστή ίσο με περίπου 3⁸.

Μια *in vitro* μελέτη έδειξε ότι το χρώμα σε 28 δόντια από διαφορετικούς ασθενείς, όπου η αδαμαντίνη είχε αφαιρεθεί, συσχετίστηκε έντονα με το συνολικό χρώμα του άθικτου δοντιού⁹. Έτσι, η μελέτη επιβεβαίωσε ότι το χρώμα των δοντιών εξαρτάται κυρίως από το χρώμα της οδοντίνης, με την αδαμαντίνη να παίζει μόνο ένα μικρό ρόλο, μέσω της σκέδασης σε μήκη κύματος κοντά στο μπλε φάσμα. Πράγματι, οι Zijp και συν.¹⁰ ανέφεραν ότι λεπτές πλάκες ανθρώπινης αδαμαντίνης που παρατηρήθηκαν σε φως ημέρας, έδωσαν μια ανοικτή μπλε αντανάκλαση και

υποκίτρινη χροιά στην ακτινοβολία που πετύχαινε τη διάδοσή της διαμέσου των πλακών. Στον πίνακα 1, συνοψίζονται τα χαρακτηριστικά των ιστών αδαμαντίνης/οδοντίνης.

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά αδαμαντίνης και οδοντίνης.²

Αδαμαντίνη	Οδοντίνη
94-96% κατά βάρος ανόργανα συστατικά	70% κατά βάρος ανόργανα συστατικά
1-2% κ.β. οργανικές ουσίες	20% κ.β. οργανικές ουσίες
3-4% κ.β. νερό	10% κ.β. νερό
Χρώμα: σχεδόν λευκό ή γκριζωπό (ημιδιαφανής ουσία).	Το χρώμα της οδοντίνης επηρεάζει και καθορίζει το χρώμα του δοντιού
Το χρώμα της επηρεάζεται από την υποκείμενη οδοντίνη και από το περιβάλλον	Η οδοντίνη σχηματίζεται καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του δοντιού

1.3 Χρώμα δοντιών – ομάδες δοντιών

Το χρώμα των δοντιών διαφέρει τόσο μεταξύ των ατόμων, όσο και μεταξύ των δοντιών του ίδιου ατόμου, παρατηρώντας διαφορές μεταξύ των δοντιών της άνω και κάτω γνάθου και μεταξύ των δοντιών της κάθε γνάθου ξεχωριστά¹¹.

- Το χρώμα των δοντιών του δεξιού και αριστερού ημιμορίου φαίνεται να συσχετίζεται (πάντα σε ό,τι αφορά στις ίδιες ομάδες δοντιών)¹¹,
- Τα πρόσθια δόντια της άνω γνάθου φαίνεται να εμφανίζουν πιο κίτρινη χροιά σε σχέση με τα πρόσθια δόντια της κάτω γνάθου, με εξαίρεση το μέσο τριτημόριο του άνω κυνόδοντα, που εμφανίζει ελαφρά πιο κόκκινη χροιά σε σχέση με τον κυνόδοντα της κάτω γνάθου²,
- Οι άνω κεντρικοί τομείς και το αυχενικό τριτημόριο των πλαγίων τομέων εμφανίζουν μεγαλύτερη φωτεινότητα σε σχέση με τα κάτω αντίστοιχα δόντια⁴,
- Οι κεντρικοί τομείς φαίνεται να έχουν την υψηλότερη τιμή φωτεινότητας, ενώ οι κυνόδοντες είναι τα δόντια με τη χαμηλότερη τιμή φωτεινότητας και τη μεγαλύτερη ένταση χρώματος²,
- Ο κυνόδοντας της άνω γνάθου εμφανίζει μικρότερη φωτεινότητα σε σύγκριση με τον κάτω¹².

Στην βιβλιογραφία είναι διαθέσιμες και οι μέσες τιμές L, a^*, b^* (χρωματικό σύστημα CIE Lab - Commission International de l'Éclairage – βλ. κεφάλαιο 4.1) για τα άνω πρόσθια δόντια. Σε δύο αναφορές των Joiner και συν. ^{5,4} δίνονται οι πληροφορίες που συνοψίζονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Βιβλιογραφικές αναφορές για τιμές των L^*, a^* και b^* άνω τομέων

Συγγραφείς	χρονολογία	χώρα	Αριθμός ατόμων	Ηλικία	L	a*	b*
Άνω κεντρικοί τομείς (μετρήσεις in vivo)							
Gegauff et al	1993	ΗΠΑ	20	20-27	51,1	-0,1	-0,2
Rubino et al	1994	Ισπανία	600	15-50	67,6±7	4,3±2,1	12,1±3,3
Zhao et al	1998	Κίνα	70	18-70	51,48±8,02	0,62±0,14	0,15±0,02
Odioso et al	2000	ΗΠΑ	180	13-64	69,3±5,92	5,4±1,33	18,7±3,37
Russell et al	2000	Ιρλανδία	7	φοιτητές	48,31	1,35	2,73
Russell et al	2000	Ιρλανδία	7	φοιτητές	41,31	0,91	4,91
Hasegawa et al	2000	Ιαπωνία	87	13-84	73±5	3,5±1,5	16,5±5
Άνω τομείς (κεντρικοί και πλάγιοι) (μετρήσεις in vivo)							
Gegauff et al	1993	ΗΠΑ	20	20-27	51,1	-0,1	-0,2
Rubino et al	1994	Ισπανία	600	15-50	67.6(7)	4,3(2,1)	12,1(3,3)
Douglas	1997	Καναδάς	7	?	54.76(4.16)	0,06(0,75)	6,37(3,65)
Zhao και Zhu	1998	Κίνα	70	18-70	51,48(8,02)	0,62(0,14)	0,15(0,02)
Russell et al	2000	Ιρλανδία	7	φοιτητές	48.31	-1,35	2,73
Russell et al	2000	Ιρλανδία	7	φοιτητές	41.31	-0,91	4,91
Odioso et al	2000	ΗΠΑ	180	13-64	69,3(5,92)	5,4(1,33)	18,7(4,9)
Hasegawa et al	2000	Ιαπωνία	87	13-84	73,1(5,6)	3,4(1,2)	16,4(3,9)
Zhu et al	2001	Κίνα	162	20-73	54,91(6,39)	-1,69(1,56)	9,19(5,65)
Zhou et al	2006	Κίνα	181	15-67	56ως81	-2,5ως6	2ως28
Xiao et al	2007	Κίνα	405	13-64	70,67(1,91)	4,29(2,05)	17,51(4,13)
Cho et al	2007	Κορέα	47	19+	57,8(3,5)	-1(0,9)	6,7(3,1)
Cho et al	2007	Κορέα	47	19+	74(3,4)	5(1,5)	19,4(4)
Gozalo-Diaz et al	2007	ΗΠΑ	120	18+	73,3(7,7)	4,7(2,3)	18,8(4,9)

Είναι φανερές οι διαφορές που εντοπίζονται μεταξύ των μελετών ακόμη και στον πληθυσμό της ίδιας χώρας (π.χ. ΗΠΑ). Το πιθανότερο είναι ότι αυτές οφείλονται στις διαφορετικές συνθήκες και τρόπους μέτρησης. Αυτό που επίσης γίνεται σαφές από την πλειοψηφία των μελετών, είναι ότι η μεταβλητή b^* έχει τον κύριο ρόλο στην τελική διαμόρφωση της χροιάς του δοντιού ^{4 5}.

Τέλος, το χρώμα των δοντιών μεταβάλλεται με την αύξηση της ηλικίας των ατόμων, με συνέπεια να εμφανίζει περισσότερη κίτρινη ή κόκκινη χροιά, με μικρότερη φωτεινότητα και μεγαλύτερη ένταση χρώματος. Το φαινόμενο αυτό ξεκινά να γίνεται αντιληπτό μετά τα 35 χρόνια της ηλικίας ². Επίσης, το χρώμα μεταβάλλεται καθώς μειώνεται η υγρασία των οδοντικών ιστών, με συνέπεια να γίνονται περισσότερο φωτεινά και με μικρότερη ένταση χρώματος με τη χρήση ελαστικού απομονωτήρα και μετά τη λήψη αποτυπώματος σιλικόνης. Το αρχικό χρώμα των δοντιών φαίνεται να επανέρχεται μετά την πάροδο 30 λεπτών από την ολοκλήρωση αυτών των διαδικασιών ⁶.

1.4 Χρώμα δοντιών και αισθητική ζώνη

Η εμφάνιση των δοντιών κάποιου ατόμου μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την αυτοπεποίθησή του, αλλά και τον τρόπο που αντιμετωπίζεται από τους άλλους ^{13,14}. Μέσω αλλαγών στο σχήμα, το μέγεθος και το **χρώμα** των δοντιών, μπορεί να δημιουργηθεί η εντύπωση ότι ο ασθενής έχει μικρότερη ηλικία από την πραγματική, ή να τονισθούν κάποια στοιχεία της προσωπικότητάς του.

Μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις της σύγχρονης οδοντιατρικής είναι για τον κλινικό να καταφέρει να επιτύχει ή ακόμη και να ξεπεράσει τις προσδοκίες των ασθενών του, σχετικά με τη θεραπεία των προσθίων δοντιών στην αισθητική ζώνη. Η αισθητική ζώνη ορίζεται ως «η ορατή περιοχή σε πλήρες χαμόγελο που περιλαμβάνει τα δόντια, τα ούλα και τα χείλη» ¹⁵.

Δεν χωρά αμφιβολία ότι η χροιά των δοντιών αποτελεί έναν από τους κυριότερους παράγοντες αισθητικής του χαμόγελου. Σε έρευνα του Dunn και συν. ¹⁶ χρησιμοποιήθηκαν φωτογραφίες 8 γυναικείων και 8 αντρικών χαμόγελων, οι οποίες διέφεραν σε ότι αφορούσε στην οδοντική συμμετρία, στη χροιά, στον αριθμό των δοντιών που αποκαλύπτονται στο χαμόγελο και στο ύψος της γραμμής του άνω χείλους. 297 άτομα από το γενικό πληθυσμό κλήθηκαν να τοποθετήσουν τις φωτογραφίες σε σειρά ξεκινώντας από τη λιγότερο ελκυστική. Στη συντριπτική

πλειοψηφία των αξιολογητών **η χροιά των δοντιών ήταν ο πιο σημαντικός παράγοντας** που διαμόρφωσε την επιλογή τους. Τέλος, ένας άλλος παράγοντας που πρέπει να αξιολογείται είναι και το χρώμα του δέρματος του προσώπου, μια και ο συνδυασμός των πολύ φωτεινών δοντιών με τα πολύ σκούρα δέρματα οδηγεί σε μη ελκυστική και χωρίς φυσικότητα εμφάνιση ¹⁷.

Τα αισθητικά σχέδια θεραπείας λοιπόν που περιλαμβάνουν την αλλαγή του χρώματος των δοντιών, θα πρέπει να στοχεύουν στην αναπαραγωγή αυτού του προοδευτικού μοντέλου για το χρώμα των δοντιών ώστε να προσεγγίζεται η φυσικότητα στην εμφάνιση του χαμόγελου, **είτε αυτό επιτευχθεί με τις διάφορες τεχνικές λεύκανσης που είναι η συντηρητικότερη προσέγγιση**, είτε με επανορθωτικές αποκαταστάσεις. Άλλωστε οι ασθενείς γνωρίζουν ότι σήμερα δεν υπάρχει λόγος να συμβιβάζονται με ένα χαμόγελο που δεν τους ικανοποιεί και έχουν τη γνώση ότι μπορούν να το βελτιώσουν με λίγες μόνο επισκέψεις στον οδοντίατρο. Στις μέρες μας, όπου ένα αισθητικό χαμόγελο αποτελεί επιδίωξη της πλειοψηφίας των ασθενών, η οδοντική λεύκανση μπορεί επομένως να κατέχει σημαντική θέση στα αποκαταστατικά αισθητικά θεραπευτικά σχήματα. ¹⁸.

Κεφάλαιο 2.

Οδοντικές δυσχρωμίες

“Μυριάδες στόματα φονάζουνε και σε καλούν
Έλα λοιπόν από την αρχή να ζήσουμε τα χρώματα”
(Οδυσσέας Ελύτης, Προσανατολισμοί)

2.1 Γενικά

Οι τρεις συχνότεροι παράγοντες που εκτείνονται στην επιφάνεια, ή στο μεγαλύτερο μέρος αυτής, των προσθίων δοντιών και δημιουργούν, λόγω θέσης, έντονα αισθητικά προβλήματα είναι οι τερηδονικές αλλοιώσεις, οι διαβρώσεις/αποτριβές και **οι οδοντικές δυσχρωμίες**².

Ως οδοντικές δυσχρωμίες χαρακτηρίζονται «οι αλλαγές στη χροιά των δοντιών λόγω μεταβολών στη δομή και το πάχος των οδοντικών ιστών ή λόγω εναπόθεσης χρωστικών στους σκληρούς οδοντικούς ιστούς»¹⁹. Οι χρωστικές μπορεί να είναι ενδογενούς ή εξωγενούς προέλευσης και η εντόπισή τους αφορά στην εξωτερική επιφάνεια ή στο σύνολο της δομής των σκληρών ιστών. Η ενσωμάτωση των χρωστικών στην οδοντική δομή λαμβάνει χώρα κατά την οδοντογένεση ή μετά την ανατολή των δοντιών και μπορεί να αφορά τόσο στη μόνιμη όσο και στη νεογιλή οδοντοφυΐα. Οι αιτιολογικοί παράγοντες του φαινομένου, όπως περιγράφεται στη συνέχεια, ποικίλουν.

Στην εποχή μας που το «λευκό χαμόγελο» είναι ζητούμενο ολοένα και περισσότερο, οι δυσχρωμίες των δοντιών στην αισθητική ζώνη δημιουργούν εκτός από αισθητική δυσαρμονία και προβλήματα στην ψυχολογία του ατόμου με επέκταση στην κοινωνική συμπεριφορά του²⁰. Με τα μέσα που παρέχει η σύγχρονη οδοντιατρική, ο κλινικός δύναται να αποκαθιστά τα δυσχρωμικά δόντια προσεγγίζοντας την αρχική τους χρωματική εικόνα, με εξαιρετική επιτυχία. Μάλιστα αυτό είναι δυνατό ακολουθώντας τη φιλοσοφία της «ελάχιστης παρέμβασης», δηλαδή με καθόλου ή ελάχιστη αποκοπή οδοντικών ιστών²⁰.

2.2 Τύποι δυσχρωμιών

Οι δυσχρωμίες ταξινομούνται κατά διάφορους τρόπους ανάλογα με το αίτιο πρόκλησής τους, την εντόπισή τους, το χρόνο δράσης του αιτίου αυτών, το χημικό μηχανισμό δημιουργίας τους κ.λπ. Ακολουθεί μια σύνοψη των οδοντικών δυσχρωμιών στους Πίνακες 3,4 και 5 (τροποποίηση από^{19,20}). Οι επιμέρους κατηγορίες αναλύονται στη συνέχεια.

Πίνακας 3. Ενδογενείς οδοντικές δυσχρωμίες.

ΕΝΔΟΓΕΝΕΙΣ ΔΥΣΧΡΩΜΙΕΣ			
	Πριν την ανατολή των δοντιών	Μετά την ανατολή των δοντιών	
*	Ατελής αδαμαντινογένεση	Απόφραξη μυλικού θαλάμου	
	Ατελής οδοντινογένεση	Εσωτερική απορρόφηση οδοντίνης	
	Υποπλασία/υπενασβεστίωση αδαμαντίνης	Τραυματική πολφική αιμορραγία	*
	Αιματολογικές διαταραχές και συγγενείς νόσοι	Νέκρωση δοντιού/ΕΘ	*
*	Λήψη τετρακυκλίνης	Αλλαγή χρώματος λόγω ηλικίας	*
*	Οδοντική φθορίαση		
	Αδιαφανείς κηλίδες αδαμαντίνης		

με * σημειώνονται οι δυσχρωμίες που δύναται να αντιμετωπιστούν με κάποια τεχνική λέύκανσης

Πίνακας 4. Εξωγενείς οδοντικές δυσχρωμίες

ΕΞΩΓΕΝΕΙΣ ΔΥΣΧΡΩΜΙΕΣ
Οδοντική μικροβιακή πλάκα και τρυγία
Τροφές και ποτά
Τερηδόνα
Κάπνισμα
Στοματικά διαλύματα (χλωρεξιδίνης κλπ.)
Φάρμακα
Οδοντιατρικά υλικά
Άλατα βαρέων μετάλλων

Πίνακας 5. Εξωγενείς δυσχρωμίες ανάλογα με τη χρώση.

ΕΞΩΓΕΝΕΙΣ ΔΥΣΧΡΩΜΙΕΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗ ΧΗΜΕΙΑ ΤΗΣ ΔΥΣΧΡΩΜΙΑΣ		
N1 τύπος	N2 τύπος	N3 τύπος
Άμεση χρώση	Άμεση χρώση	Έμμεση χρώση

2.2α. Ενδογενείς δυσχρωμίες (πριν την ανατολή των δοντιών)

- *Ατελής αδαμαντινογένεση*

Σπάνια κληρονομική παθολογική κατάσταση που εμφανίζεται τόσο στη νεογιλή όσο και στη μόνιμη οδοντοφυΐα. Εμφανίζεται με τον υποπλαστικό ή τον υπενασβεστωμένο τύπο. Κατά τον υποπλαστικό τύπο, η αδαμαντίνη είναι εξαιρετικά μειωμένου πάχους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να φθείρεται γρήγορα αποκαλύπτοντας την οδοντίνη και προσδίδοντας μια καφε-κίτρινη απόχρωση στα δόντια. Ο υπενασβεστωμένος τύπος χαρακτηρίζεται από κανονικό πάχος αδαμαντίνης αλλά λόγω της ατελούς ενασβεστίωσης εύκολα αυτή φθείρεται ή αποσπώνται τμήματά της. Τα δόντια σε αυτή την περίπτωση έχουν καφετίζουσα απόχρωση ¹⁹.

- *Ατελής οδοντινογένεση*

Σπάνια κληρονομική παθολογική κατάσταση που εμφανίζεται τόσο στη νεογιλή όσο και στη μόνιμη οδοντοφυΐα, με λίγο μεγαλύτερη συχνότητα στη νεογιλή. Χαρακτηρίζεται από μικρότερο αριθμό οδοντινοσωληναρίων τα οποία όμως είναι ευρύτερα. Επιπλέον, η εναπόθεση της ανόργανης φάσης είναι

ελλιπής. Η αδαμαντίνη αποσπάται εύκολα από την οδοντίνη, το χρώμα της οποίας πλησιάζει στο γκρι (οπαλίζουσα οδοντίνη) ²⁰.

- *Υποπλασία/υπενασβεστίωση αδαμαντίνης*

Η κλινική εικόνα στην περίπτωση αυτή, εξαρτάται από τη μορφή της υποπλασίας και χαρακτηρίζεται από: λευκές κηλίδες, ραβδώσεις, αύλακες ή βοθρία και κίτρινη έως καφέ χροιά. Το γενεσιουργό της αίτιο πηγάζει από την επίδραση σειράς βλαπτικών παραγόντων κατά τη διάρκεια σχηματισμού της αδαμαντίνης και πριν την πλήρη ενασβεστίωσή της. Οι βλαπτικοί παράγοντες (κληρονομικότητα, περιβάλλον) επιδρούν στη λειτουργική ικανότητα των αδαμαντινοβλαστών ²⁰.

- *Αιματολογικές διαταραχές και συγγενείς νόσοι*

Πρόκειται για δυσχρωμίες που εμφανίζονται αρκετά σπάνια και οφείλονται σε γενικά νοσήματα της παιδικής ηλικίας ή στον κληρονομικό παράγοντα. Ορισμένες από αυτές είναι: η πορφυρία, οι αιμολυτικές αναιμίες, οι συγγενείς ανωμαλίες του χοληδόχου πόρου, η νεογνική ηπατίτιδα κ.α. ²¹.

- *Λήψη τετρακυκλίνης*

Οι τετρακυκλίνες είναι βακτηριοστατικά αντιβιοτικά ευρέως φάσματος που χορηγούνται σε σειρά λοιμώξεων από gram- και gram+ μικροοργανισμούς. Στα μέσα της δεκαετίας του 1950 παρατηρήθηκε, και είναι πλέον ευρέως γνωστό, ότι η χορήγησή τους στην έγκυο μητέρα κατά το 2^ο και 3^ο τρίμηνο της εγκυμοσύνης καθώς και στα παιδιά έως 8 ετών, δημιουργεί χρώσεις τόσο στη νεογνική όσο και στη μόνιμη οδοντοφυΐα. Ο μηχανισμός εμφάνισης αυτού του φαινομένου, βασίζεται στην ένωση ασβεστίου και τετρακυκλίνης που ενσωματώνεται στους κρυστάλλους του υδροξυαπατίτη σχηματίζοντας ορθοφωσφορική τετρακυκλίνη ²². Η απόχρωση που λαμβάνουν τα δόντια ποικίλει ανάλογα με το είδος της τετρακυκλίνης που λαμβάνεται και ανάλογα με τη βαρύτητα της δυσχρωμίας τα δόντια κατατάσσονται σε 3 κατηγορίες:

- Δυσχρωμία 1^{ου} βαθμού (ήπια χρώση)
- Δυσχρωμία 2^{ου} βαθμού (μέτρια χρώση)
- Δυσχρωμία 3^{ου} βαθμού (βαριά χρώση)

- *Οδοντική φθορίαση*

Οφείλεται στη λήψη για μεγάλο χρονικό διάστημα, δια της γενικής οδού, μεγάλων ποσοτήτων φθορίου κατά την περίοδο της οδοντογένεσης. Όταν η

περιεκτικότητα F, στο πόσιμο νερό, είναι πάνω από 1-1,5ppm κατά τη διάρκεια ενασβεστίωσης της νεογιλής ή της μόνιμης οδοντοφυΐας δύναται να επηρεαστεί τόσο η δομή όσο και η χροιά των δοντιών ²⁰. Ανάλογα με τη βαρύτητα της βλάβης διακρίνονται 3 τύποι φθορίασης:

- Απλή κηλιδωτή αδαμαντίνη (καφέ κηλίδες, λεία επιφάνεια)
- Συμπαγής κηλιδωτή αδαμαντίνη (λευκές ή γκρι κηλίδες, λεία επιφάνεια)
- Κηλιδωτή αδαμαντίνη με οπές (καφέ ή γκρι κηλίδες, βοθρία και αύλακες)
- *Αδιαφανείς κηλίδες αδαμαντίνης*
Πρόκειται για λευκές, συνήθως, κηλίδες στην επιφάνεια της αδαμαντίνης που εντοπίζονται κυρίως στους μόνιμους κεντρικούς τομείς της άνω γνάθου. Οφείλονται σε διαταραχές της ενασβεστίωσης που είναι αποτέλεσμα φλεγμονής ή τραυματισμού ²⁰.

2.2β. Ενδογενείς δυσχρωμίες (μετά την ανατολή των δοντιών)

- *Απόφραξη μυλικού θαλάμου*
Το παραπάνω σύμβαμα είναι αποτέλεσμα τραυματισμού του δοντιού κατά τη διάρκεια της διάπλασής του. Αφορά, ως επί το πλείστον, τους κεντρικούς τομείς της άνω γνάθου, μια και λόγω της θέσης τους έχουν τη μεγαλύτερη στατιστικά πιθανότητα να υποστούν τραυματισμό. Με την πάροδο του χρόνου ο μυλικός θάλαμος αποφράσσεται πλήρως από οδοντίνη. Το μεγάλο πάχος αυτής έχει ως αποτέλεσμα το δόντι να αποκτά πιο αδιαφανή, κίτρινη χροιά ²⁰.
- *Εσωτερική απορρόφηση οδοντίνης*
Αρχικά εμφανίζεται μια ροδόχρωμη κηλίδα στο σημείο που εντοπίζεται η απορρόφηση λόγω προβολής της χροιάς του πολφού. Στη συνέχεια, αποκτά ρόδινη απόχρωση όλη η μύλη του δοντιού, από την προβολή του χρώματος του πολφού μέσω του πολύ λεπτού παραμένοντος στρώματος οδοντίνης ¹⁹.
- *Τραυματική πολφική αιμορραγία*
Η κύρια αιτία δυσχρωμίας σε τραυματισμένο πολφό είναι η συσσώρευση αιμοσφαιρίνης ή άλλων στοιχείων του αίματος. Αυτά απελευθερώνουν σίδηρο δίνοντας στο δόντι αρχικά ρόδινη χροιά και στη συνέχεια φαιά ²³.
- *Νέκρωση δοντιού/ΕΘ*
Δόντια με πολφική νέκρωση στα οποία δεν έχει γίνει ενδοδοντική θεραπεία (ΕΘ) εμφανίζουν σκοτεινές έως μαύρες αποχρώσεις. Αυτό οφείλεται στην

είσοδο στα οδοντινοσωληνάρια προϊόντων αποσύνθεσης του αίματος και του πολφού. Στην περίπτωση δοντιών στα οποία έλαβε χώρα ΕΘ είναι συχνή η μεταβολή του χρώματος, αποτέλεσμα συνήθως των εμφρακτικών υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για την έμφραξη του ριζικού σωλήνα ^{19,24}.

- *Αλλαγή χρώματος λόγω ηλικίας*
Αλλαγές στο πάχος και τη δομή των σκληρών οδοντικών ιστών είναι η βασική αιτία αλλαγής της χροιάς των δοντιών. Η αδαμαντίνη γίνεται σταδιακά πιο λεπτή, εναποτίθεται δευτερογενής και επανορθωτική οδοντίνη και αλλάζουν τα χαρακτηριστικά της εξωτερικής επιφάνειας των δοντιών (μικρορωγμές, μικροκατάγματα, αποτριβές κλπ.) ²⁵.

2.2γ. Εξωγενείς δυσχρωμίες

- *Οδοντική μικροβιακή πλάκα και τρυγία*
Μέσω των χρωστικών που απορροφούν προσδίδουν στα δόντια μια κιτρινωπή απόχρωση. Ανάλογα με την «έλλειψη» στοματικής υγιεινής, τις διατροφικές συνήθειες, καθώς και το κάπνισμα η τρυγία μπορεί να αποκτήσει πράσινη, πορτοκαλί ή και κυανόμαυρη χροιά. Στη χρώση αυτή συμβάλλουν μεταξύ άλλων χρωμογόνα βακτήρια.
- *Τροφές και ποτά*
Δυσχρωμία στην επιφάνεια των δοντιών προκαλείται από τις τανίνες που περιέχονται σε σειρά τροφίμων και ποτών (τσάι, αναψυκτικά τύπου cola, κόκκινο κρασί, καφές, καρότα, παντζάρια κλπ.). Οι τανίνες συγκολλώνται άμεσα με τις πρωτεΐνες του οδοντικού υμενίου χρωματίζοντας την οδοντική επιφάνεια. Οι Rosen και συν. ²⁶ αναφέρουν ότι τα φρέσκα παρασκευάσματα τσαγιού προκαλούν τις εντονότερες χρώσεις.
- *Τερηδόνα*
Ανάλογα με το στάδιο εξέλιξης της και την ποσότητα των οδοντικών ιστών που έχουν υποστεί βλάβη προκύπτει και η αντίστοιχη χρώση (Πίνακας 6) ²⁷.

Πίνακας 6. Κλινική εικόνα ανά στάδιο τερηδονικής προσβολής.

Στάδιο τερηδονικής προσβολής	Εικόνα βλάβης
Αρχόμενη βλάβη	Λευκή κηλίδα
Ενεργός βλάβη	Κίτρινη ή καστανή χροιά

Στάσιμη	Σκούρα καφέ ή μαύρη
---------	---------------------

- *Κάπνισμα*

Το χρόνιο κάπνισμα (και σε ακόμη μεγαλύτερο βαθμό η έξη της μάσησης καπνού) προσδίδει στα δόντια (στην αυχενική περιοχή και ιδιαίτερα γλωσσικά) καφεκίτρινη χροιά. Αυτό συμβαίνει ακόμη και στα άτομα που εφαρμόζουν καλή στοματική υγιεινή αν είναι βαρύς καπνιστής.

- *Στοματικά διαλύματα*

Τα στοματικά διαλύματα που περιέχουν στη σύνθεσή τους χλωρεξιδίνη σε υψηλή συγκέντρωση (0,12% κο. και άνω) δημιουργούν στα δόντια, μετά από συχή χρήση (άνω των 15 ημερών) επιφανειακή μαύρη ή καφέ χρώση. Μάλιστα ο συνδυασμός χλωρεξιδίνης – τσαγιού πολλαπλασιάζει το αποτέλεσμα της χρώσης ²⁶. Η χρώση είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης του στοματικού διαλύματος με τον επίκτητο οδοντικό υμένα.

- *Φάρμακα*

Σειρά φαρμάκων που χρησιμοποιούνται στη στοματική κοιλότητα προκαλούν δυσχρωμία λόγω καθίζησής τους στις οδοντικές επιφάνειες. Παραδείγματα αυτών είναι: τα διαλύματα νιτρικού αργύρου, ο φθοριούχος κασσίτερος, οι κεφαλοσπορίνες, διάφορα αντιβιοτικά όπως η ερυθρομυκίνη καθώς και τα συμπληρώματα σιδήρου ¹⁹.

- *Οδοντιατρικά υλικά*

Δυσχρωμίες σχετιζόμενες με οδοντιατρικά υλικά αφορούν στα μεταλλικά στοιχεία που περιέχουν (αμάλαμα, μεταλλικοί άξονες, καρφίδες) και τα οποία λόγω οξείδωσης προκαλούν κυανόμαυρες χρώσεις.

- *Άλατα βαρέων μετάλλων*

Η χρώση από αυτά αφορά σε άτομα που εργάζονται σε βιομηχανίες μετάλλων και εκτίθενται για μεγάλα χρονικά διαστήματα στη σκόνη τους. Ανάλογα με το υπεύθυνο μέταλλο διαφέρει και η χρώση (Πίνακας 7) ²⁰.

Πίνακας 7. Χρώση από μέταλλα.

Μέταλλο	Χρώση
Σίδηρος, Νικέλιο, Μαγγάνιο	Καφέ
Κάδμιο	Χρυσή-κίτρινη
Βανάδιο	Καφέ-πράσινη

2.2δ. Εξωγενείς δυσχρωμίες (με βάση τη χημεία της δυσχρωμίας)

Με βάση τις χημικές αντιδράσεις που «γεννούν» τις εξωγενείς δυσχρωμίες έχει καταγραφεί η συγκεκριμένη ταξινόμηση ¹⁹. Σε αυτήν συναντούμε τρεις τύπους, οι οποίοι αναφέρονται ως N1, N2 και N3. Αναλυτικά ο μηχανισμός που δημιουργεί τη δυσχρωμία καθώς και η προτεινόμενη αντιμετώπιση, αναφέρονται στη συνέχεια:

- N1 τύπος (Άμεση χρώση)

Μηχανισμός: το χρωμογόνο συνδέεται με την εξωτερική επιφάνεια του δοντιού και προκαλεί δυσχρωμία όμοια με τη χροιά του

Π.χ.: τσάι, κρασί, μέταλλα κλπ.

Αντιμετώπιση: εφαρμογή καλής στοματικής υγιεινής

- N2 τύπος (Άμεση χρώση)

Μηχανισμός: το χρωμογόνο συνδέεται με την εξωτερική επιφάνεια του δοντιού και αλλάζει χρώμα

Πχ: χρώσεις που σχετίζονται με την πάροδο της ηλικίας. N1 που παραμένουν χωρίς αντιμετώπιση επί μακρόν γίνονται N2

Αντιμετώπιση: από τον οδοντίατρο με στίλβωση

- N3 τύπος (Εμμεση χρώση)

Μηχανισμός: το προ-χρωμογόνο συνδέεται με την εξωτερική επιφάνεια του δοντιού, υφίσταται χημική μετατροπή και παράγει ενδιάμεσα προϊόντα υπεύθυνα για τη χρώση.

Πχ: χλωρεξιδίνη, φθοριούχος κασσίτερος

Αντιμετώπιση: θεραπεία λεύκανσης

Κεφάλαιο 3.

Λεύκανση των δοντιών

“ Ό,τι θέλεις θα το πάρεις ευκολότερα
με το χαμόγελο παρά με το σπαθί σου ”
(Ουίλιαμ Σαίξπηρ)

3.1 Ιστορική αναδρομή

Η λεύκανση των δοντιών με ζωντανό πολφό, αποτελεί την πλέον συντηρητική αντιμετώπιση των περισσοτέρων μορφών οδοντικής δυσχρωμίας, συγκρινόμενη με τις όψεις ρητίνης και πορσελάνης, αλλά και τις μεταλλοκεραμικές και ολοκεραμικές στεφάνες.²⁸ Σήμερα, είναι κοινά αποδεκτό ότι πρόκειται για θεραπευτική διαδικασία απόλυτα ασφαλή, διαδεδομένη και με σημαντική βιβλιογραφική τεκμηρίωση.²⁰ Μάλιστα το ποσοστό των ασθενών που επιζητούν είτε να πληροφορηθούν σχετικά, είτε τελικά να βελτιώσουν την εμφάνιση του χαμόγελού τους μέσω της λεύκανσης των δοντιών τους, αυξάνεται εκθετικά.¹⁸ Η **οδοντική λεύκανση** αναφέρεται σε οποιαδήποτε διαδικασία, η οποία αλλάζει την απόχρωση των δοντιών χωρίς τη χρήση υλικών αποκατάστασης. Λαμβάνει χώρα με τη βοήθεια προϊόντων τα οποία είτε είναι διαθέσιμα στους ασθενείς αποκλειστικά μέσω οδοντιάτρου, είτε πρόκειται για 'λευκαντικά προϊόντα φαρμακευτικής προέλευσης (Over The Counter products-OTCs)' τα οποία είναι εμπορικά διαθέσιμα απευθείας στους ασθενείς¹⁸.

Η ιστορία της λεύκανσης των δοντιών ξεκινά το 1848, με τον Dwinelle, ο οποίος πρώτος περιέγραψε τη διαδικασία λεύκανσης δυσχρωμικών, μη ζωντανών δοντιών, με τη χρήση χλωριούχου ασβεστίου²⁰. Ακολούθησαν αναφορές από τον Howell (1880) και το 1961, περιγράφηκε από τον Spasser η «περιπατητική τεχνική λεύκανσης» η οποία περιλάμβανε την τοποθέτηση εντός του μυλικού θαλάμου ενός μίγματος από υπερβορικό νάτριο και νερό²⁹. Η τεχνική αργότερα τροποποιήθηκε με την προσθήκη 30-35% υπεροξειδίου του υδρογόνου, στη θέση του νερού, προκειμένου να μεγιστοποιηθεί το λευκαντικό αποτέλεσμα. Η παρατήρηση ότι το υπεροξείδιο του καρβαμιδίου μπορεί να έχει «λευκαντικό» αποτέλεσμα στα δόντια έγινε τυχαία από έναν ορθοδοντικό τον V.B. Haywood στα τέλη της δεκαετίας 1960, ο οποίος το χορήγησε στη μορφή ενός αντισηπτικού με στόχο την αντιμετώπιση της ουλίτιδας. Η δημοσίευση του ευρήματος αυτού έγινε το 1989, πάνω από 20 χρόνια αργότερα²⁹.

Το άρθρο με τίτλο «Λεύκανση ζωντανών δοντιών με τη βοήθεια νάρθηκα νυκτός» δημοσιεύτηκε στο περιοδικό Quintessence International από τους Haywood και Heymann και ήταν μια εκτενής ανάλυση της δικής τους τεχνικής για τη λεύκανση ζωντανών δοντιών στο σπίτι, με τη βοήθεια νάρθηκων και διαλύματος υπεροξειδίου του καρβαμιδίου συγκέντρωσης 10%³⁰.

Η τεχνική αυτή βρήκε μεγάλη απήχηση ανάμεσα στους κλινικούς και εξακολουθεί, έως και σήμερα, να είναι η πλέον δημοφιλής²⁰. Έκτοτε μια σειρά άρθρων

δημοσιεύτηκαν σχετικά με τη συγκεκριμένη τεχνική, τόσο από τους Haywood και Heymann, όσο και από άλλους ερευνητές, με αποτέλεσμα την περαιτέρω διάδοση και βελτίωσή της³⁰⁻³³.

Στη σημερινή της μορφή, χρησιμοποιεί ένα ατομικό νάρθηκα, τον οποίο τοποθετεί μόνος ο ασθενής στο στόμα για κάποιες ώρες ημερησίως (ή και κατά τον ύπνο την νύχτα). Η τεχνική δεν απαιτεί προπαρασκευή των δοντιών (πχ. με κάποιο αδροποιητικό) και δεν χρησιμοποιεί ιδιαίτερα ισχυρούς λευκαντικούς παράγοντες, ενώ για την έναρξη της θεραπείας χρειάζονται μόνο δύο σύντομες επισκέψεις του ασθενή στο ιατρείο²⁰.

Στον Πίνακα 8, περιγράφονται οι σημαντικότεροι σταθμοί στην ιστορία της λεύκανσης:

Πίνακας 8. Οι σημαντικότεροι σταθμοί στην ιστορία της λεύκανσης.

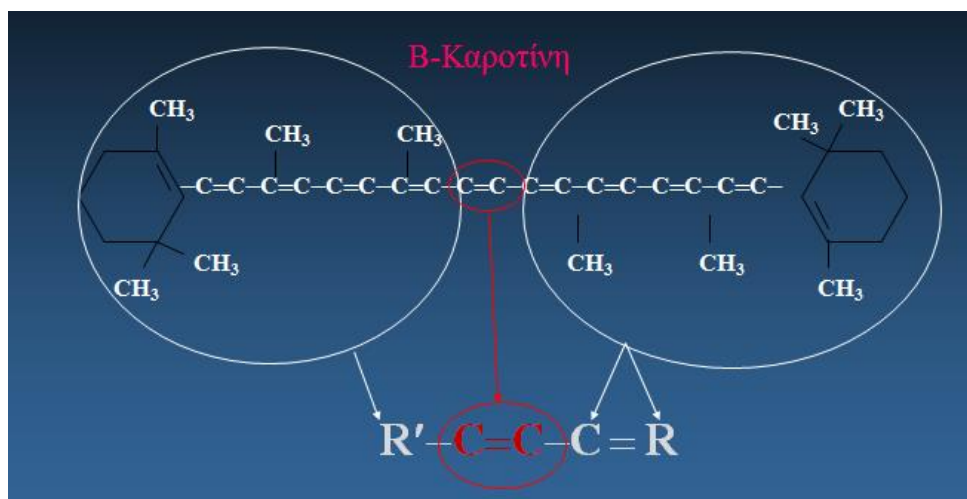
(Τροποποίηση από ²⁰)

Χρονολογία	Συγγραφείς	Υλικό	Ζωντανά (+) Ε.Θ. (-) δόντια
1848	Dwinelle	Χλωριούχο ασβέστιο	-
1868	Latimer	Οξαλικό οξύ	+
1877	Chapple	Οξαλικό οξύ	+
1879	Taft & Atkinson	Υποχλωριώδες ασβέστιο/νάτριο	
1884	Harlan	Υπεροξειδίο υδρογόνου	
1910	Prins	Υπεροξειδίο υδρογόνου 30%	+,-
1916	Kaine	Υδροχλωρικό οξύ	+
1918	Abbot	Υπεροξειδίο υδρογόνου + θερμότητα	
1937	Ames	Υπεροξειδίο υδρογόνου 100% + αιθέρας 5:1	+
1942	Younger	Υπεροξειδίο υδρογόνου 30% + αιθέρας 5:1	
1984	Harlan	Υπεροξειδίο υδρογόνου	
1924	Prins	Υπεροξειδίο υδρογόνου + υπερβορικό νάτριο	
1958	Pearson	Υπεροξειδίο υδρογόνου	-
1961	Spasser	υπερβορικό νάτριο + νερό	-
1967	Nutting & Poe	Υπεροξειδίο υδρογόνου 30% + υπερβορικό νάτριο	-
1982	Walton & Murrin		+
1984	Jordan & Boksmann		+
1984	Zaragoza	Υπεροξειδίο υδρογόνου 70% + θερμότητα	+
1984	McCloskey	Υδροχλωρικό οξύ	+
1987	Mathenson	Υδροχλωρικό οξύ	+
1988	Haynie & Emet	Υπεροξειδίο υδρογόνου + διοξειδίο του πυριτίου	+
1989	Haywood & Heymann	Υπεροξειδίο καρβαμιδίου 10%	+
1991	Jordan	Υπεροξειδίο υδρογόνου + λυχνία αλογόνου	+
1991	Garber & Goldstein	Ιατρείο: Υπεροξειδίο υδρογόνου + λυχνία Σπίτι: υπεροξειδίο καρβαμιδίου σε νάρθηκα	+

3.2 Μηχανισμός Λεύκανσης δοντιών

Η λεύκανση είναι μια πολύπλοκη χημική διαδικασία. Μέχρι σήμερα δεν είναι γνωστός ο ακριβής μηχανισμός δράσης των λευκαντικών παραγόντων. Με τον τρόπο που οι διάφορες χρωστικές ουσίες μπορούν να διαπεράσουν τους οδοντικούς ιστούς και να ενσωματωθούν σε αυτούς, με τον ίδιο τρόπο φαίνεται ότι επιδρούν και οι λευκαντικοί παράγοντες, στους ιστούς του δοντιού. Πιστεύεται, ότι ο μηχανισμός δράσης του λευκαντικού παράγοντα εκδηλώνεται διαφορετικά στους διάφορους τύπους δυσχρωμιών.

Γενικά, ο μηχανισμός αυτός, περιλαμβάνει αντιδράσεις οξείδωσης του λευκαντικού παράγοντα, όπου ελευθερώνεται οξυγόνο, το οποίο και επιδρά στις χρωστικές ουσίες. Τα δυσχρωμικά μόρια, όπως π.χ. η **καροτίνη**, είναι μεγάλου μοριακού βάρους και περιέχουν στη σύνθεσή τους πολλούς διπλούς δεσμούς. Διαλύονται όταν αλλάζει η πολικότητα του μορίου τους. Αλλαγή στο μήκος ή το σχήμα του μορίου τους αλλάζει και το **χρώμα** τους. Οι λευκαντικοί παράγοντες επιδρούν στους διπλούς δεσμούς των δυσχρωμικών μορίων ²⁰.



Εικόνα 3. Σημειολογία της αντίδρασης διάσπασης της καροτίνης-Β (τροποποίηση από ²⁰)

Αυτό που επιδρά στους διπλούς δεσμούς των δυσχρωμικών μορίων είναι οι ελεύθερες ρίζες οξυγόνου. Πηγές ελευθέρων ριζών οξυγόνου, που χρησιμοποιούνται στην οδοντιατρική, είναι τα υπεροξειδία:

- **Υπεροξείδιο του υδρογόνου (YH):**



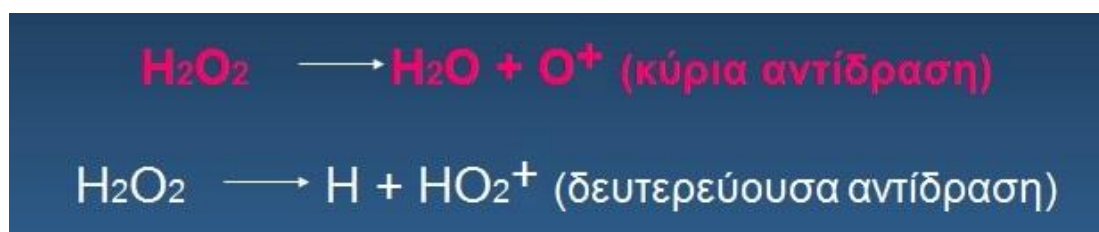
- **Οργανικά υπεροξείδια (YK):**

καρβαμίδιο ή υπεροξείδιο της ουρίας: $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}\cdot\text{H}_2\text{O}_2$

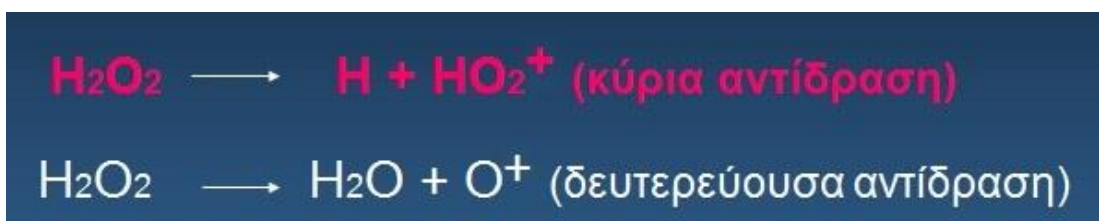
3.2α. Υπεροξείδιο του υδρογόνου (H_2O_2)

Οι αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα είναι οι ακόλουθες:

- Διάσπαση H_2O_2 σε όξινο pH



- Διάσπαση H_2O_2 σε βασικό pH (9,5 – 10,8)

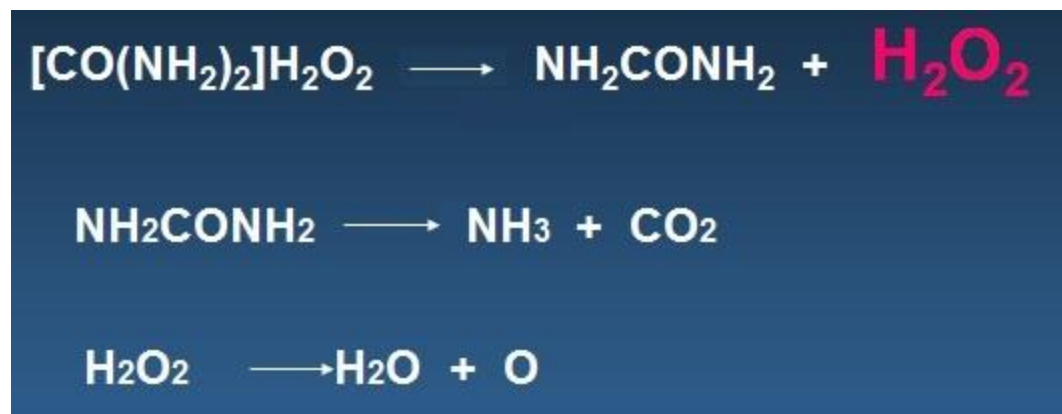


Αν και όπως προαναφέρθηκε ο ακριβής μηχανισμός δράσης του YH δεν έχει απόλυτα διασαφηνιστεί, σε γενικές γραμμές πιστεύεται ότι οι ελεύθερες ρίζες οξυγόνου (O^+) και υδροξυλίου (OH_2^+) που παράγονται από τη διάσπασή του, είναι ασταθείς, προσβάλλουν οργανικά μόρια του υποστρώματος των οδοντικών ιστών και δίνοντάς τους τα ελεύθερα ηλεκτρόνια που φέρουν, δημιουργούν νέες ρίζες. Οι ρίζες αυτές είναι που αντιδρούν με τα δυσχρωμικά μόρια, με αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων μορίων με διαφορετική οπτική συμπεριφορά ¹⁹. Μεταξύ των ριζών οξυγόνου (O^+) και υδροξυλίου (OH_2^+) η πρώτη έχει ασθενέστερη λευκαντική δράση, ενώ η δεύτερη είναι η πλέον δραστική.

Όπως φαίνεται από τις παραπάνω αντιδράσεις σε βασικό pH παράγεται σε μεγαλύτερη ποσότητα η ελεύθερη ρίζα υδροξυλίου (OH_2^+), καθιστώντας το λευκαντικό παράγοντα περισσότερο αποτελεσματικό.

3.2β. Υπεροξειδίο του Καρβαμιδίου

- Διάσπαση υπεροξειδίου του καρβαμιδίου



Το υπεροξειδίο του καρβαμιδίου ($\text{CH}_6\text{N}_2\text{O}_3$) είναι παράγωγο του καρβονικού οξέος και δρα ως ήπιος οξειδωτικός παράγοντας. Τα διαλύματά του είναι ασταθή και διασπώνται σε επαφή με το σάλιο και τα υγρά του στόματος, σε υπεροξειδίο του υδρογόνου (H_2O_2 : ενεργός λευκαντικός παράγοντας) και σε ουρία ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$: μέτρια αντισηπτική δράση). Η παραγόμενη ουρία διασπάται στη συνέχεια σε αμμωνία και διοξειδίο του άνθρακα. Η αμμωνία συντελεί στην άνοδο του pH, καθώς αποτελεί ισχυρή βάση, γεγονός που λειτουργεί θετικά στην εξέλιξη της αντίδρασης. Τέλος, το υπεροξειδίο του υδρογόνου (από την 1^η αντίδραση) διασπάται, λόγω της ασταθούς του φύσης, σε οξυγόνο «εν τω γεννάσθε».

Ένα λευκαντικό υλικό 10% ΥΚ διασπώμενο δίνει 3,35% ΥΗ και 6,65% διάλυμα ουρίας²⁰.

3.3 Υλικά λεύκανσης

Τα πρώτα υλικά λεύκανσης κυκλοφόρησαν στο εμπόριο στα τέλη της δεκαετίας του 1980. Από τότε έως τις μέρες μας έχουν παρουσιασθεί 3 γενεές αυτών. Τα υλικά 1^{ης} γενιάς ήταν διαθέσιμα σε υγρή μορφή. Το χαμηλό τους ιξώδες τα έκανε δύσχρηστα, μην επιτρέποντας την παραμονή τους στα δισκάρια επί μακρόν και απαιτώντας τη συχνή αναπλήρωση υλικού. Τα υλικά 2^{ης} γενιάς που εμφανίστηκαν στη συνέχεια, ήταν

παχύρευστα και κυκλοφόρησαν σε διάφορες συγκεντρώσεις υπεροξειδίων. Με τη λύση του προβλήματος του ιξώδους παρεμποδίστηκε η διαφυγή υλικού στο στόμα και οι περιπτώσεις ερεθισμού των μαλακών ιστών. Τέλος, κυκλοφόρησαν τα υλικά 3^{ης} γενιάς με διαφορές στα έκδοχα και τη χροιά. Οι βελτιώσεις αφορούν τόσο στην αποτελεσματικότητα όσο και στον περιορισμό των ανεπιθύμητων ενεργειών ¹⁹.

Σύγχρονα, η Ευρωπαϊκή Ένωση, με αντίστοιχη οδηγία, προχώρησε σε ρύθμιση του ισχύοντος καθεστώτος, σχετικά με τη διάθεση και τη χρήση λευκαντικών υλικών. Πιο συγκεκριμένα, η Ευρωπαϊκή οδηγία 2011/84/EU, που είναι σε ισχύ από τις 18 Νοεμβρίου του 2011 και σε καθολική ισχύ στα κράτη-μέλη από 31 Οκτωβρίου 2012, ρυθμίζει τη χρήση του υπεροξειδίου του υδρογόνου και άλλων ενώσεων ή μειγμάτων που απελευθερώνουν υπεροξείδιο του υδρογόνου για λεύκανση των δοντιών ή για προϊόντα λεύκανσης. Η παρούσα οδηγία θεσπίζει ένα νέο νομικό πλαίσιο: τα προϊόντα που περιέχουν από 0,1% έως και 6% του υπεροξειδίου του υδρογόνου για λεύκανση των δοντιών ή για προϊόντα λεύκανσης, μπορούν πλέον να πωλούνται ΜΟΝΟ σε επαγγελματίες της οδοντιατρικής και πρέπει να γίνεται η πρώτη τους χρήση μέσα στο οδοντιατρείο, από οδοντιάτρους. Το υπόλοιπο του κύκλου εφαρμογής του λευκαντικού προϊόντος μπορεί να εκτελείται από τους ίδιους τους καταναλωτές όσο η πρόσβαση στο προϊόν ελέγχεται από επαγγελματίες της οδοντιατρικής. **Λεύκανση δεν επιτρέπεται να γίνεται σε άτομα κάτω των 18 ετών, με εξαίρεση την εφαρμογή θεραπειάς μόνο στο ιατρείο σε ειδικές περιπτώσεις** ^{34,35} (Πίνακας 9).

Η νέα οδηγία σκοπεύει να εξασφαλίσει ότι μόνο οι οδοντίατροι, (καμία άλλη επαγγελματική ομάδα), θα έχουν άμεση πρόσβαση στα οδοντιατρικά προϊόντα λεύκανσης που περιέχουν περισσότερο από 0,1% και μέχρι 6% υπεροξείδιο του υδρογόνου. Τα εν λόγω προϊόντα δεν μπορεί να είναι άμεσα διαθέσιμα στον καταναλωτή ή άλλο επαγγελματία. Σημειώνεται ότι το 16,62% υπεροξείδιο του καρβαμιδίου αντιστοιχεί σε 6% υπεροξειδίου του υδρογόνου. Συμπερασματικά, όλα τα λευκαντικά που έχουν συγκέντρωση πάνω από 16,62% υπεροξειδίου του καρβαμιδίου, καταργούνται.

Πίνακας 9. Ευρωπαϊκή οδηγία 2011/84/EU. (Τροποποίηση από ³⁶)

Στο πρώτο μέρος του παραρτήματος III της οδηγίας 76/768/ΕΟΚ, ο αϊών αριθμός 12 αντικαθίσταται από τα ακόλουθα:

Αϊών αριθμός	Ουσίες	Περιορισμοί			Όροι χρησιμοποίησης και προειδοποιήσεις που πρέπει να περιέχονται υποχρεωτικά στην ετικέτα
		Πεδίο εφαρμογής ή/και χρήση	Μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση στο ετοιμο καλλυντικό προϊόν	Άλλοι περιορισμοί και απαιτήσεις	
*12	Υπεροξειδίου του υδρογόνου και άλλες ενώσεις ή μείγματα που ελευθερώνουν υπεροξείδιο του υδρογόνου, συμπεριλαμβανομένου του υπεροξειδίου του καρβυμιδίου και του υπεροξειδίου του ψευδαργύρου	α) Μείγματα για την περιποίηση των μαλλιών	α) 12 % H ₂ O ₂ (40 όγκοι), περιχόμενο ή εκλυόμενο		<p>α) Φοράτε κατάλληλα γάντια.</p> <p>α), β), γ), ε)</p> <p>Περιέχει υπεροξείδιο του υδρογόνου</p> <p>Αποφεύγετε την επαφή με τα μάτια</p> <p>Ξεπλύνετε αμέσως τα μάτια, αν έλθουν σε επαφή με το προϊόν.</p>
		β) Μείγματα για την υγιεινή της επιδερμίδας	β) 4 % H ₂ O ₂ περιχόμενο ή εκλυόμενο		
		γ) Μείγματα για τη σκλήρυνση των στήθων	γ) 2 % H ₂ O ₂ περιχόμενο ή εκλυόμενο		
		δ) Προϊόντα για το στόμα, συμπεριλαμβανομένων των στοματικών διαλυμάτων, των οδοντόκρεμων και των προϊόντων λεύκανσης ή αποχρωματισμού των δοντιών	δ) ≤ 0,1 % H ₂ O ₂ περιχόμενο ή εκλυόμενο		
		ε) Προϊόντα λεύκανσης ή αποχρωματισμού των δοντιών	ε) > 0,1 % ≤ 6 % H ₂ O ₂ περιχόμενο ή εκλυόμενο	<p>ε) Να πωλείται μόνο σε οδοντιάτρους. Για κάθε κύκλο χρήσης, η 1η χρήση γίνεται από οδοντιάτρους, όπως ορίζεται στην οδηγία 2005/36/ΕΚ (*), ή υπό την άμεση εποπτεία τους, εάν διασφαλίζεται ισοδύναμο επίπεδο ασφαλείας. Στη συνέχεια παρέχεται στον καταναλωτή για την ολοκλήρωση του κύκλου χρήσης.</p> <p>Να μη χρησιμοποιείται από άτομα κάτω των 18 ετών</p>	
			<p>ε) Συγκέντρωση H₂O₂ περιχόμενου ή εκλυόμενου ως ποσοτό.</p> <p>Να μη χρησιμοποιείται από άτομα κάτω των 18 ετών</p> <p>Να πωλείται μόνο σε οδοντιάτρους. Για κάθε κύκλο χρήσης, η πρώτη χρήση γίνεται μόνο από οδοντιάτρους ή υπό την άμεση εποπτεία τους, εάν διασφαλίζεται ισοδύναμο επίπεδο προστασίας. Στη συνέχεια παρέχεται στον καταναλωτή για την ολοκλήρωση του κύκλου χρήσης.</p>		

(*) ΕΕ L 255 της 30.9.2005, σ. 22.

3.3α. Υπεροξειδίο υδρογόνου (YH) (H₂O₂)

Το YH είναι ο συνηθέστερος ενεργός λευκαντικός παράγοντας. Στο εμπόριο κυκλοφορούν πληθώρα σκευασμάτων YH με συγκεντρώσεις κυμαινόμενες από 1,5 έως 35%. Όπως προαναφέρθηκε, συγκεντρώσεις άνω του 6% YH αφορούν μόνο σε χρήση στο οδοντιατρείο. Τα σκευάσματα που διατίθενται είναι κυρίως υψηλού ιξώδους (ζελέ) και περιέχουν έκδοχα για την πρόληψη και αντιμετώπιση της υπερευαισθησίας καθώς και για βελτίωση της υφής, της γεύσης κλπ. Η αποθήκευση και η χρήση των σχετικών προϊόντων πρέπει να γίνεται βάση των οδηγιών του κατασκευαστή (πχ. φύλαξη σε σκιερό μέρος, χαμηλή θερμοκρασία κλπ.) ανάλογα με την προτεινόμενη τεχνική, και όπως περιγράφεται στη συνέχεια, τα προϊόντα YH ενδέχεται να χρησιμοποιούνται με την αρωγή θερμότητας, φωτεινής ενέργειας, ακτινοβολίας λέιζερ κλπ.

3.3β. Υπεροξειδίο καρβαμιδίου (YK) (CH₆N₂O₃)

Το YK διατίθεται στο εμπόριο ως λευκαντικός παράγοντας στη μορφή γέλης και σε συγκεντρώσεις από 10 έως 35%. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, πλέον όλα τα λευκαντικά που έχουν συγκέντρωση πάνω από 16,62% YK, καταργούνται. Πρόκειται για διαλύματα, ασταθή, τα οποία κατά την επαφή τους με τα στοματικά υγρά διασπώνται σε YH και ουρία. Η συγκέντρωση 10% YK για χρήση με νάρθηκα στο σπίτι, αποτελεί την πλέον συνηθισμένη τεχνική λεύκανσης, η οποία από πολλούς θεωρείται «χρυσή σταθερά» στη λεύκανση ζωντανών δοντιών στο σπίτι³⁰. Το διάλυμα YK 10% διασπώμενο δίνει διάλυμα 3,35%YH και 6,65% ουρίας. Αντίστοιχα διάλυμα YK 15% διασπώμενο δίνει διάλυμα 5,4%YH και 9,6% ουρίας.

3.3γ. Υπερβορικό νάτριο (2NaBO₂ (OH)₂[H₂O₂]_n)

Το υπερβορικό νάτριο είναι μια λευκή, άοσμη, υδατοδιαλυτή χημική ένωση με τη χημική σύνθεση NaBO₃. Σχηματίζει κρυστάλλους ως (n) μονοϋδρικό, NaBO₃ H₂O, τριϋδρικό, NaBO₃ 3H₂O και τετραένυδρο, NaBO₃ 4H₂O. Σύμφωνα με τους κατασκευαστές των λευκαντικών σκευασμάτων που το περιέχουν, δεν εμπεριέχεται στη σύσταση αυτών YH, ούτε παράγεται αυτό μετά την έκθεση στο στοματικό περιβάλλον. Συνεπώς δεν υπάρχουν οι ανεπιθύμητες δράσεις του YH στη στοματική

κοιλότητα. Οι ισχυρισμοί αυτοί είναι υπό διερεύνηση, αφού είναι γνωστό ότι το ασταθές υπερβορικό νάτριο διασπάται σε ΥΗ¹⁹.

3.4. Λεύκανση ζωντανών δοντιών – πρωτόκολλα λεύκανσης

3.4α. Τεχνική λεύκανσης στο σπίτι

Η τεχνική λεύκανσης δοντιών, με ζωντανό πολφό, στο σπίτι είναι μια ευρέως διαδεδομένη τεχνική κατά την οποία η βελτίωση του χρώματος των δοντιών επιτυγχάνεται με τη χρήση ήπιων λευκαντικών μέσων (10%-16% ΥΚ). Όπως προαναφέρθηκε χρησιμοποιεί ένα ατομικό νάρθηκα, τον οποίο τοποθετεί μόνος, ο ασθενής, στο στόμα για κάποιες ώρες ημερησίως (ή και κατά τον ύπνο την νύχτα).

Αιτία της μεγάλης διάδοσης της τεχνικής αυτής αποτέλεσε, όπως προαναφέρθηκε, το άρθρο με τίτλο «Λεύκανση ζωντανών δοντιών με τη βοήθεια νάρθηκα νυκτός» δημοσιεύτηκε στο περιοδικό Quintessence International από τους Haywood και Heymann³⁰. Αναλυτικά, ο τρόπος εφαρμογής της μεθόδου λεύκανσης δοντιών, με ζωντανό πολφό, στο σπίτι, αναλύεται στο «ειδικό μέρος-υλικά και μέθοδοι» της παρούσας εργασίας.

Η καθυστερημένη όμως ανταπόκριση σε ορισμένες περιπτώσεις και η απαίτηση των ασθενών για πιο άμεσα και “εντυπωσιακά” αποτελέσματα έχει ωθήσει τους κλινικούς στην αναζήτηση πιο αποτελεσματικών τεχνικών.

3.4.β. Τεχνική λεύκανσης στο ιατρείο

Μια σειρά τεχνικών, συσκευών και λευκαντικών υλικών έχουν προταθεί κατά καιρούς όπως φαίνεται συνοπτικά στον Πίνακα 10α-β²⁰

Πίνακας 10α. Τεχνικές λεύκανσης²⁰

Τεχνικές λεύκανσης στο ιατρείο
Θερμοκαταλυτική τεχνική
Φωτοκαταλυτική τεχνική
Εν ψυχρό τεχνική
Τεχνικές φωτεινών πηγών

Τεχνικές λεύκανσης στο σπίτι

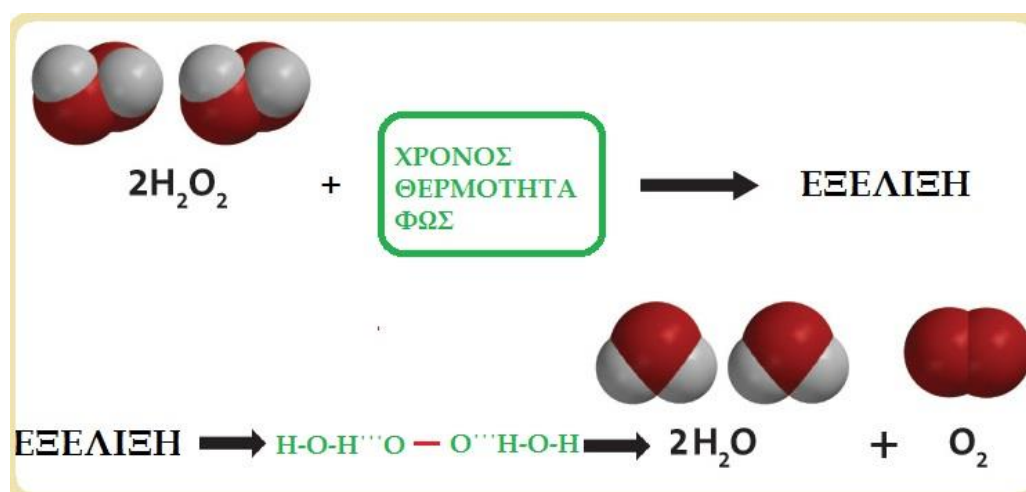
Νάρθηκες με ΥΚ σε διάφορες συγκεντρώσεις (10-35%)

Συνδυασμός λεύκανσης στο ιατρείο και το σπίτι

Πίνακας 10β. Συσκευές λεύκανσης ²⁰

Συσκευές λεύκανσης
Λυχνίες αλογόνου
Λυχνίες εκπομπής διόδου – τύπου LED
Συσκευές πλάσματος
Συσκευές laser
Συσκευές υπεριώδους ακτινοβολίας (Zoom 2)
Συσκευές υπερήχων

Η βασική ιδέα πίσω από τη χρήση συσκευών για τη λεύκανση ζωντανών δοντιών έχει να κάνει με τη χημεία των βασικών αντιδράσεων διάσπασης του H_2O_2 . (Εικ.4)



Εικόνα 4. Τροποποίηση από ²⁰

Σύμφωνα με τις αντιδράσεις αυτές, η επίδραση του φωτός ή της θερμότητας μπορεί να επιταχύνει το ρυθμό διάσπασης του H_2O_2 . Συνεπώς, η χρήση κάποιας συσκευής εκπομπής φωτός ή θερμότητας παράλληλα με την εφαρμογή του λευκαντικού παράγοντα, ενδέχεται να έχει πλεονεκτήματα.

Στην πράξη όμως υπάρχει πολύ μικρός αριθμός μελετών που έχουν αποδείξει ότι η χρήση τους, σε συνδυασμό με τους λευκαντικούς παράγοντες, είναι πιο αποτελεσματική από ότι η χρήση αυτών από μόνη της ³⁷. Οι Tavares και συν. (2003)

έδειξαν ότι η υποβοήθηση από συσκευή, βελτιώσε το αποτέλεσμα της λεύκανσης κατά 1,93 αποχρώσεις του χρωματολογίου της Vita ³⁸. Οι Ontiveros και συν. (2009), υποστήριξαν ότι η λεύκανση με λάμπα αλογόνου είναι πιο αποδοτική ³⁹. Τέλος, οι Thorse και συν.(2009) απαριθμούν με σαφήνεια, τις ενδείξεις και τις αντενδείξεις της λεύκανσης στο ιατρείο, με τη χρήση συσκευών ⁴⁰ (Πίνακας 11).

Πίνακας 11. Ενδείξεις και αντενδείξεις λεύκανσης στο ιατρείο ⁴⁰

ΛΕΥΚΑΝΣΗ ΣΤΟ ΙΑΤΡΕΙΟ	
ΕΝΔΕ*ΙΞΕΙΣ	ΑΝΤΕΝΔΕ*ΙΞΕΙΣ
	ΜΕΤΡΙΑ ΕΩΣ ΕΝΤΟΝΗ ΧΡΩΣΗ ΤΕΤΡΑΚΥΚΛΙΝΗΣ
	ΥΠΟΠΛΑΣΙΕΣ ΑΔΑΜΑΝΤΙΝΗΣ
ΧΡΩΣΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΑΔΑΜΑΝΤΙΝΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΟΔΟΝΤΙΝΗ	ΔΟΝΤΙΑ ΜΕ ΕΝΤΟΝΕΣ ΡΩΓΜΕΣ
ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΚΙΤΡΙΝΩΝ Ή ΚΑΦΕ ΧΡΩΣΤΙΚΩΝ	ΔΟΝΤΙΑ ΜΕ ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΕΣ ΠΡΟΣΘΙΕΣ ΕΜΦΡΑΞΕΙΣ
ΧΡΩΣΗ ΔΟΝΤΙΩΝ ΛΟΓΩ ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ	ΔΟΝΤΙΑ ΜΕ ΠΟΛΥ ΕΝΤΟΝΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ ΣΕ ΘΕΡΜΙΚΑ ΕΡΕΘΙΣΜΑΤΑ
ΗΠΙΑ ΧΡΩΣΗ ΤΕΤΡΑΚΥΚΛΙΝΗΣ	ΚΑΠΝΙΣΤΕΣ
	ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΜΗ ΡΕΑΛΙΣΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ
	ΔΟΝΤΙΑ ΜΕ ΕΝΤΟΝΕΣ ΔΙΑΒΡΩΣΕΙΣ, ΑΠΟΣΠΑΣΕΙΣ ΚΛΠ.

Όμως σε σειρά επόμενων ερευνών, δε βρέθηκε ότι η ενεργοποίηση με φως ή θερμότητα βελτιώνει το αποτέλεσμα της λεύκανσης σε στατιστικά σημαντικό βαθμό ⁴¹⁻⁴³. Αντιθέτως μάλιστα, υπάρχουν στοιχεία που συνηγορούν στο ότι σε απουσία ΥΗ, δεν επέρχεται καμία λευκαντική δράση και ότι η αύξηση της θερμοκρασίας την οποία προκαλεί η χρήση των συσκευών μπορεί να σχετίζεται με αύξηση των ποσοστών εμφάνισης ευαισθησίας μετά την εφαρμογή τους ^{44,45}.

3.4.γ. Συνδυασμένη τεχνική λεύκανσης (στο σπίτι και στο ιατρείο)

Σε ότι αφορά τις τεχνικές λεύκανσης στο ιατρείο χωρίς τη χρήση συσκευών, τα δεδομένα είναι διαφορετικά. Μάλιστα ο συνδυασμός τους με λεύκανση στο σπίτι δίνει ενθαρρυντικά αποτελέσματα ⁴⁶⁻⁴⁸.

Πιο συγκεκριμένα, σε εργασία των Kugel και συν. το 1997 ⁴⁷, δέκα συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε θεραπεία με υπεροξείδιο του καρβαμιδίου 35% στο

ιατρείο (2 επισκέψεις των 15 λεπτών). Οι υπόλοιποι 10 συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε θεραπεία με ένα συνδυασμό στο σπίτι και στο ιατρείο, που περιλάμβανε την ίδια θεραπεία στο ιατρείο σε συνδυασμό με την ακόλουθη θεραπεία στο σπίτι: 15% υπεροξείδιο του καρβαμιδίου σε νάρθηκες. Μετά από 5 ημέρες θεραπείας, οι συμμετέχοντες που ακολούθησαν το συνδυασμένο πρωτόκολλο παρουσίασαν, με στατιστικά σημαντική διαφορά, λευκότερες αποχρώσεις στα δόντια.

Επίσης, στη μελέτη των Παπαθανασίου και συν. του 2001⁴⁸, 24 ασθενείς συμμετείχαν σε μια τυχαιοποιημένη, κλινική αξιολόγηση. Για αξιολόγηση επιλέχθηκαν τα έξι άνω πρόσθια δόντια με μια απόχρωση A3 ή πιο σκούρα. Ακολούθως εφαρμόστηκαν 3 διαφορετικοί συνδυασμοί πρωτοκόλλων λεύκανσης που όλα περιλάμβαναν συνδυασμό λεύκανσης στο ιατρείο και στο σπίτι. Η διαφοροποίηση μεταξύ αυτών είχε να κάνει με τη συνολική διάρκεια της εφαρμογής στο ιατρείο. Οι ασθενείς επέστρεψαν στις 24 ώρες, 72 ώρες και στην 8η ημέρα της θεραπείας στο σπίτι για την αξιολόγηση της χροιάς των δοντιών τους. Συνολικά επιτεύχθηκε μια μεταβολή 8SGU (Shade Guide Units) προς λευκότερες αποχρώσεις (σημαντικότερη από ότι επιτυγχάνεται σε αυτό το σύντομο χρονικό διάστημα μόνο με λεύκανση στο σπίτι), ενώ μεταξύ των τριών ομάδων δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά.

Προκειμένου να γίνει κατανοητό τι αντιπροσωπεύει η μονάδα SGU θα ήταν σκόπιμο να αναφέρουμε τα ακόλουθα: Η αμερικανική οδοντιατρική ομοσπονδία (ADA) προτείνει μία οπτική μέθοδο για την εξακρίβωση της αποτελεσματικότητας της λεύκανσης χρησιμοποιώντας τους πολύ διαδεδομένους χρωματικούς οδηγούς της εταιρίας Vita, Vita classic και 3D Master^{39,5,49}. Ο τρόπος χρήσης αυτών βασίζεται σε αναδιάταξη των αποχρώσεών τους με βάση το βαθμό λεύκανσης. Η αναδιάταξη γίνεται βάση της απόστασης κάθε δείκτη από το ιδεατό λευκό σημείο το οποίο στο σύστημα CIELAB έχει τις ακόλουθες συντεταγμένες $L^=100$, $a^*=0$ και $b^*=0$. Ο κάθε δείκτης, πάντα με βάση τις μετρήσεις, στο μέσο τριτημόριο αυτού, των τιμών L^* , a^* , b^* που του αντιστοιχούν παίρνει μια τιμή W^* ίση με $W^*=[(a^*)^2+(b^*)^2+(L^*-100)^2]^{1/2}$, με την οποία και τοποθετείται σε σχέση με τους άλλους σε σειρά «λευκότητας». Από τον παραπάνω αλγόριθμο προκύπτουν οι ακόλουθοι οδηγοί λεύκανσης^{39,50}.*

Με βάση τον οδηγό vita classic (με την χροιά B1 ως πιο λευκανθήσα)

B1	A1	B2	D1	A2	D2	C2	D3	A3	D4	B3	A3.5	B4	C3	A4	C4
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	------	----	----	----	----

Με βάση τον οδηγό vita 3D Master (με την χροιά 0M1 ως πιο λευκανθήσα)

0M1	0.5M1	1M1	1M1.5	1M2	1.5M2	2M2	2.5M2	3M2	3.5M2	4M2	4.5M2	5M2	5M2.5	5M3
-----	-------	-----	-------	-----	-------	-----	-------	-----	-------	-----	-------	-----	-------	-----

Η μεταβολή από μία απόχρωση στην ακριβώς διπλανή της ισοδυναμεί με μεταβολή μίας SGU. Στην επόμενη δύο κοκ.

Σε πιο πρόσφατη εργασία των Dawson και συν.⁵¹, συμμετείχαν σε μια τυχαιοποιημένη, κλινική μελέτη, 36 εθελοντές. Αυτοί χωρίστηκαν σε 3 ομάδες. Στην πρώτη εφαρμόστηκε τεχνική λεύκανσης στο σπίτι, ενώ στις 2 επόμενες συνδυασμός λεύκανσης στο σπίτι και στο ιατρείο. Το χρώμα εκτιμήθηκε πριν, αμέσως μετά και 1 εβδομάδα μετά το πέρας της θεραπείας. Το αποτέλεσμα ήταν να παρατηρηθεί στατιστικά σημαντική διαφορά υπέρ των ομάδων που εφαρμόστηκε λεύκανση και στο ιατρείο, χωρίς όμως αυτή να είναι αισθητή κλινικά (μικρότερη δηλαδή από διαφορά 1 SGU στο χρωματολόγιο Vita classic).

Βέβαια, οι σχετικές μελέτες δεν είναι άμοιρες μειονεκτημάτων. Ο χρόνος αξιολόγησης του αποτελέσματος της λεύκανσης τείνει να είναι μικρός, συχνά δε πολύ μικρός, όπως στη μελέτη των Lambes και συν.(2011)⁵² όπου το τελικό αποτέλεσμα αξιολογείται επί 5 μόνο μέρες μετά τη θεραπεία, ενώ μελέτες με καταγραφή του χρώματος και σε χρόνο σημαντικά μεγαλύτερο, π.χ. 2-3¹ μήνες μετά τη λεύκανση, σπανίζουν. Άλλο συχνό μειονέκτημα είναι το μέγεθος του δείγματος των περισσότερων ερευνών. Το δείγμα στην πλειοψηφία των εργαστηριακών μελετών επαρκεί οριακά, ενώ στις κλινικές μελέτες είναι συνήθως ανεπαρκές, προκειμένου να επιτρέψει την εξαγωγή σαφών συμπερασμάτων*. Τέλος και ο τρόπος καταγραφής του χρώματος και των μεταβολών του δεν ακολουθεί ένα κοινά αποδεκτό πρωτόκολλο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι συγκρίσεις μεταξύ των διαφόρων μελετών να είναι από δύσκολες έως αδύνατες⁵³.

* (ΒΛΕΠΕ ΠΙΝΑΚΕΣ 17 ΚΑΙ 18 ΣΤΟ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ).

3.4.δ. Λευκαντικά προϊόντα τύπου OTC (Over-The-Counter)

Λευκαντικά προϊόντα φαρμακευτικής προέλευσης)

Πρόκειται για ένα σύνολο εμπορικών σκευασμάτων που μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει μόνος του, χωρίς την καθοδήγηση και ευθύνη του οδοντίατρου. Συγκεκριμένα, προς το τέλος της δεκαετίας του '90, εμφανίστηκαν στην αγορά λευκαντικά προϊόντα που μπορεί οποιοσδήποτε να προμηθευτεί σε εμπορικά καταστήματα. Τα προϊόντα αυτά κυκλοφορούν στην αγορά και μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς επίβλεψη από ειδικό.

Τα προϊόντα τύπου OTC περιέχουν υπεροξείδιο του υδρογόνου ή υπεροξείδιο του καρβαμιδίου σε συγκεντρώσεις που καμιά φορά πλησιάζουν αυτές των προϊόντων που διατίθενται από τον οδοντίατρο για κατευθυνόμενη από αυτόν, λεύκανση στο σπίτι. Ένας επιπρόσθετος λευκαντικός παράγοντας που συνήθως χρησιμοποιείται στα προϊόντα αυτά, είναι το υποχλωριώδες νάτριο (NaClO_2) σε συνδυασμό με ένα οξύ ως ενεργοποιητή. Το NaClO_2 απελευθερώνει μικρές ποσότητες διοξειδίου του χλωρίου (ClO_2) παρουσία οξέος, με αποτέλεσμα να έχει και η ένωση αυτή λευκαντική δράση¹⁸.

Τα προϊόντα αυτά υπάρχουν κυρίως με τη μορφή *οδοντόκρεμας, στοματικού διαλύματος, αυτοκόλλητων ταινιών και βερνικιών*.

- **Οδοντόκρεμες:** αντιπροσωπεύουν ένα ποσοστό άνω του 50% των OTC και σπάνια περιέχουν υπεροξείδια στη σύνθεσή τους. Η ικανότητά τους να αφαιρούν χρωστικές βασίζεται κυρίως στην παρουσία αποτριπτικών ουσιών (οξείδιο αλουμίνιου, όξινο φωσφορικό ασβέστιο, πυρίτιο) στη σύνθεσή τους, οι οποίες αφαιρούν επιφανειακές μόνο χρωστικές. Ένας μικρός αριθμός ερευνών έχει εξετάσει τη δράση των διαφόρων τύπων λευκαντικής οδοντόκρεμας. Έχει δειχθεί ότι πλεονεκτούν των συμβατικών στην αφαίρεση αποκλειστικά επιφανειακών χρωστικών, ενώ η λευκαντική τους δράση, αυτή καθ' αυτή, αμφισβητείται^{43,54}. Σε πρόσφατη μελέτη⁵⁵, οι Forner και συν. αξιολόγησαν την αποτελεσματικότητα μίας νέας οδοντόκρεμας η οποία δρα μέσω ενζυματικής ενίσχυσης της δράσης του ΥΚ (χαμηλής συγκέντρωσης). Τα αποτελέσματα ήταν ιδιαίτερα ενθαρρυντικά με μια μέση μεταβολή ΔΕ* (τόσο στα άνω όσο και στα κάτω πρόσθια) της τάξης του 5,14. Επιπλέον, σε άρθρο των Joiner και

συν.⁵⁶ ο στόχος ήταν η μελέτη της αποτελεσματικότητας αφαίρεσης χρωστικών συγκεκριμένης λευκαντικής οδοντόκρεμας και η επίδρασή της στην αδαμαντίνη και την οδοντίνη. Το αποτέλεσμα της διπλής τυφλής μελέτης ήταν ότι είναι αποτελεσματική στην απομάκρυνση εξωγενών χρωστικών *in vivo* και μάλιστα σε στατιστικά σημαντικό βαθμό σε σχέση με μη λευκαντική οδοντόκρεμα. Στη μελέτη μετείχαν 152 ενήλικες εθελοντές και έγινε φανερό ότι η ενισχυμένη λευκαντική δράση δεν έδωσε κλινικά σημαντικό επίπεδο φθοράς της αδαμαντίνης ή μια σημαντική αύξηση της φθοράς της οδοντίνης σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου.

- **Στοματικά διαλύματα:** αποτελούν μια σχετικά νέα κατηγορία OTC προϊόντων για την οποία οι κατασκευαστές τονίζουν τη δυνατότητα πρόληψης της ενσωμάτωσης χρωστικών στα δόντια. Σε γενικές γραμμές, μια χαμηλή συγκέντρωση υπεροξειδίου του υδρογόνου (1,5%) περιέχεται στη σύνθεσή τους μαζί με εξαμεταφωσφορικό νάτριο, προκειμένου να προληφθεί η επικάλυψη νέων χρωστικών. Η λευκαντική τους δράση είναι ιδιαίτερα περιορισμένη και πρέπει η χρήση τους να γίνεται με προσοχή, αφού ελλοχεύει ο κίνδυνος εμφάνισης ερεθισμών στο στοματικό βλεννογόνο ⁵⁷.
- **Βερνίκια:** πρόκειται για προϊόντα τα οποία επαλείφονται στην επιφάνεια των δοντιών (σε αντιστοιχία με τα βερνίκια νυχιών) και περιέχουν υπεροξείδιο του υδρογόνου ή υπεροξείδιο του καρβαμιδίου. Μικρός αριθμός μελετών έχει γίνει σχετικά με την ικανότητα των βερνικιών να λευκάνουν τα δόντια, χωρίς να έχουν προκύψει ιδιαίτερα ενθαρρυντικά αποτελέσματα ^{58,59}. Πιθανή αιτία για αυτό είναι ο μικρός χρόνος όπου τα βερνίκια μένουν σε επαφή με την αδαμαντίνη προτού διαλυθούν.
- **Αυτοκόλλητες ταινίες:** προτάθηκαν στο ευρύ κοινό ως μια οικονομική εναλλακτική απάντηση στη λεύκανση των δοντιών. Είναι ταινίες οι οποίες συγκολλώνται στα πρόσθια δόντια και απελευθερώνουν σε μικρό χρονικό διάστημα (5-60 λεπτά) το ενεργό συστατικό τους το οποίο είναι υπεροξείδιο του υδρογόνου (HY) σε χαμηλή συγκέντρωση (5-14%). Θυμίζουμε εδώ ότι συγκέντρωση υπεροξειδίου (HK) του καρβαμιδίου 10% αντιστοιχεί σε συγκέντρωση HY 3,3%. Τα αποτελέσματα της χρήσης τους είναι αρκετά ενθαρρυντικά με σημαντικά όμως και τα ποσοστά παρενεργειών (κυρίως ευαισθησίας) ^{60,61}.

Αποτελεσματικότητα

Η κλινική τεκμηρίωση της αποτελεσματικότητας των OTC λευκαντικών προϊόντων δεν είναι εύκολα αξιολογήσιμη, καθώς στις περισσότερες μελέτες δεν ακολουθούνται μέθοδοι καταγραφής του χρώματος των δοντιών που να μπορούν να αναπαραχθούν με ακρίβεια. Γενικές πληροφορίες, (π.χ. ότι υπάρχει παρόμοιο λευκαντικό αποτέλεσμα (πιθανά αφαίρεση επιφανειακών χρωστικών) κατά τη χρήση των βερνικιών και των διαφόρων τύπων λευκαντικής οδοντόκρεμας ή ότι η εφαρμογή 5% υπεροξειδίου του καρβαμιδίου με νάρθηκες στο σπίτι, η χρήση βερνικιού περιεκτικότητας 18% σε υπεροξείδιο του καρβαμιδίου και οδοντόκρεμας με περιεκτικότητα 1% υπεροξείδιο του υδρογόνου, δεν παρουσιάζουν εξίσου καμία αποτελεσματικότητα ⁶²⁾ δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ασφάλεια για εξαγωγή κλινικών συμπερασμάτων ⁶³. Το σημείο ωστόσο που φαίνεται να επαναλαμβάνεται σε αυτές τις μελέτες, είναι ότι οι αυτοκόλλητες ταινίες είναι αποδοτικότερες από όλους τους άλλους τύπους των περιγραφόμενων προϊόντων ⁶⁴⁻⁶⁶. Στον Πίνακα 12, αναφέρονται ενδεικτικά οι βασικότερες σχετικές μελέτες.

Πίνακας 12. Οι κυριότερες μελέτες που αφορούν την αποτελεσματικότητα OTC προϊόντων.

Μελέτη	Χρονολογία – τύπος μελέτης	Προϊόν	Αποτελέσματα	Παρενέργειες
Gerlach et al ⁶⁷	2001 - βιβλιογραφική ανασκόπηση	Αυτοκόλλητες ταινίες	5,5 μονάδες απόχρωσης βελτίωση	Ελάχιστη ευαισθησία
Gerlach et al ⁶²	2003 – κλινική μελέτη	Όλα	Οι ταινίες απέδωσαν ικανοποιητικά ενώ τα βερνίκια και οι οδοντόκρεμες όχι	
Auschill et al ⁶⁸	2005 – κλινική μελέτη	Αυτοκόλλητες ταινίες vs νάρθηκες	Απαιτείται υπερδιπλάσιος χρόνος χρήσης των ταινιών για αντίστοιχα αποτελέσματα	ήπιες
Zantner et al ⁶⁹	2006 - βιβλιογραφική ανασκόπηση	Όλα	Αποθαρρυντικά αποτελέσματα	
Moore et al ⁷⁰	2008 – κλινική μελέτη	Τσίγλες	Μέσο ΔΕ* 10 βελτίωση Αφαίρεσαν μόνο επιφανειακές χρωστικές	
Delfino et al ⁷¹	2009 – κλινική μελέτη	Αυτοκόλλητες ταινίες vs νάρθηκες	Μέσο ΔΕ* 8,2 βελτίωση Τα OTCs υστερούν έναντι των ναρθήκων στο σπίτι (ΔΕ* 14)	
Demarco et al ⁷²	2009 - βιβλιογραφική ανασκόπηση	Όλα	Κάτω από 4 μονάδες απόχρωσης βελτίωση, με εξαίρεση τις αυτοκόλλητες ταινίες Χρειάζονται περαιτέρω μελέτες	
Matis et al ⁷³	2009 - βιβλιογραφική ανασκόπηση	Όλα	Μέσο ΔΕ* 7,2 βελτίωση Τα OTCs υστερούν έναντι των ναρθήκων στο σπίτι	-
Antoniadou et al ⁷⁴	2013 – κλινική μελέτη	Όλα	Το βερνίκι μικρή αποτελεσματικότητα, οι οδοντόκρεμες μηδενική	

Τέλος, σε ότι αφορά την τοξικότητα των υλικών αυτών είναι σκόπιμο να αναφέρουμε τα ακόλουθα:

- Η παραγωγή υπεροξειδίου του υδρογόνου στο σώμα ακολουθείται από απελευθέρωση ελεύθερων ριζών μέσω ενζυματικών αντιδράσεων.
- Οι ελεύθερες αυτές ρίζες της ενδογενούς παραγωγής υπεροξειδίου του υδρογόνου μέσα στο κύτταρο, έχουν την τάση να μην διαπερνούν την κυτταρική μεμβράνη, ούτε να ταξιδεύουν μεγάλες αποστάσεις μέσα στο κύτταρο αλλά να παραμένουν σε αυτό, διατηρώντας μία στοιχειώδη ισορροπία στην προσπάθεια επιβίωσης του κυττάρου.
- Θέμα τοξικότητας μπορεί να υπάρξει μόνο στα άτομα με ακαταλασία (απουσία ενζύμου καταλάσης). Στα άτομα αυτά η δράση των λευκοκυττάρων (μετανάστευση και φαγοκύτωση) έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση H_2O_2 το οποίο λόγω της απουσίας καταλάσης συσσωρεύεται στους περιοδοντικούς ιστούς προκαλώντας **νέκρωση και ελκώσεις των σκληρών και μαλθακών ιστών** ^{75,76}

Ειδικά δε για τα στοματικά διαλύματα υπεροξειδίου του υδρογόνου αναφέρεται ότι η επαφή διαλύματος 3% H_2O_2 σε προηγούμενα τραυματισμένους ιστούς, αυξάνει τον τραυματισμό και καθυστερεί επομένως την επούλωση ^{77,78}. Γενικά, η υπερβολική και μακροχρόνια χρήση τους μπορεί να επιφέρει δυσανεξία, φλεγμονή των μαλθακών ιστών, ξηρότητα, αγευσία, υπερπλασία των γευστικών θηλών και διάχυτη λεύκανση των μαλθακών ιστών της στοματικής κοιλότητας ^{77,78}.

Τέλος, οι οδοντόκρεμες με χαμηλή περιεκτικότητα σε H_2O_2 έχουν θετικό αποτέλεσμα στον περιορισμό του μικροβιακού πληθυσμού στο στόμα, χωρίς αλλοιώσεις στους μαλθακούς ιστούς ή ερεθισμούς ^{79,80}.

3.5 Βιβλιογραφικά δεδομένα σχετικά με τα διάφορα πρωτόκολλα λεύκανσης ζωντανών δοντιών

Το πλήθος των βιβλιογραφικών αναφορών σχετικά με την λεύκανση ζωντανών δοντιών δεν είναι καθόλου αμελητέο. Αναζήτηση στο διαδικτυακό σύστημα διαχείρισης δημοσιεύσεων pubmed με τους όρους “dental”, “bleaching”, “protocols”

οδηγεί σε 42 αποτελέσματα. Αν μάλιστα παραληφθεί ο όρος “protocols”, τα αποτελέσματα εκτινάσσονται στα 2001 (δεδομένα μέχρι 12ο/2014). Προκειμένου να μελετηθεί η διαθέσιμη βιβλιογραφία σχετικά με διαφορετικά πρωτόκολλα λεύκανσης και να γίνουν οι σχετικές συγκρίσεις, κυρίως ως προς την αποτελεσματικότητά τους, ο αριθμός μειώνεται σε 39 άρθρα, γραμμένα στα Αγγλικά, τα οποία και αφορούσαν στα διάφορα πρωτόκολλα λεύκανσης ζωντανών δοντιών. Οι μελέτες αυτές χωρίστηκαν σε μελέτες *in vivo* (κλινικές) και *in vitro* (εργαστηριακές). Στο **παράρτημα** βρίσκεται μια σύνοψη του συνόλου των μελετών αυτών, σε μορφή πινάκων.

Εργαστηριακές μελέτες. Σε ότι αφορά στις εργαστηριακές μελέτες ισχύουν τα ακόλουθα: Επιλέχθηκαν 19 εργαστηριακές μελέτες. Οι 12 εξ αυτών χρησιμοποίησαν ανθρώπινα δόντια, κυρίως πρόσθια αλλά όχι αποκλειστικά και οι 7, δόντια βόειας προέλευσης. Τα πρωτόκολλα που δοκιμάστηκαν αφορούσαν: τεχνική λεύκανσης αποκλειστικά στο ιατρείο (μία ή περισσότερες εφαρμογές HY χωρίς νάρθηκες ή εφαρμογές HK 35% με νάρθηκες) - σε 8 εργασίες: τεχνική λεύκανσης αποκλειστικά στο σπίτι (εφαρμογές ΥΚ συγκέντρωσης έως και 22% με νάρθηκες) - σε 5 εργασίες: σύγκριση τεχνικών λεύκανσης αποκλειστικά στο ιατρείο με τεχνικές αποκλειστικά στο σπίτι – σε 6 εργασίες.

Σε οκτώ μελέτες από τις παραπάνω, εφαρμόστηκε χρώση των δοντιών (με διαλύματα από τσάι, κρασί, αίμα κλπ.) πριν την εφαρμογή του πρωτοκόλλου λεύκανσης.

Κλινικές μελέτες. Σε ότι αφορά στις κλινικές μελέτες ισχύουν τα εξής:

Επιλέχθηκαν 21 κλινικές μελέτες που όλες αφορούσαν πρόσθια δόντια. Τα πρωτόκολλα που δοκιμάστηκαν αφορούσαν: τεχνική λεύκανσης αποκλειστικά στο ιατρείο (μία ή περισσότερες εφαρμογές HY χωρίς νάρθηκες) – σε 4 εργασίες. Τεχνική λεύκανσης αποκλειστικά στο σπίτι (εφαρμογές με νάρθηκες) – σε 10 εργασίες. Τεχνική λεύκανσης με συνδυασμό στο σπίτι (εφαρμογές με νάρθηκες) και το ιατρείο - σε 3 εργασία. Σύγκριση τεχνικών λεύκανσης αποκλειστικά στο ιατρείο με τεχνικές αποκλειστικά στο σπίτι – σε 2 εργασίες. Σύγκριση τεχνικών λεύκανσης αποκλειστικά στο σπίτι με το συνδυασμό σπίτι-ιατρείο – σε 2 εργασίες.

Από τα παραπάνω γίνεται σαφές ότι **δεν υπάρχουν εργαστηριακές μελέτες που να εξετάζουν την αποδοτικότητα του συνδυασμένου πρωτοκόλλου λεύκανσης στο ιατρείο και το σπίτι καθώς και να το συγκρίνουν με τα υπόλοιπα πρωτόκολλα.** Επιπλέον, ο αριθμός των δειγμάτων στις εργαστηριακές μελέτες κρίνεται ανεπαρκής

προκειμένου να δώσει σαφή αποτελέσματα, με μοναδική εξαίρεση την εργασία των Kielbassa και συν.⁶³, όπου κάθε πειραματική ομάδα διέθετε 40 ανθρώπινα δόντια.

Σε ό,τι αφορά στις κλινικές μελέτες, **μόνο τρεις μελέτες**^{47,51,81} συγκρίνουν την αποδοτικότητα του συνδυασμένου πρωτοκόλλου λεύκανσης στο ιατρείο και το σπίτι, με τα υπόλοιπα πρωτόκολλα. Η πρώτη μελέτη των Kugel και συν. αναφέρει ότι οι ερευνητές συγκρίνουν την αποτελεσματικότητα ενός συνδυασμένου πρωτοκόλλου σε σχέση με εκείνη ενός πρωτοκόλλου λεύκανσης αποκλειστικά στο ιατρείο. Παρά τον μικρό αριθμό των συμμετεχόντων (20 ενήλικες) και τη μικρή διάρκεια μέτρησης μετά τη λεύκανση (μόνο 5 μέρες), οι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι βρήκαν σημαντική υπεροχή του. Σε ό,τι αφορά στην δεύτερη μελέτη, η σύγκριση του συνδυασμένου πρωτοκόλλου με τη λεύκανση αποκλειστικά στο σπίτι, αποτελεί μόνο ένα από τα τρία σκέλη της. Η χρωματομετρία γίνεται με χρωματικό οδηγό αλλά και σπεκτροφωτόμετρο σε διάστημα έως και 4^{ov} μηνών μετά τη λεύκανση. Τα αποτελέσματά της είναι υποσχόμενα για το συνδυασμένο πρωτόκολλο δίνοντας μικρή υπεροχή του μονάχα για τις πρώτες δύο εβδομάδες, χωρίς διαφορά από τη λεύκανση στο σπίτι, στη συνέχεια. Αξιοσημείωτο επίσης είναι ότι η συγκεκριμένη μελέτη δεν αναφέρει σε κανένα βαθμό φαινόμενο υποτροπής για όλη τη διάρκεια παρακολούθησης, πράγμα που έρχεται σε αντίθεση με την πλειονότητα των υπόλοιπων μελετών. Η τρίτη μελέτη των Dawson και συν. είχε 3 ομάδες των 12 ατόμων και μέτρησε την αλλαγή στη χροιά στα 6 άνω πρόσθια δόντια. Το αποτέλεσμά της ήταν ότι εμφανίστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στη χροιά των ομάδων που εφαρμόστηκε λεύκανση και στο ιατρείο, χωρίς όμως να είναι η διαφορά αισθητή κλινικά. Σημειώνεται ότι στη μελέτη αυτή, η καταγραφή της απόχρωσης των δοντιών γινόταν από 2 εξεταστές (1 οδοντίατρο και 1 νοσηλεύτρια) **με τη χρήση χρωματικού οδηγού και όχι κάποιας συσκευής.**

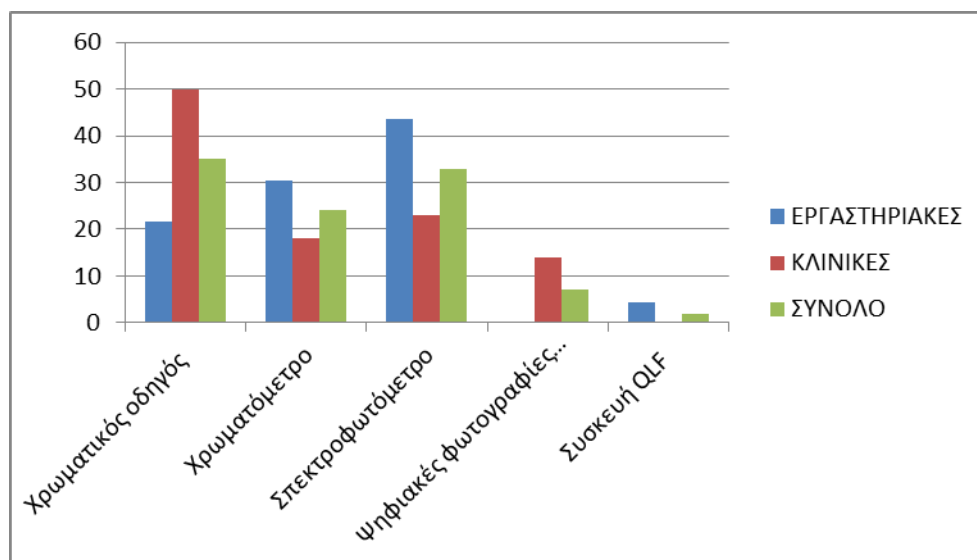
Είναι φανερό λοιπόν ότι ξεκάθαρα δεδομένα για την αποδοτικότητα του συνδυασμένου πρωτοκόλλου δεν υπάρχουν, ενώ τα λίγα διαθέσιμα δεδομένα έρχονται σε αντίθεση μεταξύ τους.

Σε ό,τι τώρα αφορά στις μεθόδους μέτρησης που χρησιμοποιούνται συνολικά στις παραπάνω μελέτες ισχύουν τα εξής: Οι μέθοδοι μέτρησης είναι: ο χρωματικός οδηγός (Vita classic- Vita color scale Lumin-Vita bleachguide 3D Master), το χρωματομέτρο, το σπεκτροφωτόμετρο, οι ψηφιακές φωτογραφίες και φωτογραφικό λογισμικό και τέλος, η συσκευή QLF (φωτοεπαγόμενου φθορισμού).

Στις εργαστηριακές μελέτες γίνεται χρήση χρωματικού οδηγού σε 5 μελέτες (21,7%), χρωματόμετρου σε 7 μελέτες (30,4%), σπεκτροφωτόμετρου σε 10 μελέτες (43,5%) και της συσκευής QLF σε 1 μελέτη (4,3%). Στις κλινικές μελέτες γίνεται χρήση χρωματικού οδηγού σε 11 μελέτες (50%), χρωματόμετρου σε 4 μελέτες (18%), σπεκτροφωτόμετρου σε 5 μελέτες (23%) και της ψηφιακής φωτογραφίας σε 3 μελέτες (14%).

Οπότε συνολικά τα ποσοστά που αντιστοιχούν σε κάθε μέσο καταγραφής είναι:

Χρωματικός οδηγός (35%), Χρωματόμετρο (24%), Σπεκτροφωτόμετρο (33%), Ψηφιακές φωτογραφίες και φωτογραφικό λογισμικό (7%), Συσκευή QLF (φωτοεπαγόμενου φθορισμού) (2%).



Εικόνα 5. Γραφική αναπαράσταση των ποσοστών % ανά μέσο καταγραφής

Το συμπέρασμα από το σύνολο των μελετών είναι ότι η καταγραφή της απόχρωσης των δοντιών είναι ακριβέστερη με τη χρήση συσκευής και ειδικά χρωματόμετρου και σπεκτροφωτόμετρου. Αυτό αφορά κυρίως στο ότι οι συσκευές είναι ανεπηρέαστες από τις συνθήκες φωτισμού, την κόπωση και από την επαναληψιμότητα των μετρήσεων. Το αποτέλεσμα αυτό ισχυροποιείται από τις μελέτες που συγκρίνουν διαφορετικούς τρόπους καταγραφής χρώματος^{39,63,82-88}.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΧΡΩΣΗΣ ΔΟΝΤΙΩΝ

Οι αιτίες του χρωματισμού των δοντιών ποικίλλουν. Συνήθως κατατάσσονται ως εξωγενείς ή ενδογενείς, αναφορικά με τη φύση αυτών (βλ. κεφ. 2.2β, 2.2γ, 2.2δ). Η πρώτη κατηγορία αφορά σε περιπτώσεις όπου εξωτερικά χρωμογόνα μόρια επικάθονται επί της επιφανείας των δοντιών ή εντός του σιαλικού υμενίου. Ενδογενής χρωματισμός συμβαίνει όταν τα χρωμογόνα μόρια εναποτίθενται μέσα στη δομή του δοντιού, συνήθως στην οδοντίνη, και κυρίως μέσω του πολφού.

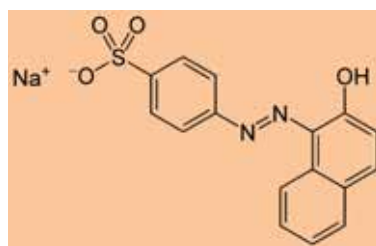
Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, σε έξι από τις εργαστηριακές μελέτες που εξετάζουν πρωτόκολλα λεύκανσης εφαρμόστηκε χρώση των δοντιών πριν την εφαρμογή του πρωτοκόλλου λεύκανσης. Σε δύο από αυτές χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά μαύρο τσάι για διάστημα μίας εβδομάδας ή μέχρι να επιτευχθεί η επιθυμητή απόχρωση στα δείγματα (C4, από χρωματολόγιο Vita Classical)^{82,89}. Το διάλυμα αυτό παρασκευάζεται με βρασμό 2g του τσαγιού, σε 100 ml απεσταγμένου νερού, για 5 λεπτά (Sulieman και συν. 2003). Σε άλλη μελέτη, προτείνεται η χρήση συνδυασμού κόκκινου κρασιού με μαύρο τσάι (για 7,5 μέρες)⁶³ ενώ σε άλλη ένας πιο πολύπλοκος συνδυασμός χρωμογόνων ουσιών (καπνός, τσάι, καφές, coca cola και κόκκινο κρασί για 7 μέρες στους 37°)⁹⁰.

Στον Πίνακα 13 απεικονίζεται η μέση μεταβολή ΔΕ* ανά ημέρα εφαρμογής του διαλύματος στα δείγματα.

Πίνακας 13. Μέση μεταβολή ΔΕ ανά ημέρα εφαρμογής του διαλύματος στα δείγματα. Τροποποίηση από ⁹¹*

Ημέρα	ΔΕ*	SD
1	22.58	2.95
2	24.96	8.48
3	17.15	4.21
4	21.53	3.43
5	20.28	2.78
6	25.01	3.34

Από την πλειοψηφία των ερευνητών διαφοροποιούνται οι Bor-Shiunn Lee και συν. (2007). Αναφέρουν ότι το τσάι δεν δίνει απόλυτα επαναλήψιμα αποτελέσματα ανά εφαρμογή καθώς διαφοροποιείται η δυνατότητά του να χρωματίζει τους οδοντικούς ιστούς με βάση την ποικιλία του ή την επεξεργασία που έχει υποστεί. Για καλύτερα αποτελέσματα προτείνουν τη χρήση χρωστικής με την ονομασία “Orange II”⁹².



Sodium 4-[(2E)-2-(2-oxonaphthalen-1-ylidene)hydrazinyl]benzenesulfonate

Εικόνα 6. Χημικός τύπος και ονομασία του οξέος-χρωστικής “Orange II”

Επιπρόσθετα, η προαναφερόμενη μελέτη αιρόταν σε μέθοδο εσωτερικής χρώσης των δοντιών (χρησιμοποιούσε δηλαδή δόντια τα οποία είχαν καταταμηθεί προκειμένου να διεισδύσει χρωστική μέσω της οδοντίνης). Στην παρούσα μελέτη, η μεθοδολογία επέβαλε αποκλειστικά την εξωτερική χρώση των δοντιών και για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της χρώσης με τσάι.

3.6 Διατήρηση θεραπευτικού αποτελέσματος

Τα αποτελέσματα που επιτυγχάνουν οι θεραπείες λεύκανσης δεν είναι μόνιμα. Με το πέρας του χρόνου, τα δόντια παρουσιάζουν την τάση επιστροφής στην αρχική τους χροιά, αν και σπάνια γυρίζουν ακριβώς σε αυτή. Έχει υπολογιστεί ότι μετά την πάροδο 3 ετών από τη θεραπεία, το 66% των δοντιών εμφανίζουν σε κάποιο βαθμό «χρωματική υποτροπή» (color relapse)²⁰. Η «υποτροπή» αυτή, η οποία ονομάζεται «δευτερογενής οδοντική δυσχρωμία» ποικίλλει και δεν είναι προβλέψιμη. Σε γενικές γραμμές όσο δυσκολότερα επιτεύχθηκε το επιθυμητό αποτέλεσμα, τόσο πιθανότερη είναι και η υποτροπή⁹³.

Τα αίτια της δευτερογενούς οδοντικής δυσχρωμίας μπορεί να είναι: 1) εκ νέου αναγωγή των δυσχρωμικών μορίων που οξειδώθηκαν από το λευκαντικό παράγοντα και 2) η συνεργατική δράση του αυξημένου βαθμού διαπερατότητας, λόγω της λεύκανσης, με τις εξωγενείς χρωστικές που έρχονται σε επαφή με τα δόντια και τα «αναχρωματίζουν»^{14,94}.

Σε γενικές γραμμές, για τη μακροβιότερη δυνατή διατήρηση του θεραπευτικού αποτελέσματος προτείνεται να λαμβάνει χώρα αναμνηστική εφαρμογή λευκαντικού υλικού (YK 10%) για 6 μέρες ανά εξάμηνο, με νάρθηκες στο σπίτι. Προφανώς η

χορήγηση αυτή θα έπεται λεπτομερούς αποτρύγωσης και στίλβωσης των δοντιών από τον οδοντίατρο ²⁰.

Κεφάλαιο 4.
Τεχνικές μέτρησης χρώματος
στην οδοντιατρική

“ Ποίηση είναι η σκανταλιάρικη προσπάθεια
να ζωγραφίσεις το χρώμα του ανέμου. ”
(Μπόντενχαϊμ Μ.)

4.1. Εισαγωγή

Το χρώμα των δοντιών αποτελεί ένα σύνθετο φαινόμενο το οποίο επηρεάζεται από πληθώρα παραγόντων. Η αντίληψη του χρώματος ενός δοντιού από τον παρατηρητή εξαρτάται από τις συνθήκες φωτισμού, την διαφάνεια/αδιαφάνεια/ανακλαστικότητα της οδοντικής επιφάνειας καθώς και τους φυσικούς περιορισμούς του ανθρώπινου οφθαλμού αλλά και εγκεφάλου.

Το χρώμα αποτελεί σύνθετο φαινόμενο, το οποίο όμως υπακούει σε συγκεκριμένους κανόνες. Αν παρομοιάσουμε το χρώμα με τη θερμότητα καταλήγουμε σε μια ενδιαφέρουσα αντιστοιχία. Η θερμότητα είναι αντικειμενικό και μετρήσιμο μέγεθος, αλλά το «κρύο» και το «ζεστό» είναι υποκειμενικές ιδιότητες και δύνανται να αποδίδονται από τον καθένα μας διαφορετικά. Η αντίληψή μας για το χρώμα είναι υποκειμενική ιδιότητα και προβλήματα στον προσδιορισμό και την καταγραφή του είναι αναμενόμενα ⁹⁵. Σε μια προσπάθεια να συνδυάσει τις φυσικές μεταβλητές του χρώματος με τις ψυχολογικές (αντιληπτικές) του παραμέτρους, η επιστήμη της μέτρησης του χρώματος (χρωματομετρία) έχει θέσει τις βάσεις για τον τρόπο μέτρησης αυτού. Προϋπόθεση είναι να υπάρχει μια «πρότυπη πηγή φωτός» και ένας «πρότυπος παρατηρητής» ⁹⁶. Αυτή η προσέγγιση έθεσε τις βάσεις για την αντικειμενική καταγραφή του υποκειμενικού αυτού φαινομένου. Η ακρίβεια μεγέθους αντίληψης της ιδιότητας αυτής εξαρτάται όχι μόνο από την ακρίβεια διέγερσης των φωτοευαίσθητων κυττάρων του παρατηρητή, αλλά και από τον τρόπο φωτισμού και τις συνθήκες παρατήρησης. Όταν ισχύουν τα παραπάνω, ένας παρατηρητής με σωστή και ακριβή όραση θα αντιλαμβάνεται κατά το ίδιο ποσοστό τυχόν αύξηση ή μείωση της έντασης του φωτός για τα χρώματα κόκκινο (R), πράσινο (G) και μπλε (B), πράγμα το οποίο όμως πρακτικά είναι σχεδόν αδύνατο.

Το αποτέλεσμα συνεπώς εντοπίζεται εκτός των άλλων και στην ικανότητα του φωτός να διεγείρει τα φωτοευαίσθητα κύτταρα, ώστε να γεννηθούν οι σωστές διεγέρσεις R, G και B.

Η χρωματομετρία ως επιστήμη εμφανίστηκε το 1930, από την Διεθνή Επιτροπή Φωτισμού CIE (COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE) με την διεξαγωγή πειραμάτων οπτικής. Τα χρωματομετρικά συστήματα της CIE είναι τα μόνα παγκοσμίως αποδεκτά για τη μέτρηση του χρώματος, με συνέπεια όλα τα διεθνή πρότυπα να είναι βασισμένα σε αυτά που ορίζονται από αυτή.

Το χρώμα εκφράζεται από την CIE με μαθηματικές τιμές, οι οποίες προκύπτουν από μαθηματικές εξισώσεις. Η προσπάθεια προσδιορισμού του χρώματος ξεκίνησε στις αρχές του 19ου αιώνα, με τη δημιουργία χρωματικών μοντέλων, χώρων δηλαδή που σε κάθε χρώμα αντιστοιχούν αριθμητικές συντεταγμένες. Τελικά, περίπου το 1930, η CIE εισαγάγει το χρωματικό μοντέλο RGB με βάση την αρχή των τριών διεγέρσεων του ανθρώπινου οφθαλμού⁹⁷.

4.1α. Ορισμοί

Η αναζήτηση στη βάση δεδομένων PubMed με το εργαλείο ορισμών 'MeSH' σχετικά με τον όρο χρώμα δίνει το ακόλουθο αποτέλεσμα:

Color: The visually perceived property of objects created by absorption or reflection of specific wavelengths of light.

Χρώμα: Η οπτικά αντιληπτή ιδιότητα των αντικειμένων που δημιουργείται από την απορρόφηση ή την αντανάκλαση συγκεκριμένων μηκών κύματος του φωτός.

Στο 'The glossary of prosthodontic terms 2005' υπάρχει ο ακόλουθος ορισμός:
Το χρώμα αποτελεί φαινόμενο του φωτός που επιτρέπει στο άτομο να διαφοροποιήσει πανομοιότυπα αντικείμενα.

Οι Joiner και συν.⁴ με τη σειρά τους ορίζουν το χρώμα ως εξής: *το φαινόμενο του χρώματος είναι μια ψυχοσωματική αντίδραση στη φυσική αλληλεπίδραση της ενέργειας του φωτός με ένα αντικείμενο, σε συνδυασμό με την υποκειμενική εμπειρία ενός παρατηρητή.*

4.1β. Φυσιολογία του χρώματος

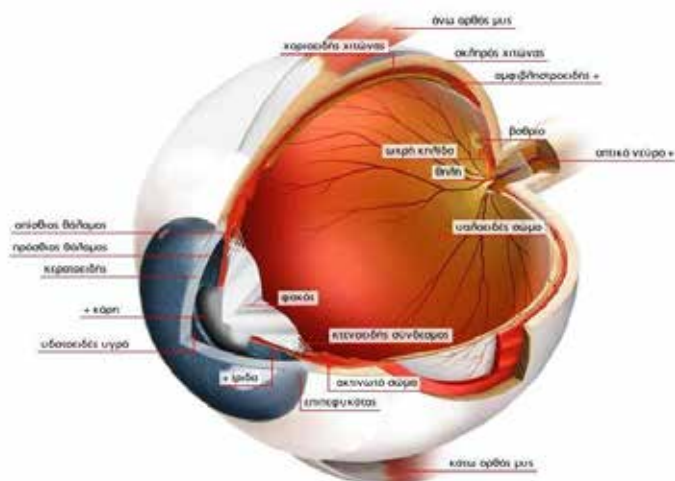
Ο οφθαλμός αποτελεί το όργανο της όρασης και απαρτίζεται από δύο κυρίως τμήματα: ένα οπτικό τμήμα (υπεύθυνο για την εστίαση της οπτικής εικόνας στους φωτοαισθητήρες) και ένα νευρικό τμήμα (υπεύθυνο για τη μετατροπή της οπτικής εικόνας σε μια αλληλουχία νευρικών ώσεων).

Η πληροφορία για το χρώμα αφορά τις συχνότητες της προσπίπτουσας ακτινοβολίας που μπορεί να ανιχνευθεί στους κατάλληλους υποδοχείς και κωδικοποιείται μέσα στα ηλεκτρικά αυτά σήματα. Οι φωτοαισθητήρες είναι

ευαίσθητοι μόνο σε μικρό τμήμα του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, το οποίο καλείται ορατό φως. Τα μήκη κύματος στα οποία είναι ευαίσθητοι οι φωτοαισθητήρες βρίσκονται ανάμεσα στα 400 και 700nm. Η φωτεινή ακτινοβολία διαφόρων μηκών κύματος, πάντα όμως μέσα στα παραπάνω όρια, γίνεται αντιληπτή ως διαφορετικά χρώματα.

Ένα χρώμα που παίρνει μορφή στον εγκέφαλο μπορεί να προέρχεται από μία συχνότητα ή συνδυασμό περισσότερων συχνοτήτων του ορατού φάσματος. Για παράδειγμα, το κίτρινο χρώμα είναι αποτέλεσμα της επεξεργασίας του σήματος που προέρχεται από την ανίχνευση φωτός από δύο κυρίως είδη κωνίων, τα κωνία που είναι ευαίσθητα σε συχνότητες που αντιστοιχούν στην περιοχή του κόκκινου χρώματος και τα κωνία που είναι ευαίσθητα στις συχνότητες που αντιστοιχούν στην περιοχή του πράσινου.

Ο ανθρώπινος εγκέφαλος συνθέτει μεγάλο εύρος χρωμάτων από τους συνδυασμούς της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που ανιχνεύει το μάτι. Το χρώμα στην περίπτωση αυτή είναι μια σύμβαση που αφορά τη μορφή που λαμβάνει στον εγκέφαλο (στον οπτικό φλοιό) ο συνδυασμός των συχνοτήτων που ανιχνεύονται από το μάτι. Έτσι μπορεί να βλέπουμε κίτρινο χρώμα ενώ στην πραγματικότητα οι συχνότητες που ανιχνεύουμε αντιστοιχούν αποκλειστικά στην περιοχή του πράσινου και του κόκκινου, δηλαδή η ακτινοβολία που φθάνει στο μάτι μας δεν βρίσκεται στην περιοχή του κίτρινου. Φυσικά είναι δυνατό να βλέπουμε και το απ' ευθείας κίτρινο χρώμα, όταν η ακτινοβολία είναι μονοχρωματική, όταν δηλαδή το χρώμα αντιστοιχεί πράγματι σε μία μόνο συχνότητα. Παρ' όλα αυτά, το μονοχρωματικό κίτρινο συλλαμβάνεται εν μέρει και από τους υποδοχείς του κόκκινου και του πράσινου και μόνο μέσω της όρασης, δεν είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε αν πράγματι πρόκειται για μονοχρωματική ακτινοβολία ή όχι.¹¹



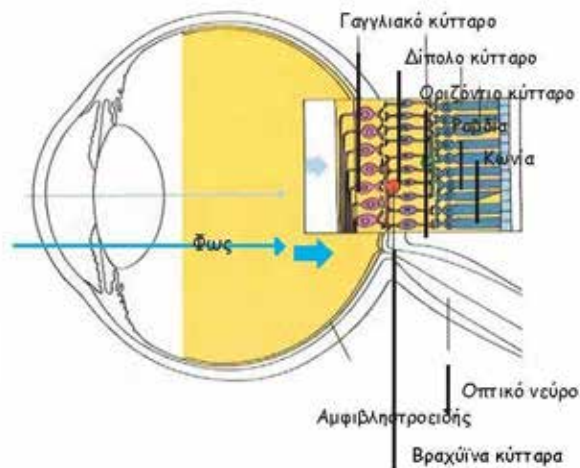
Εικόνα 7. Ανατομία ανθρώπινου οφθαλμού. (Τροποποίηση από ⁹⁸)

Κατά τη λειτουργία της όρασης, το φως ακολουθεί την εξής πορεία (Εικ. 7, 8):

- εστιάζεται από τον κερατοειδή χιτώνα και τον κρυσταλλοειδή φακό,
- διατρέχει το υαλοειδές σώμα του οφθαλμού και
- προσπίπτει στον αμφιβληστροειδή χιτώνα.

Οι φωτοαισθητήρες, οι οποίοι είναι δύο ειδών και ονομάζονται ραβδία και κωνία, βρίσκονται στην εξωτερική στοιβάδα του ιδίως αμφιβληστροειδή, προς το μελάγχρουν επιθήλιο, ενώ τα υπόλοιπα κύτταρα του αμφιβληστροειδή βρίσκονται πλησιέστερα προς το φακό.

Οι εγγύς νευρικές στοιβάδες του αμφιβληστροειδούς είναι αμύελες και σχετικά διαφανείς επιτρέποντας κατά αυτόν τον τρόπο στο φως να φθάσει στους φωτοαισθητήρες. Ο αμφιβληστροειδής χιτώνας διαθέτει δύο τύπους φωτοευαίσθητων οργάνων, τα ραβδία και τα κωνία. Ο ανθρώπινος οφθαλμός διαθέτει τρεις τύπους κωνίων, όπου ο καθένας εμφανίζει ευαισθησία σε ένα διαφορετικό τμήμα του ορατού φάσματος. Οι τρεις τύποι κωνίων, περιέχουν ο καθένας από μια διαφορετική οπτική χρωστική, ευαίσθητη σε ένα συγκεκριμένο τμήμα του ορατού φάσματος. Συνολικά η λειτουργία της ανθρώπινης όρασης οφείλεται σε τέσσερις φωτοευαίσθητες χρωστικές, τη ροδοψίνη των ραβδίων που είναι υπεύθυνη για την όραση στο αμυδρό φως και τις τρεις χρωστικές των κωνίων που είναι υπεύθυνες για την έγχρωμη όραση.



Εικόνα 8. Πορεία φωτός εντός του ανθρώπινου οφθαλμού. (Τροποποίηση από ⁹⁹)

Τα κωνία λοιπόν είναι τριών ειδών: τα S κωνία (ευαίσθητα στα βραχέα μήκη κύματος), τα M κωνία (ευαίσθητα στα μεσαία μήκη κύματος) και τα L κωνία (ευαίσθητα σε ακόμη μικρότερα μήκη κύματος).

Όλες οι φωτοευαίσθητες χρωστικές περιέχουν μια χρωμοφόρα ομάδα, την 11-cis ρετινάλη, η οποία συνδέεται με μια οψίνη. Το φως ενεργοποιεί τις φωτοευαίσθητες χρωστικές και η απορρόφηση του φωτός προκαλεί τον ισομερισμό της χρωμοφόρας ομάδας, με συνέπεια να προκαλείται μετατροπή της χρωμοφόρας ομάδας από cis σε trans μορφή. Στη συνέχεια, η ενεργοποιημένη χρωστική καταλύει την ενεργοποίηση μιας G-πρωτεΐνης, η οποία ακολούθως ενεργοποιεί το ένζυμο φωσφοδιεστεράση της cGMP και προκαλείται διάσπαση της cGMP σε 5'-GMP και συνεπώς μείωση της συγκέντρωσης του αγγελιοφόρου cGMP στο κυτταρόπλασμα. Η μείωση της συγκέντρωσης του cGMP προκαλεί το κλείσιμο των ελεγχόμενων από την cGMP διαύλων κατιόντων του εξωτερικού τμήματος του φωτοϋποδοχέα, μέσω της πρόσδεσης της cGMP στην κυτταροπλασματική πλευρά του διαύλου, με αποτέλεσμα την ελάττωση του ρεύματος προς το εσωτερικό του κυττάρου και την υπερπόλωση του φωτοϋποδοχέα ^{100, 101}.

Μετά τη διέγερση των ραβδίων και των κωνίων, τα ερεθίσματα μεταφέρονται στον εγκέφαλο.

4.1.γ. Φυσική του χρώματος

Τα αντικείμενα εμφανίζονται «χρωματιστά» για πολλούς λόγους: Μπορεί να εκπέμπουν ακτινοβολία διαφόρων μηκών κύματος, να απορροφούν ακτινοβολία που περνά από μέσα τους, επιτρέποντας μόνο σε τμήμα αυτής να φτάνει στον παρατηρητή, να ανακλούν/σκεδάζουν μέρος μόνο της προσπίπτουσας ακτινοβολίας ή και συνδυασμό όλων των παραπάνω. Το τελικό αποτέλεσμα είναι η ανάμειξη διαφόρων συχνοτήτων και εντάσεων ανά συχνότητα και αυτό είναι που δίνει την αίσθηση του χρώματος. Για παράδειγμα, ένα πράσινο φύλλο απορροφά συνήθως το κόκκινο και το μπλε χρώμα που προέρχεται από μια πηγή φωτός πλήρους φάσματος όπως ο ήλιος, είτε ανακλώντας μόνο το πράσινο, είτε αφήνοντας να διέλθει μόνο το πράσινο από μέσα του, όταν φωτίζεται από πίσω και αν είναι αρκετά διαφανές.

Η ικανότητα επιλογής απόχρωσης εξαρτάται από το πόσο καλά τα μάτια «αντιλαμβάνονται» τις λεπτομέρειες των δοντιών. Οι παράγοντες που καθορίζουν αυτή την ικανότητα αντίληψης συμπεριλαμβάνουν την ποιότητα του περιβάλλοντος φωτισμού, την ένταση του φωτός, το μέγεθος του προς παρατήρηση δοντιού, την αντίθεση και τη λάμψη. Η εξασφάλιση των κατάλληλων συνθηκών για εκτίμηση χρώματος προϋποθέτει τη γνώση και την κατανόηση των παραπάνω παραγόντων ^{11, 100}.

Κάθε χρώμα ορίζεται μέσω τριών παραμέτρων: της χροιάς, του τόνου και της έντασης. Η ιδιότητα ενός χρώματος να διαχωρίζεται από κάποιο άλλο χρώμα, που ανήκει στο ορατό φάσμα χρωμάτων, αποδίδεται ως **χροιά**. Η παράμετρος αυτή κατηγοριοποιεί τα χρώματα ώστε να γίνεται αντιληπτή κάθε ομάδα χρώματος, όπως για παράδειγμα, το κόκκινο και το κίτρινο χρώμα. Η παράμετρος που καθορίζει πόσο λευκό ή μαύρο περιέχει ένα χρώμα και αντίστοιχα πόσο φωτεινό ή σκούρο είναι ένα άλλο, αναφέρεται ως **τόνος**. Ο τόνος αντανακλά την υποκειμενική αντίληψη της φωτεινότητας ενός χρώματος. Η ένταση ενός χρώματος καθορίζει την περιεκτικότητα ενός χρώματος και τη διάκριση ενός έντονου χρώματος από ένα αχνό. Όσο αυξάνεται η περιεκτικότητα ενός χρώματος αυξάνεται και η **ένταση** του χρώματος.

Ο φωτισμός της οδοντιατρικής έδρας χρησιμοποιείται συχνά για την επιλογή χρώματος. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων πρόκειται για λάμπες πυρακτώσεως, οι οποίες εκπέμπουν φως ιδιαίτερα έντονο στο κόκκινο-κίτρινο τμήμα του φάσματος και ασθενές στο μπλε τμήμα αυτού (Πίνακας 14). Συνεπώς, η έκθεση στο φως αυτό, αδιαφανών δειγμάτων κόκκινης, κίτρινης και μπλε χροιάς, τονίζει ιδιαίτερα τις κόκκινες και κίτρινες αποχρώσεις, αλλά κάνει τις μπλε σημαντικά δυσθεώρητες.

Πίνακας 14. Τα μήκη κύματος των χρωμάτων του φάσματος [101]

Τα μήκη κύματος των χρωμάτων του φάσματος	
Κόκκινο	630-700nm
Πορτοκαλί	590-640nm
Κίτρινο	550-580nm
Πράσινο	490-530 nm
Μπλε	460-480 nm
Βιολετί	400-430 nm

Η διαφάνεια της αδαμαντίνης σχετίζεται με το μήκος κύματος. Όσο μεγαλύτερο είναι αυτό τόσο μικρότερη η διαφάνεια. Συνεπώς, σε φωτισμό πιο πλούσιο στο κίτρινο και κόκκινο φάσμα, τα δόντια φαίνονται λιγότερο διαφανή, τονίζεται περισσότερο η οδοντίνη, κάνοντάς τα να εμφανίζονται πιο κόκκινα, με εντονότερη **χρoιά** και χαμηλότερο **τόνο**. Αντίθετα, σε φωτισμό πιο πλούσιο στο κίτρινο και πράσινο φάσμα, όπως αυτός των λαμπτήρων φθορισμού, οι κόκκινες και μωβ αποχρώσεις είναι λιγότερο εμφανείς.

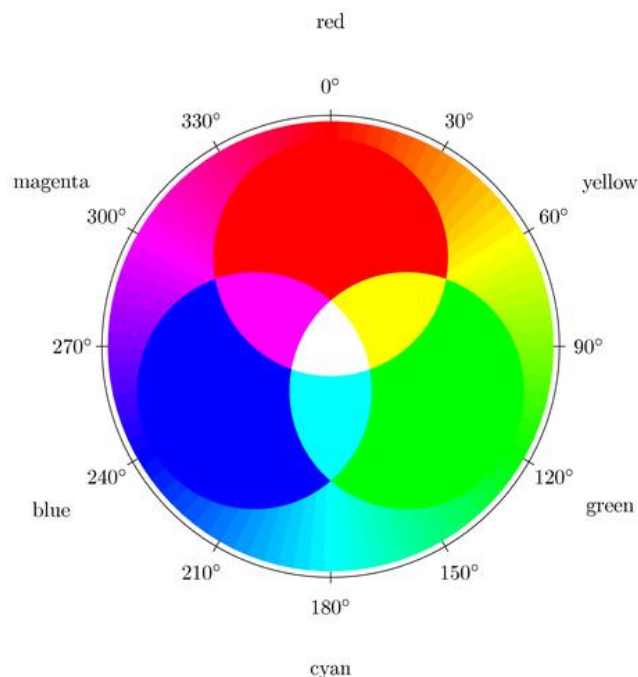
Γενικά, και σε ότι αφορά την επιλογή λαμπτήρων για το περιβάλλον του οδοντιατρείου, οι λαμπτήρες φθορισμού δίνουν μεγαλύτερη ακρίβεια και πρέπει να προτιμώνται (ο φυσικός φωτισμός διαφοροποιείται χρονικά). Το ιδανικό φως οδοντιατρείου είναι θερμοκρασίας 5.500K (λευκό φως, μέσης θερμοκρασίας) και μπορεί να παραχθεί ακόμη και χωρίς την παρουσία όλων των μηκών κύματος, με απλή μίξη των τριών βασικών χρωμάτων. Βασικό χρώμα, χαρακτηρίζεται εκείνο που δεν προκύπτει από ανάμειξη άλλων. Δευτερεύον χρώμα, χαρακτηρίζεται εκείνο που δημιουργείται από την ανάμειξη δύο βασικών χρωμάτων. Συμπληρωματικό χρώμα, χαρακτηρίζεται εκείνο που όταν συνδυασθεί με έτερο όμοιό του στη μεν προσθετική διαδικασία δίνουν λευκό, στη δε αφαιρετική διαδικασία, δίνουν μαύρο ^{11, 100}.

4.1δ Χρωματικά συστήματα

Έχουν προταθεί διάφορα συστήματα για την περιγραφή του χρώματος. Τα πιο κοινά συστήματα αποτελούν το σύστημα RGB, το σύστημα Munsell και το σύστημα CIE.

- Σύστημα RGB

Το χρωματικό σύστημα RGB βασίζεται στα τρία βασικά χρώματα: Κόκκινο (R), Πράσινο (G) και Μπλε (B) και στο γεγονός πως προσθέτοντας στις κατάλληλες αναλογίες τα τρία αυτά χρώματα μπορούμε να πάρουμε οποιοδήποτε άλλο. Ειδικά, συνδυάζοντάς τα ανά δύο προκύπτουν τα τρία δευτερεύοντα χρώματα, Κίτρινο (Y) (Κόκκινο και Πράσινο), Κυανό (C) (Πράσινο και Μπλε) και Ιώδες (M) (Μπλε και Κόκκινο), όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα 9:



Εικόνα 9. Χρωματικός δίσκος RGB ¹⁰²

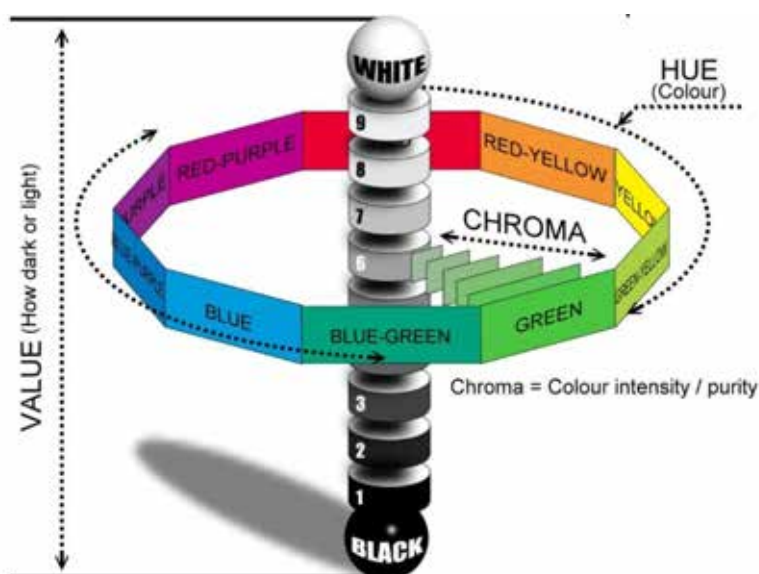
Η απόχρωση, η φωτεινότητα και ο κορεσμός ενός χρώματος στο χρωματικό μοντέλο RGB εξαρτώνται και στους τρεις αυτούς παράγοντες από τις τρεις συντεταγμένες. Αλλάζοντας οποιαδήποτε από αυτές, αλλάζουν και τα τρία χαρακτηριστικά του χρώματος. Το RGB είναι πιο κοντά από κάθε άλλο μοντέλο στο επίπεδο της φυσικής λειτουργίας των μέσων απεικόνισης, όπως οι τηλεοράσεις και οι οθόνες των υπολογιστών. Ένα μειονέκτημα του μοντέλου είναι ότι εξαρτάται από τη συσκευή απεικόνισης, με αποτέλεσμα ίδιες συντεταγμένες να δίνουν διαφορετικά χρώματα σε διαφορετικές συσκευές ή με διαφορετικές ρυθμίσεις της ίδιας συσκευής ¹¹.

- Σύστημα Munsell

Ένα από τα δημοφιλέστερα χρωματικά μοντέλα αναπτύχθηκε από τον Albert Munsell το 1898, και πήρε το όνομά του. Ο Munsell θέλησε να περιγράψει τα χρώματα

με έναν ορθολογικό τρόπο. Έτσι δημιούργησε έναν χρωματικό δίσκο (τροχό) και χρησιμοποίησε τρεις μεταβλητές (κανάλια) – (Εικόνα 10):

- ✓ “Χροιά” (Hue): είναι ένας δείκτης χρώματος που διατρέχει ένα εύρος χρωμάτων στην περιφέρεια του δίσκου. Είναι το ποιοτικό μέτρο διαχωρισμού του ενός χρώματος από το άλλο. Επέλεξε πέντε βασικά χρώματα: κόκκινο (R), κίτρινο (Y), πράσινο (G), μπλε (B) πορφυρό (P) και άλλα πέντε ενδιάμεσα χρώματα: κίτρινο-κόκκινο (YR), πράσινο-κίτρινο (GY), μπλε-πράσινο (BG), πορφυρό –μπλε (PB) και κόκκινο-πορφυρό (RP).
- ✓ “Φωτεινότητα” (Value): αντιστοιχεί στην τιμή φωτεινότητας του κάθε χρώματος και μετριέται πάνω στον κάθετο άξονα, ο οποίος περνάει από το κέντρο του δίσκου. Η “φωτεινότητα” παίρνει συνολικά 9 τιμές μεταξύ μαύρου και άσπρου, όπου το 1 αντιστοιχεί στο μαύρο, το 9 στο λευκό και οι ενδιάμεσες τιμές προκύπτουν από την ανάμιξη του μαύρου και του άσπρου σε διάφορες αναλογίες.
- ✓ “Ένταση” (Chroma): διατρέχει την ακτίνα του δίσκου από το κέντρο προς την περιφέρεια και δίνει την διαβάθμιση της φωτεινότητας του κάθε χρώματος ξεχωριστά. Η μεταβλητή “ένταση” παίρνει τιμές από το κέντρο του δίσκου προς την περιφέρειά του.



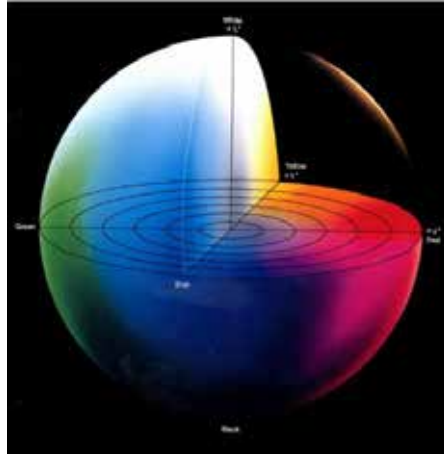
Εικόνα 10. Χρωματικός δίσκος (τροχός) στο σύστημα Munsell ¹⁰².

Το σύστημα Munsell πλησιάζει την οπτική αντίληψη του χρώματος, καθώς βασίζεται στις διαφορές των χρωμάτων που γίνονται αντιληπτές από τον ανθρώπινο οφθαλμό. Η ένταξη ενός χρώματος στο σύστημα Munsell γίνεται με τη σύγκρισή του με δείγματα του βιβλίου χρωμάτων του Munsell. Προκειμένου, να γίνει η ένταξη του χρώματος, ελέγχεται ο τόνος του χρώματος, ακολούθως προσδιορίζεται η ένταση του χρώματος και τέλος, καθορίζεται η χροιά του χρώματος με το συγκεκριμένο τόνο και ένταση.

Πρέπει να σημειωθεί ότι με το σύστημα αυτό μπορούν να αξιολογηθούν με ακρίβεια, μόνο αδιαφανείς επιφάνειες και όχι ημιδιαφανείς, όπως τα ανθρώπινα δόντια. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί ο περιορισμός αυτός είναι απαραίτητη η προσθήκη και μίας τέταρτης διάστασης, αυτή της ημιδιαφάνειας ¹⁰³.

- Σύστημα CIE

Το χρωματικό σύστημα CIE Lab ή L^* , a^* , b^* παρουσιάστηκε από την CIE (Commission International de l'Eclairage), το 1976. Πρόκειται για ένα ομοιόμορφο οπτικά χρωματικό χώρο, ο οποίος προσομοιάζει καλύτερα από όλα τα χρωματικά συστήματα ή μοντέλα στην ανθρώπινη αντίληψη των χρωματικών διαφορών. Το κάθε χρώμα περιγράφεται από τρεις συντεταγμένες ή παράγοντες όπως και στον χρωματικό χώρο RGB. Στο CIE Lab σύστημα, οι χρωματικές συντεταγμένες ονομάζονται L^* , a^* και b^* , (γι' αυτό και η ονομασία) και απεικονίζονται σε τρισδιάστατο καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων (Εικόνα 11). Ο παράγοντας L^* (Lightness) αποθηκεύει όλη την πληροφορία φωτεινότητας της εικόνας παίρνοντας τιμές από 0 (μαύρο) έως 100 (λευκό) ενώ οι παράγοντες a^* και b^* την πληροφορία χρώματος χωρίς να υπάρχουν για αυτά κάποια αριθμητικά όρια. Θετικές τιμές του a^* αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του κόκκινου. Αρνητικές τιμές του a^* αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του πράσινου. Θετικές τιμές του b^* αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του κίτρινου. Αρνητικές τιμές b^* αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του μπλε ¹⁰⁴.



Εικόνα 11. Χρωματική σφαίρα στο σύστημα CIELAB ¹⁰²

Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται συνήθως για τον προσδιορισμό χρωματικών διαφορών, οι οποίες μπορούν να υπολογιστούν ως τιμές σύμφωνα με την εξίσωση:

$$\Delta E^* (L^*a^*b^*) = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

Στο σύστημα CIELAB, θεωρητικά μπορούν να ενταχθούν όλα τα χρώματα του φάσματος, ακόμα και χρώματα που δεν εμφανίζονται στο φάσμα, με συνέπεια τα χρώματα που περιλαμβάνονται στο σύστημα CIELAB να είναι πολύ περισσότερα από αυτά του συστήματος Munsell.

Τέλος, πολύ σημαντικό είναι ότι το χρωματικό σύστημα CIE Lab ανεξάρτητο από ιδιότητες συσκευών καταγραφής ή απεικόνισης ^{105,106}.

4.2. Μέτρηση χρώματος

Οι μέθοδοι μέτρησης που χρησιμοποιούνται συνολικά στην οδοντιατρική, και ειδικότερα στις κλινικές και εργαστηριακές μελέτες χρώματος περιλαμβανομένων αυτών της λεύκανσης, είναι:

1. χρωματικός οδηγός (Vita classic- Vita color scale Lumin-Vita bleachguide 3D Master)
2. Χρωματόμετρο
3. Σπεκτροφωτόμετρο
4. Ψηφιακές φωτογραφίες και φωτογραφικό λογισμικό
5. Συσκευή QLF (φωτοεπαγόμενου φθορισμού)

Οι μέθοδοι 1,3,4 χρησιμοποιούνται στην καθημερινή κλινική πράξη, ενώ οι 2,5 προορίζονται κυρίως για εργαστηριακή χρήση.

4.2.α. Ενδοστοματικά (κλινικά)

Χρωματικοί οδηγοί (Vita classic- Vita color scale Lumin-Vita bleachguide 3D Master)

Η οπτική επιλογή χρώματος, η οποία βασίζεται στη σύγκριση του δοντιού με τους πρότυπους χρωματικούς οδηγούς, αποτελεί την πιο συχνά εφαρμόσιμη μέθοδο στην οδοντιατρική πράξη ¹⁰⁷. Πρόκειται για μέθοδο με πλεονεκτήματα το χαμηλό κόστος κτίσης του οδηγού και τη γρήγορη επιλογή. Έχει χρησιμοποιηθεί σε σειρά εργασιών σχετικών με την οδοντική λεύκανση και τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η χρήση της δίνει αρκετά ικανοποιητική αξιοπιστία ^{30,87,108,109,110}. Μάλιστα στην πλειονότητα των μελετών, οι εξεταστές περνούν μια διαδικασία βαθμονόμησης προκειμένου να επιτύχουν τη βέλτιστη δυνατή ακρίβεια και επαναληψιμότητα στις μετρήσεις τους ^{87,105}. Παρ' όλα αυτά, τα μειονεκτήματα της επιλογής χρώματος με τη χρήση χρωματικών οδηγών δεν είναι αμελητέα.

Ένα από τα βασικά προβλήματα είναι ότι το εύρος των προσφερόμενων αποχρώσεων κρίνεται συχνά ανεπαρκές, καθώς δεν καλύπτει το χρωματικό χώρο στον οποίο αντιστοιχούν οι αποχρώσεις των φυσικών και πολύ περισσότερο των λευκανθέντων δοντιών ^{4,6}. Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί σημαντική απόκλιση στις επιλογές για το ίδιο δόντι μεταξύ διαφορετικών παρατηρητών όπου τα αποτελέσματα είναι δυσκολότερα επεξεργάσιμα και χρειάζεται να μετατραπούν στο CIE Lab σύστημα προκειμένου να γίνει αυτό. Τέλος, έχουν αναφερθεί διαφορές μεταξύ των εμπορικά διαθέσιμων χρωματικών οδηγών ακόμη και της ίδιας εταιρείας ^{111,112}. Μάλιστα δεν πρέπει να παραβλέπεται ότι παράγοντες όπως: η εμπειρία του παρατηρητή, η κούραση των οφθαλμών, οι περιβαλλοντικές συνθήκες φωτισμού καθώς και το φόντο που χρησιμοποιείται οδηγούν, συχνά, σε λανθασμένες επιλογές ¹¹³.

Το 1991, ο Hall ¹¹⁴ δημοσίευσε ένα άρθρο στο οποίο υποστήριξε ότι ήταν δυνατή η κατασκευή ενός χρωματικού οδηγού, ο οποίος θα λειτουργούσε με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια, ποσοτικοποιώντας τις τρεις μεταβλητές, δηλαδή τη φωτεινότητα, τη χροιά και την ένταση. Το άρθρο αυτό αποτέλεσε το εφελτήριο για την εταιρεία Vita

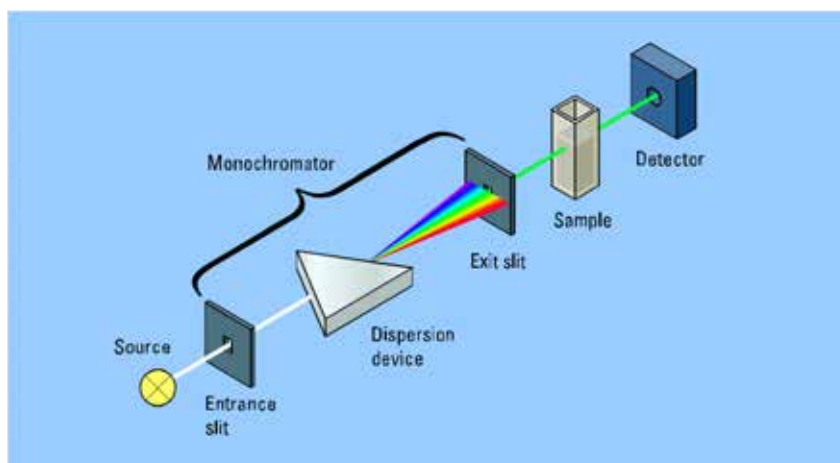
προκειμένου να κατασκευάσει τον οδηγό VITA SYSTEM 3D-MASTER τον οποίο και διέθεσε στο εμπόριο, το 1998. Η σειρά επιλογής της απόχρωσης ήταν ακριβώς φωτεινότητα → χροιά → ένταση και η επιλογή θα έπρεπε να γίνεται στην αρχή της συνεδρίας όταν τα δόντια είναι πλήρως ενυδατωμένα ¹¹⁵.

Στις οδηγίες που δίνονται προκειμένου να γίνει βέλτιστη χρήση του οδηγού συμπεριλαμβάνονται οι ακόλουθες:⁴

- ✓ Η αρχική επιλογή της φωτεινότητας πρέπει να γίνεται χωρίς έντονο φωτισμό και με τα μάτια ξεκούραστα. Με αυτό τον τρόπο δεν ενεργοποιούνται τα κονία, τα οποία θα μπορούσαν να παραπλανήσουν μια και είναι υπεύθυνα για την αντίληψη της χροιάς και της έντασης.
- ✓ Ακολούθως επιλέγεται φωτισμός αντίστοιχος με τις φυσιολογικές συνθήκες φωτισμού. Στη συνέχεια γίνεται προσδιορισμός της χροιάς και της έντασης. Τα δόντια πρέπει να ελεγχθούν αρχικά σε έμμεσο φωτισμό και με τα χείλη ελαφρώς σε ανάπαυση και ακολούθως με ανακλώμενο φως (ευθύ φως στις 90°).
- ✓ Το περιβάλλον πρέπει να είναι ουδέτερο χρωματικά. Έντονες, φωτεινές αποχρώσεις στα ρούχα ή τους τοίχους του ιατρείου επηρεάζουν τη χρωματική αντίληψη.
- ✓ Οι ιδανικές συνθήκες φωτισμού κατά την επιλογή της χροιάς είναι μια φωτεινή πηγή κοντά στα 5.500K με CRI 93.
- ✓ Τα δείγματα του χρωματικού οδηγού πρέπει να χρησιμοποιούνται στεγνά, αλλά και ελαφρώς βρεγμένα.
- ✓ Τέλος, επειδή η πρώτη εντύπωση είναι και η πλέον ακριβής, δεν πρέπει να κοιτάμε τα δόντια για παραπάνω από μερικά δευτερόλεπτα κάθε φορά.
- ✓ Από τον οδηγό VITA SYSTEM 3D-MASTER προέκυψε και τελευταία μια εκδοχή του ειδικά για χρήση σε θεραπείες λεύκανσης. Ονομάζεται VITA BLEACHGUIDE 3D-MASTER και περιέχει 15 δείγματα τοποθετημένα σε σειρά βάση του βαθμού λεύκανσης ¹¹⁶. Τα αποτελέσματα χρήσεως του φαίνεται να είναι θετικά ¹¹⁶.

Σπекτροφωτόμετρο

Χρησιμοποιείται στις μελέτες χρώματος, προκειμένου να εκτιμηθούν χρωματικές μεταβολές κυρίως κλινικά.



Εικόνα 12. Αρχή λειτουργίας σπεκτροφωτόμετρου. (Τροποποίηση από ¹¹⁷)

Η συσκευή αυτή αναλύει τη φωτεινή ακτινοβολία από μία πηγή σε μια σειρά διαδοχικών μονοχρωματικών ακτινών (Εικ. 12). Αυτές κατευθύνονται προς την επιφάνεια υπό ανάλυση. Το ποσοστό της ανάκλασης κάθε μήκους κύματος συγκρινόμενο με το συνολικό ποσό προσπίπτουσας ακτινοβολίας καταγράφεται. Οι φασματικές καμπύλες που προκύπτουν αποτελούν ένα από τα χρησιμότερα εργαλεία στην χρωματική ταυτοποίηση ^{11,4,113,118}.

Συνοπτικά, η αλληλουχία των σταδίων σε ένα σύγχρονο σπεκτροφωτόμετρο έχει ως εξής:

- ✓ Η πηγή φωτός εκπέμπει στην κατεύθυνση του δείγματος.
- ✓ Το κάτοπτρο διαχωρίζει τα μήκη κύματος του φωτός και εστιάζει το καθένα από αυτά πάνω στο φωτοανιχνευτή διαδοχικά.
- ✓ Ένα κλάσμα του φωτός μεταδίδεται ή ανακλάται από το δείγμα.
- ✓ Φασματικές καμπύλες προκύπτουν από την καταγραφή του.

Στα μειονεκτήματα των σχετικών συσκευών συγκαταλέγεται το υψηλό κόστος κτίσης και η δυσκολία στη χρήση τους σε ότι αφορά την καθημέρα κλινική πράξη ⁴.

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν αρκετές αναφορές σχετικά με την αξιοπιστία, την ακρίβεια και την ευχρηστία αυτών των συσκευών. Σε εργασία των Pimental και συν. ¹¹⁹ έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων που προέκυπταν μετά τη χρωματοληψία, του κεντρικού #11, 30 ασθενών τόσο με τη χρήση χρωματικού οδηγού (Vita classic), κάτω από ελεγχόμενο φωτισμό, όσο και σπεκτροφωτόμετρου. Την οπτική επιλογή χροιάς

έκαναν τέσσερις οδοντίατροι και επιλεγόταν ο μέσος όρος των καταγραφών τους, ενώ η καταγραφή της συσκευής γινόταν από έναν εκπαιδευμένο οδοντίατρο, λαμβάνοντας 4 μετρήσεις και υπολογίζοντας και εδώ το μέσο όρο. Τα αποτελέσματα έδωσαν καθαρή υπεροχή στη συσκευή, με στατιστικά σημαντική διαφορά υπέρ της, σε ότι αφορούσε την ακρίβεια και την επαναληψιμότητα.

Το γεγονός ότι οι δυνατότητες των σπεκτροφωτομέτρων ενδέχεται να επηρεάζονται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες (φωτισμού κλπ.), αποτέλεσε αντικείμενο μελέτης των Witkowski και συν.¹²⁰. Δύο εξεταστές έκαναν διαδοχικά μετρήσεις χρώματος σε 15 ασθενείς χρησιμοποιώντας τη συσκευή Crystaleye (Olympus, Tokyo, Japan). Ο κάθε εξεταστής μετρούσε 10 διαδοχικές φορές το κάθε δόντι και ειδικά σε 3 περιοχές αυτού (αυχενικό, μέσο και κοπτικό τριτημόριο). Αυτό που άλλαξε δραματικά μεταξύ των 2 εξεταστών ήταν το περιβαλλοντικό και το προσπίπτων φως. Παρ' όλα αυτά οι μετρήσεις τους ήταν ταυτόσημες (δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους) οδηγώντας στο συμπέρασμα, ότι η χρήση σπεκτροφωτόμετρου είναι ακριβής και ανεπηρέαστη από τις περιβαλλοντικές συνθήκες.

Σε αντίστοιχα συμπεράσματα καταλήγει και η βιβλιογραφική ανασκόπηση των Chen και συν.¹²¹. Μετά την ανάλυση 26 μελετών, οι συγγραφείς καταλήγουν στο ότι οι καταγραφές με αυτού του είδους τις συσκευές, παρέχουν ακριβή και σταθερά αποτελέσματα αν και υψηλής ποιότητας μελέτες χρειάζονται ακόμη για να επαληθευτεί απόλυτα αυτός ο ισχυρισμός.

Τέλος, μια ενδιαφέρουσα παρατήρηση των Du και συν.¹²² είναι ότι με μια μικρή τροποποίηση του λογισμικού των σπεκτροφωτομέτρων γίνεται δυνατή η καταγραφή της χροιάς των ούλων. Μάλιστα η ακρίβεια είναι αντίστοιχη (ιδιαίτερα ικανοποιητική δηλαδή) των καταγραφών της χροιάς των δοντιών.

Ψηφιακές φωτογραφίες και φωτογραφικό λογισμικό

Έχει προταθεί σε μικρό αριθμό ερευνών^{123,124} σχετικά με τη μέτρηση χρώματος λευκανθέντων δοντιών η χρήση της ψηφιακής φωτογραφίας (συνήθως dslr μηχανή με macro φακό 105mm και ring flash, εικ.13) σε συνδυασμό με φωτογραφικό λογισμικό (συνήθως το Adobe Photoshop).



Εικόνα 13. Ψηφιακή φωτογραφική μηχανή SLR.

Η διαδικασία προκειμένου να καταλήξουμε σε μετρήσεις είναι η εξής ¹²³:

- ✓ Γίνεται λήψη της ψηφιακής φωτογραφίας του δοντιού και εισάγεται αυτή σε ηλεκτρονικό υπολογιστή.
- ✓ Ανοίγουμε τη φωτογραφία στο λογισμικό επεξεργασίας (Adobe Photoshop).
- ✓ Απομονώνουμε το δόντι προς εκτίμηση από το περιβάλλον του (εργαλείο magnetic lasso) και απαλείφουμε τις ανακλάσεις (ιδανικά η φωτογραφία να έχει ληφθεί με πολωτικό φίλτρο ¹²⁴).
- ✓ Στο εργαλείο histogram επιλέγουμε στο channels: RGB και καταγράφουμε την τιμή για το κάθε κανάλι Red, Green, Blue.
- ✓ Συγκρίνουμε τις παραπάνω τιμές με πρότυπες που έχουμε καταγράψει φωτογραφίζοντας τις αποχρώσεις χρωματικού οδηγού (π.χ. Vita bleachguide 3D Master) και κάνοντας την παραπάνω διαδικασία. Καταλήγουμε στην απόχρωση που προσεγγίζει ακριβέστερα τις μετρήσεις μας.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, απαιτούνται περισσότερες μελέτες της ακρίβειας αυτής της διαδικασίας επιλογής χρώματος προκειμένου να εξαχθούν συγκριτικά αποτελέσματα.

4.2.β. Εργαστηριακά (μελέτες in vitro)

Χρωματόμετρο ^{100, 125}

Χρωματόμετρο είναι μια συσκευή που χρησιμοποιείται στην χρωματομετρία. Περιγράφεται διεξοδικά στην παράγραφο 4.4, καθώς αποτελεί τη συσκευή που χρησιμοποιείται στην παρούσα εργασία.

Συσκευή QLF (φωτοεπαγόμενου φθορισμού)

Τα τελευταία χρόνια έχουν κυκλοφορήσει διαγνωστικές συσκευές των τερηδονικών βλαβών που βασίζονται στο φθορισμό ακτίνων ορατού φάσματος (QLF). Έχει γίνει αναφορά στη βιβλιογραφία η χρήση της συσκευής QLF για τη μέτρηση μεταβολών σε δόντια που υπόκεινται σε λεύκανση¹²⁶. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της μέτρησης ΔQ, που παρέχει η συσκευή, του προς αξιολόγηση δοντιού σε σχέση με πρότυπη επιφάνεια.



Εικόνα 14. Φωτογραφία δοντιού με συμβατική DSLR φωτογραφική μηχανή (αριστερά) και με τη συσκευή QLF (δεξιά)¹²⁷

Η μέθοδος βασίζεται στον αυτο-φθορισμό των δοντιών. Όταν τα δόντια φωτίζονται με υψηλής έντασης μπλε φως αρχίζουν να εκπέμπουν φως στο πράσινο μέρος του φάσματος (Εικ.14). Ο φθορισμός αυτός έχει άμεση σχέση με την περιεκτικότητα της αδαμαντίνης σε ανόργανα άλατα.

4.3. Συσκευή λήψης χρώματος - χρωματόμετρο (Dr. Lange “Micro colour LMC”, Braive instruments, Belgium)

Πρόκειται για συσκευή που χρησιμοποιείται στην χρωματομετρία. Σε επιστημονικά πεδία, η λέξη αναφέρεται γενικά στη συσκευή που μετρά την απορρόφηση συγκεκριμένων μηκών κύματος του φωτός από μία επιφάνεια.

Είναι φωτοηλεκτρικό όργανο που μετατρέπει το ποιοτικό ψυχολογικό αίσθημα του χρώματος σε ποσοτική μέτρηση. Το χρώμα εκφράζεται με τρεις αριθμούς L, a, b, από τους οποίους ο L εκφράζει τη φωτεινότητα, ενώ οι a και b σχετίζονται με το χρώμα και την ένταση.

Τα βασικά μέρη ενός χρωματομέτρου (Εικ. 15) είναι¹⁰⁰:

- ✓ μια πηγή φωτός (συνχά ένας συνηθισμένος χαμηλής τάσης λαμπτήρας πυράκτωσης)
- ✓ ένα ρυθμιζόμενο διάφραγμα
- ✓ μια σειρά από έγχρωμα φίλτρα
- ✓ ένας ανιχνευτής (συνήθως μια φωτοαντίσταση) για να μετρήσει το μεταδιδόμενο φως
- ✓ μια οθόνη για να εμφανιστεί το αποτέλεσμα της μέτρησης

Επιπλέον, μπορεί να υπάρχουν:

- ✓ ένας ρυθμιστή τάσης, για την προστασία του μέσου από τις διακυμάνσεις τάσης δικτύου.

Στα σύγχρονα χρωματόμετρα ο λαμπτήρας πυράκτωσης και τα φίλτρα μπορούν να αντικατασταθούν από διόδους εκπομπής φωτός (LEDs) σε διάφορες αποχρώσεις.



Εικόνα 15. Dr. Lange “Micro colour LMC”, Braive instruments, Belgium.

Εργαστήριο βιοϋλικών Οδοντιατρικής σχολής Αθηνών.

Προκειμένου να μετρηθεί το χρώμα δοντιών σε εργαστηριακές συνθήκες, κατασκευάζονται μήτρες σιλικόνης για να πρωτοτυποποιηθεί η γεωμετρία με την οποία θα έρχονται σε επαφή τα δόντια με την κεφαλή της συσκευής. Οι μήτρες επιπλέον εξασφαλίζουν ένα πρότυπο φόντο (πρέπει μάλιστα να είναι λευκές στη χροιά) και να μηδενίζουν τις επιδράσεις από τον περιβάλλοντα φωτισμό. Η συσκευή περιέχει και φορητό τμήμα κάνοντας δυνατές και τις μετρήσεις in vivo.

Στα μειονεκτήματα των χρωματόμετρων συγκαταλέγονται τα:

- ✓ Οι συσκευές είναι σχεδιασμένες για τη μέτρηση επίπεδων επιφανειών. Τα δόντια συχνά δεν έχουν απόλυτα επίπεδες επιφάνειες ¹⁰⁵.
- ✓ Τα συστηματικά σφάλματα στα οποία είναι επιρρεπή ελέγχονται δύσκολα και μπορεί να οδηγήσουν σε λανθασμένες μετρήσεις ¹⁰⁵.

Μικρός αριθμός μελετών έχει αξιολογήσει την ακρίβεια της παραπάνω τεχνικής σε κλινικές συνθήκες. Οι Chang και συν. ¹²⁸ σε in vitro εργασία τους, το 2012, κάνουν μια προσπάθεια εκτίμησης της ακρίβειας στις μετρήσεις που επιτυγχάνονται με το χρωματόμετρο ShadeEye NCC (Shofu Dental, Kyoto, Japan). Αναλυτικά αναφέρουν ότι λόγω της διαμάχης γύρω από το σχεδιασμό και την κατασκευή των εμπορικά διαθέσιμων οδοντιατρικών οδηγών απόχρωσης, χρησιμοποίησαν το χρωματικό οδηγό Munsell, ως πρότυπο για την εξέταση της ακρίβειας του χρωματόμετρου. Το συμπέρασμα ήταν ότι **η συσκευή μπορεί να διεξάγει μετρήσεις με πολύ μεγάλη ακρίβεια**, βασιζόμενη στο σύστημα Munsell, αλλά ο τρόπος που μετατρέπει το αποτέλεσμα των μετρήσεων στο χρωματολόγιο της VITA απαιτεί προσαρμογή ώστε να μεγιστοποιηθεί η κλινική αποτελεσματικότητα. Σε εργασία των Cho και συν. ¹²⁹, του 2007, γίνεται αξιολόγηση και σύγκριση δύο χρωματόμετρων (Chroma Meter CR 321, Minolta, Osaka, Japan και Shade Vision System X-rite, Grandville, MO, USA) σε κλινικές συνθήκες. Το χρώμα από 12 άνω και κάτω πρόσθια δόντια μετρήθηκε σε 47 εθελοντές (συνολικός αριθμός δοντιών = 564). Οι χρωματικές παράμετροι L*, a* και b* που προέκυψαν από τις δύο συσκευές συγκρίθηκαν. Όλες οι παράμετροι του χρώματος παρουσίασαν σημαντική αλλά αδύναμη συσχέτιση. Όταν η φωτεινότητα και η χροιά των δοντιών είχαν υψηλές τιμές, η χρωματική διαφορά μεταξύ των τιμών που μετρήθηκαν από τα δύο όργανα ήταν πολύ μικρή. Ωστόσο, οι συγγραφείς προτείνουν την περαιτέρω διερεύνηση της κλινικής ακρίβειας των δύο χρωματόμετρων. Με τη σειρά τους, οι Kuzmanovic και συν. ¹³⁰ προσπάθησαν να συγκρίνουν την ακρίβεια χρωματοληψίας της οπτικής μεθόδου με τη χρήση συσκευής χρωματόμετρου. Η μελέτη διεξήχθη σε οδοντιατρείο στο Πανεπιστήμιο του Otago (Νέα Ζηλανδία). Τρεις οδοντίατροι με φυσιολογική ικανότητα αντίληψης των χρωμάτων, χρησιμοποίησαν τον χρωματικό οδηγό Vita classic για να καθορίσουν τη χροιά του άνω δεξιά κεντρικού τομέα #11 σε 10 τυχαία επιλεγμένα άτομα. Το χρώμα των ίδιων δοντιών

προσδιορίστηκε στη συνέχεια με το χρωματόμετρο (Shade Vision). Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε καλή συνολική αξιοπιστία μεταξύ των εξεταστών για τον οδηγό Vita (ICC = 0,62). Ωστόσο, τα στοιχεία έδειξαν κακή συμφωνία μεταξύ των δύο τεχνικών χρωματικής επιλογής (ICC = 0.27). Σε γενικές γραμμές, η μελέτη διαπίστωσε διαφορά στην ακρίβεια μεταξύ των δύο τεχνικών δίνοντας ελαφρό προβάδισμα, σε ότι αφορά στην επαναληψιμότητα, στη συσκευή. Οι Αντωνιάδου και συν.¹⁰⁹ σε κλινική μελέτη με 95 ασθενείς, κατέγραψαν το χρώμα σε 475 δόντια τόσο με χρωματικό οδηγό (with Vita 3-D master “tooth” guide) όσο και με σπεκτροφωτόμετρο (MHT Spectroshade device). Οι μετρήσεις με τις 2 μεθόδους δεν έδιναν στατιστικά σημαντικά διαφορετικά αποτελέσματα οδηγώντας στο συμπέρασμα ότι η λήψη χρώματος με χρωματικό οδηγό είναι ασφαλής διαδικασία. Σε μελέτη των Tung και συν.¹³¹ έγινε σύγκριση της καταγραφής χρώματος με χρωματικό οδηγό και χρωματόμετρο (shade Eye system). Η συσκευή πέτυχε επαναληψιμότητα της τάξης του 82% ενώ η οπτική παρατήρηση 73%. Το αξιοσημείωτο είναι ότι οι επιλογές συσκευής-κλινικών ταυτίστηκαν σε ποσοστό έως 60%. Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι σε πλήθος μελετών γίνεται χρήση χρωματόμετρου, χωρίς όμως να τεκμηριώνεται στις εργασίες αυτές, η ακρίβεια αυτού ως προς το προσδοκώμενο αποτέλεσμα^{41,82 83 85 86 87 125 132}.

4.4 Συμπεριφορά των χρωματικών συντεταγμένων L*, a*, b* στη λεύκανση

Οι αλλαγές που παρατηρούνται μετά τη λεύκανση είναι με βάση την πλειοψηφία των ερευνητών:

- Σημαντική αύξηση της τιμής του L*^{109,50,90,38}
- Πτώση της τιμής του a* (μικρότερη της αντίστοιχης του b*)^{52,133,113}
- Σημαντική πτώση της τιμής του b*

Δύο μελέτες μάλιστα υποστηρίζουν ότι η μεταβολή του b* είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας που διαμορφώνει την οπτική αντίληψη της χρωματικής μεταβολής μετά τη λεύκανση^{50,134} αυτό διότι η μετατόπιση από την κίτρινη χροιά προς την μπλε, δίνει

ακόμη πιο έντονο οπτικό αποτέλεσμα λεύκανσης ακόμη και από την ίδια την αύξηση της φωτεινότητας.

Εκτός όμως από τα δεδομένα της βιβλιογραφίας στη μελέτη αυτή ακολουθήθηκε και μία δεύτερη προσέγγιση αποσκοπώντας στην αποκρυπτογράφηση των μεταβολών των τριών μεταβλητών, του CIELAB συστήματος, μετά τη λεύκανση. Όπως προαναφέρθηκε (βλ. κεφάλαιο 3.4.γ), η Αμερικανική Οδοντιατρική Ομοσπονδία (ADA) προτείνει μία οπτική μέθοδο για την εξακρίβωση της αποτελεσματικότητας της λεύκανσης χρησιμοποιώντας τους πολύ διαδεδομένους χρωματικούς οδηγούς, της εταιρίας Vita, Vita classic και 3D Master^{39,5,49}. Ο τρόπος χρήσης αυτών βασίζεται σε αναδιάταξη των αποχρώσεων τους με βάση το βαθμό λεύκανσης. Η αναδιάταξη γίνεται βάση της απόστασης κάθε δείκτη από το ιδεατό λευκό σημείο το οποίο στο σύστημα CIELAB έχει τις ακόλουθες συντεταγμένες $L^*=100$, $a^*=0$ και $b^*=0$. Ο κάθε δείκτης, πάντα με βάση τις μετρήσεις, στο μέσο τριτημόριο αυτού, των τιμών L^* , a^* , b^* που του αντιστοιχούν παίρνει μια τιμή W^* ίση με $W^*=[(a^*)^2+(b^*)^2+(L^*-100)^2]^{1/2}$, με την οποία και τοποθετείται σε σχέση με τους άλλους σε σειρά «λευκότητας». Από τον παραπάνω αλγόριθμο προκύπτουν οι ακόλουθοι οδηγοί λεύκανσης^{39,50}.

Με βάση τον οδηγό vita classic (με την χροιά B1 ως πιο λευκανθήσα)

B1	A1	B2	D1	A2	D2	C2	D3	A3	D4	B3	A3.5	B4	C3	A4	C4
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	------	----	----	----	----

Με βάση τον οδηγό vita 3D Master (με την χροιά 0M1 ως πιο λευκανθήσα)

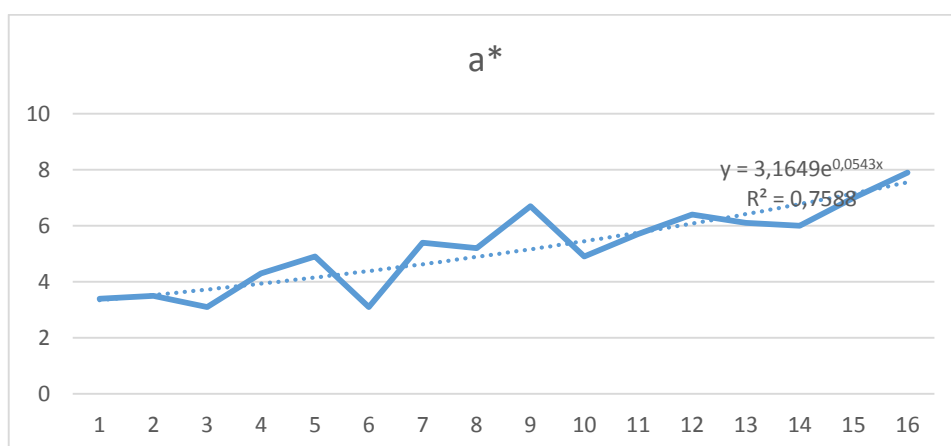
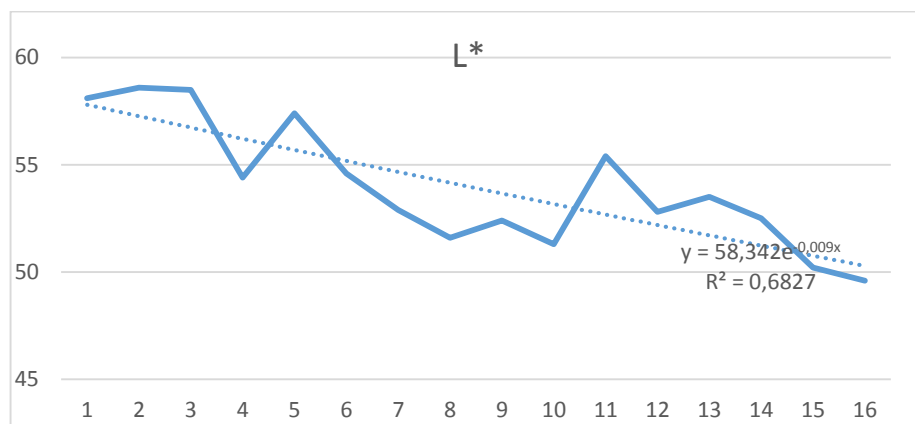
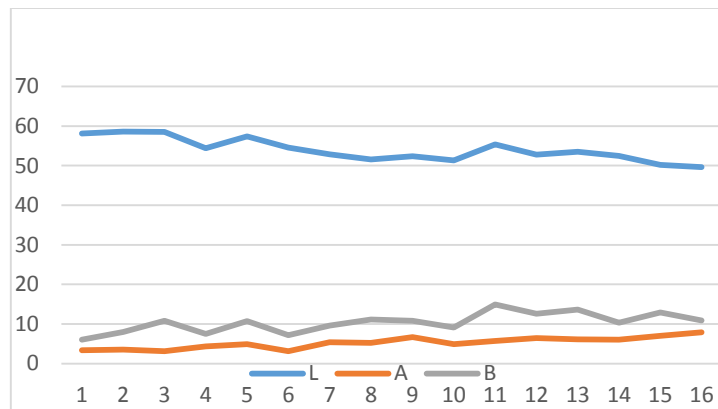
0M1	0.5M1	1M1	1M1.5	1M2	1.5M2	2M2	2.5M2	3M2	3.5M2	4M2	4.5M2	5M2	5M2.5	5M3
-----	-------	-----	-------	-----	-------	-----	-------	-----	-------	-----	-------	-----	-------	-----

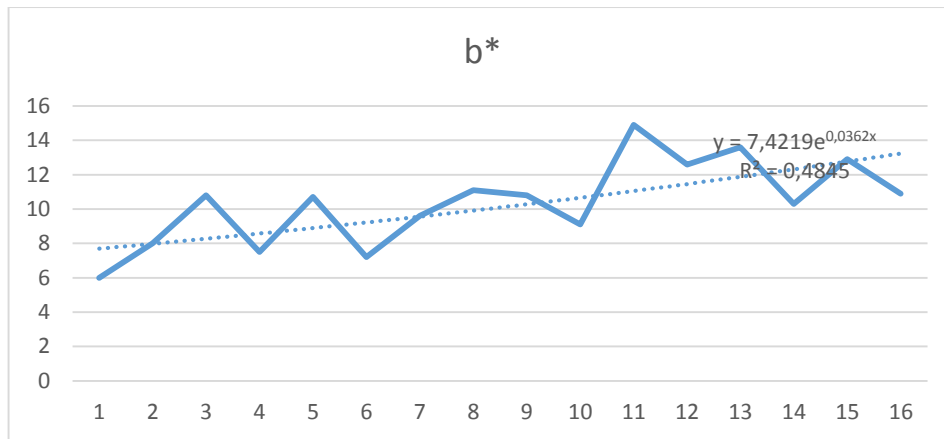
Χρησιμοποιώντας τις παραπάνω πληροφορίες και συνδυάζοντας αυτές με τις τιμές L^* , a^* , b^* που καταγράφηκαν με το χρωματόμετρο, (Dr. Lange “Micro colour LMC”, Braive instruments, Belgium) ακολουθώντας τον ίδιο τρόπο καταγραφής, όπως και στο πειραματικό μας μέρος προκύπτουν γραφικές παραστάσεις, στις οποίες πλέον γίνεται ξεκάθαρη η μεταβολή κάθε μεταβλητής κατά τη μετάβαση σε πιο λευκανθείσες αποχρώσεις και το αντίθετο.

Πίνακας 20. Ο μέσος όρος των τιμών για το χρωματικό οδηγό vita classic

Θέση στη σειρά λεύκανσης	ΑΠΟΧΡΩΣΗ	L	A	B
2	A1	58,6	3,5	8
5	A2	57,4	4,9	10,7
9	A3	52,4	6,7	10,8
12	A3,5	52,8	6,4	12,6
15	A4	50,2	7	12,9
1	B1	58,1	3,4	6
3	B2	58,5	3,1	10,8
11	B3	55,4	5,7	14,9
13	B4	53,5	6,1	13,6
	C1	54,6	3,1	7,2
7	C2	52,9	5,4	9,6
14	C3	52,5	6	10,3
16	C4	49,6	7,9	10,9
6	D2	54,4	4,3	7,5
8	D3	51,3	4,9	9,1
10	D4	51,6	5,2	11,1

Η διακεκομμένη γραμμή στις γραφικές παραστάσεις είναι η μέση γραμμή (εκθετικής) τάσης ενώ στο δεξί της άκρο αναγράφεται και ο αλγόριθμος υπολογισμού αυτής.



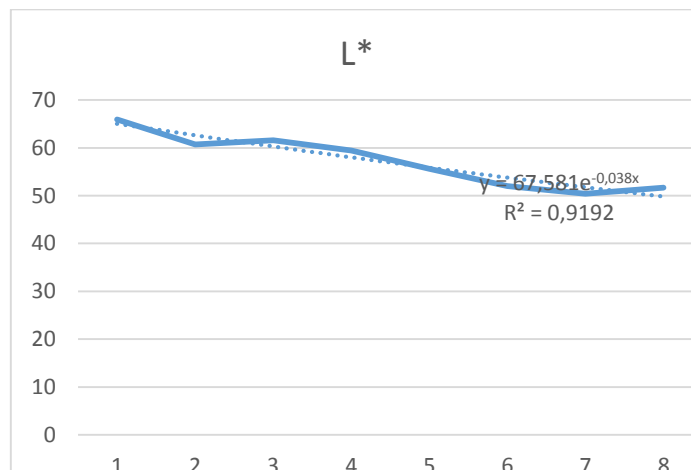
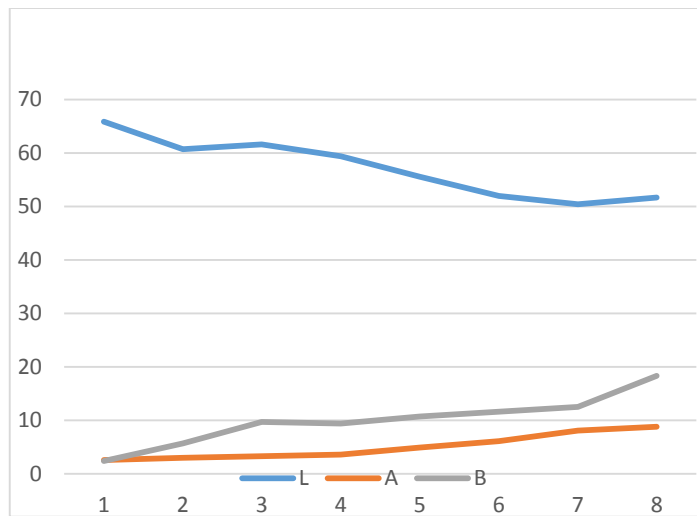


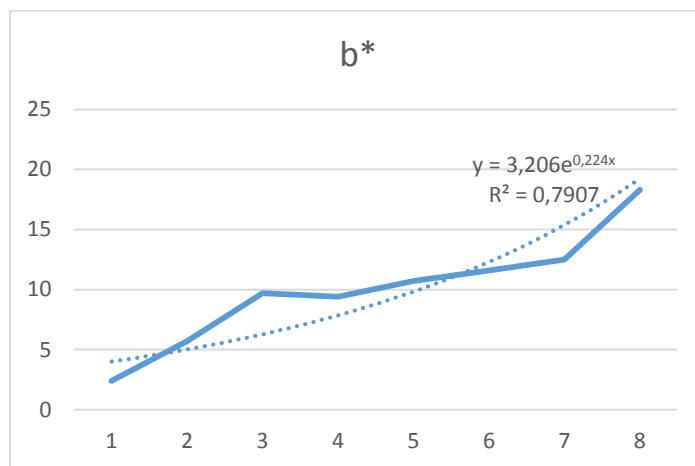
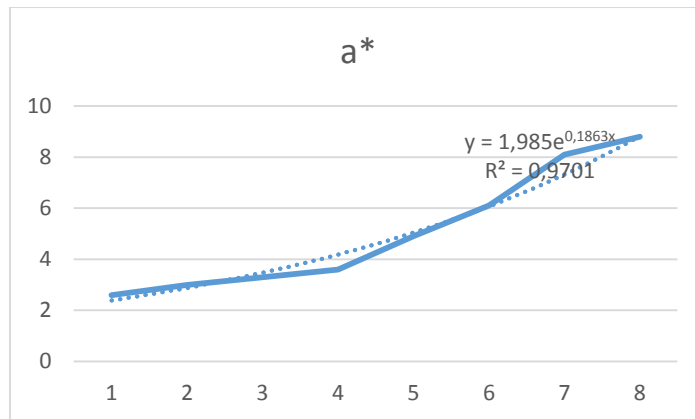
Πίνακας 21. Ο μέσος όρος των τιμών για το χρωματικό οδηγό vita 3D Master

Θέση στη σειρά λεύκανσης	ΑΠΟΧΡΩΣΗ	L	A	B
1	0M1	65,9	2,6	2,4
	0M2	65	2,4	3,7
	0M3	64,3	2	4,3
2	1M1	60,7	3	5,7
3	1M2	61,6	3,3	9,7
	2L1,5	58,4	3,9	9,1
	2L2,5	58,2	4,1	12,8
4	2M1	57,2	4,1	6,7
	2M2	59,4	3,6	9,4
	2M3	57,9	4,6	13
	2R1,5	57,9	3,8	7,9
	2R2,5	59,3	4,5	11,9
	3L1,5	54,2	5,1	9,9
	3L2,5	39	5,1	13,7

	3M1	55	3,9	7,2
5	3M2	55,6	4,9	10,7
	3M3	55,9	5,2	14,6
	3R1,5	55,2	5,2	8,8
	3R2,5	55,5	6,3	13,8
	4L1,5	52,3	6,1	10,4
	4L2,5	52,5	7,3	14,5
	4M1	52,6	6,2	7,5
6	4M2	52	6,1	11,6
	4M3	52,5	7,1	14,9
	4R1,5	52,5	7	9,1
	4R2,5	52,9	6,9	13
	5M1	47,3	7,7	8,9
7	5M2	50,4	8,1	12,5
8	5M3	51,7	8,8	18,3

Η διακεκομμένη γραμμή στις γραφικές παραστάσεις είναι η μέση γραμμή (εκθετικής) τάσης ενώ στο δεξί της άκρο αναγράφεται και ο αλγόριθμος υπολογισμού αυτής.





Από όλα τα παραπάνω φαίνεται συμπερασματικά μια σαφής τάση....

- Λευκαντικό αποτέλεσμα σημαίνει ότι το L^* κινείται ανοδικά και τα a^* και b^* καθοδικά.
- Η μεταβολή του L^* είναι μεγαλύτερη, ακολουθούμενη από αυτή του b^* με τελευταία αυτή του a^* .

Ειδικό μέρος

ΣΚΟΠΟΣ

Από την προηγούμενη ανάλυση (Κεφ. 3.5, πίνακες παραρτήματος), γίνεται σαφές ότι ερευνητικά υπάρχουν ελλιπή δεδομένα σύγκρισης και αξιολόγησης των πρωτοκόλλων της συνδυασμένης τεχνικής λεύκανσης στο σπίτι και το ιατρείο με τα λοιπά πρωτόκολλα τεχνικών λεύκανσης. Πιο συγκεκριμένα δεν υπάρχει καμία εργαστηριακή μελέτη που να συγκρίνει συνδυασμένο πρωτόκολλο λεύκανσης με λεύκανση αποκλειστικά είτε στο σπίτι είτε στο ιατρείο. Σε ότι αφορά στις κλινικές μελέτες, αυτό λαμβάνει χώρα μόλις σε 3 από αυτές, με αντικρουόμενα αποτελέσματα και σειρά αδυναμιών, όπως χρωματοληψία με χρωματικούς οδηγούς⁵¹, πολύ μικρό χρονικό διάστημα παρακολούθησης⁴⁷ ή επισφαλή αποτελέσματα (π.χ. απόλυτη απουσία υποτροπής) που δεν παρουσιάζει καμία άλλη μελέτη⁸¹. Επιπλέον, καταγράφεται έλλειψη ταύτισης στα υλικά (συγκεντρώσεις υπεροξειδίων) και τους χρόνους εφαρμογής των πρωτοκόλλων λεύκανσης στο σπίτι ή στο ιατρείο αλλά και στον τρόπο καταγραφής και αξιολόγησης των χρωματικών μεταβολών.

Σκοπός της εργαστηριακής αυτής μελέτης ήταν η σύγκριση της αποτελεσματικότητας τεσσάρων πρωτοκόλλων λεύκανσης – που διαφοροποιούνται μεταξύ τους στο λευκαντικό παράγοντα, στο χρόνο και τρόπο εφαρμογής του – για χρονική περίοδο μέχρι 6 μήνες, σε δόντια που έχουν χρωστεί τεχνητά.

Η ερευνητική υπόθεση είναι ότι δεν υπάρχει στατιστική διαφορά στο λευκαντικό αποτέλεσμα μεταξύ των διαφορετικών πρωτοκόλλων λεύκανσης σε κάθε χρονική περίοδο εξέτασης.

ΜΕΘΟΔΟΣ και ΥΛΙΚΑ

Στη μελέτη αυτή χρησιμοποιήθηκαν τα λευκαντικά σκευάσματα που φαίνονται στον Πίνακα 15.

Πίνακας 15. Λευκαντικά σκευάσματα που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη.

ΥΛΙΚΑ	ΤΥΠΟΣ	ΣΥΝΘΕΣΗ	Αριθμός σκευάσματος
Opalescence PF 10%, Ultradent Hellas	Ζελέ	10% υπεροξείδιο του καρβαμιδίου	(474338,2014-09) (B7L44,2014-10)
Opalescence Boost 40%, Ultradent Hellas	Ζελέ	40% υπεροξείδιο του υδρογόνου	(B7L1X,2014-03) (B7QNX,2014-05)

Στην εργαστηριακή αυτή μελέτη χρησιμοποιήθηκαν εκατό άθικτοι ανθρώπινοι τομείς που εξήχθησαν για περιοδοντικούς λόγους. Το δείγμα ελέγχθηκε για σημεία αποτριβής, διάβρωσης ή ρωγμών και όσα δόντια εμφάνιζαν την εικόνα αυτή απορρίφθηκαν.



Το επιλεγθέν δείγμα περιείχε άθικτους τομείς κεντρικούς και πλάγιους, τόσο της άνω όσο και της κάτω γνάθου. Τα δόντια του δείγματος κατανεμήθηκαν ισομερώς σε 4 ομάδες (n=25) και αριθμήθηκαν με ανεξίτηλο μαύρο μαρκαδόρο (Εικ. 16), στη ριζική επιφάνεια, προκειμένου να είναι δυνατός ο εντοπισμός εκάστου σε κάθε χρονική στιγμή που θα ήταν απαραίτητο.

Εικόνα 16. Αρίθμηση δοντιού

Προετοιμασία δειγμάτων

Αρχικά τα δόντια καθαρίστηκαν με πάστα στίλβωσης (Clean Polish, Kerr) και στιλβωτικό βουρτσάκι. Ακολούθως, η πάστα στίλβωσης αφαιρέθηκε με σπρέι νερού-αέρα. Τα δόντια διατηρήθηκαν σε διάλυμα θυμόλης (0.02% θυμόλη σε φυσιολογικό ορό) σε θερμοκρασία δωματίου ($22\pm 2^{\circ}\text{C}$).

Αμέσως πριν την πειραματική τους χρήση, τα δόντια καθαρίστηκαν ξανά με πάστα στίλβωσης και στιλβωτικό βουρτσάκι προκειμένου να αποφευχθεί η πιθανότητα λανθασμένων καταγραφών λόγω επιφανειακών εναποθέσεων. Ακολούθως, η πάστα αφαιρέθηκε με σπρέι νερού-αέρα και τα δόντια χωρίστηκαν τυχαία σε τέσσερις (4) ομάδες των εικοσιπέντε (25) δοντιών, που αντιστοιχούν στα τέσσερα διαφορετικά πρωτόκολλα λεύκανσης (Πίνακας 16), που εφαρμόστηκαν βάση των οδηγιών της κατασκευάστριας εταιρείας των υλικών. Στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε φυσιολογικό ορό (0,9% NaCl) και σε θερμοκρασία δωματίου.

Πριν την εφαρμογή των λευκαντικών πρωτοκόλλων ακολουθήθηκαν οι παρακάτω διαδικασίες. Οι ριζικές επιφάνειες των δοντιών αριθμήθηκαν με ανεξίτηλο μαύρο μαρκαδόρο (Εικ. 17) και στη συνέχεια καλύφθηκαν με διάφανο βερνίκι νυχιών προκειμένου να γίνουν αδιαπέραστες σε χρωστικές. Όλα τα δόντια υποβλήθηκαν σε χρώση με διάλυμα από μαύρο τσάι σε θερμοκρασία δωματίου ($22\pm 2^{\circ}\text{C}$) για 7 ημέρες και ανανεωνόταν κάθε μέρα (Εικ. 17) ^{63,89,90,135}.



Εικόνα 17. Χρώση με διάλυμα από μαύρο τσάι

Το διάλυμα παρασκευάστηκε βράζοντας 2g μαύρο τσάι (M&S Fairtrade Earl Grey) σε 100ml απεσταγμένο νερό για 5 λεπτά .

Ακολούθησε ο εγκιβωτισμός των δοντιών που ανήκαν στις ομάδες 1 και 4 με τη χρήση εργαστηριακής σιλικόνης προσθήκης (Variotime, Heraeus/Kulzer) σε μοντέλα γνάθων (Frasaco GmbH, Tett nang, Germany) σχηματίζοντας δύο μερικά μοντέλα γνάθων με 6 ή 7 άνω πρόσθια και 6 κάτω πρόσθια δόντια ανά τόξο (Εικ. 18,19,20).



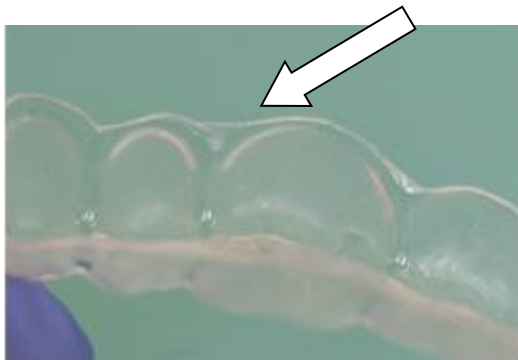
Εικόνες 18, 19 και 20. Frasaco με εγκιβωτισμένα φυσικά δόντια

Για τα δόντια των ομάδων 1 και 4 κατασκευάστηκαν μήτρες θερμοπλαστικού με δεξαμενή υλικού, πλάτους 1 χιλιοστού, για την τοποθέτηση του λευκαντικού παράγοντα με βάση τις οδηγίες του κατασκευαστή. Η κατασκευή αυτών έγινε σε γύψινα εκμαγεία μετά από τη λήψη αποτυπώματος αλγινικού (CAVEX) των μοντέλων frasaco. Στα γύψινα δόντια τοποθετήθηκε στην προστομακική επιφάνεια αυτών φωτοπολυμεριζόμενη ρητίνη (LC Block-Out Resin, Ultradent) πάχους 1mm και σχηματίστηκε με λεπτή στρόγγυλη φρέζα (005 SKU:CB1 της Drendel & Zweiling) αύλακα κατά μήκος των οδοντικών αυχένων προκειμένου να αποφευχθεί διαρροή του υλικού κατά τη χρήση των ναρθήκων^{136,137} (Εικ. 21).



Εικόνα 21. Δημιουργία χώρων στα εκμαγεία εργασίας με τοποθέτηση μπλε ρητίνης. Στην ένθετη φωτογραφία εικονίζεται η τροποποίηση των εκμαγείων με δημιουργία αύλακας

Ακολούθως, στη συσκευή Easy-Vac (New York), προσαρμόστηκαν τα ειδικά διάφανα φύλλα (Soft-Tray Sheets 0,9mm (5''x5''), Ultradent) επί των τροποποιημένων γύψινων εκμαγείων. Μετά την πάροδο 5 min προκειμένου να κρυώσουν τα προσαρμοσμένα ελαστικά φύλλα, αφαιρέθηκαν με ειδικό ψαλίδι (Ultradent® Utility Vinyl Cutters) οι περίσσειες και διαμορφώθηκαν τα όρια των ναρθήκων ακριβώς στο όριο της αυχενικής αύλακας προστομιακά και 1mm κάτω από τον ανατομικό αυχένα γλωσσικά (Εικ. 22-26).





Εικόνες 22,23,24,25,26. Νάρθηκες λεύκανσης με δεξαμενή υλικού

Πίνακας 16. Τα πρωτόκολλα λεύκανσης που εφαρμόστηκαν.

Ομάδα	Λευκαντικό υλικό	Πρωτόκολλο
1 (BH)	10% ΥΚ (Σπίτι) Opalescence PF	15 εφαρμογές των 2 ωρών/ημέρα. Οι εφαρμογές έγιναν επί 5 ημέρες συνεχόμενες. Ακολούθησαν 2 ημέρες χωρίς εφαρμογή. Η ακολουθία αυτή επαναλήφθηκε μέχρι τη συμπλήρωση των 15 εφαρμογών.
2 (BO1)	40% ΥΗ (Ιατρείο) Opalescence Boost	3 διαδοχικές εφαρμογές (απευθείας στα δόντια) των 15 λεπτών έκαστη και επανάληψη της ίδιας διαδικασίας μία εβδομάδα αργότερα.
3 (BO2)	40% ΥΗ (Ιατρείο) Opalescence Boost	3 διαδοχικές εφαρμογές (απευθείας στα δόντια) των 15 λεπτών έκαστη και επανάληψη της ίδιας διαδικασίας δύο ακόμη φορές μετά από μία εβδομάδα κενό κάθε φορά.
4 (BH+BO1)	10% ΥΚ (Σπίτι) + 40% ΥΗ (Ιατρείο) Opalescence PF + Opalescence Boost	15 εφαρμογές των 2 ωρών/ημέρα. Οι εφαρμογές των ναρθίκων έγιναν επί 5 συνεχόμενες ημέρες. Ακολούθησαν 2 ημέρες χωρίς εφαρμογή. Μετά τις 2 ημέρες του εβδομαδιαίου προγράμματος ακολούθησε η εφαρμογή στο ιατρείο (3 διαδοχικές εφαρμογές -απευθείας στα δόντια- των 15 λεπτών έκαστη). Η ακολουθία αυτή επαναλήφθηκε μέχρι να ολοκληρωθούν 2 εφαρμογές στο ιατρείο.

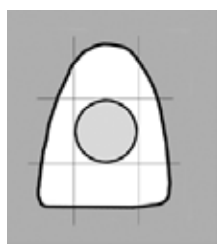
ΥΚ: Υπεροξειδίο καρβαμιδίου, ΥΗ: Υπεροξειδίο υδρογόνου

Τα δόντια και των τεσσάρων ομάδων (των ομάδων 1 και 4 με την αφαίρεσή τους από τα frasaco) τοποθετήθηκαν σε διάλυμα επαναμεταλλικοποίησης (τεχνητό σάλιο, Saliva Orthana, Luborant (A. S. Pharma, Unit 119, The Commercial Centre, Picket Piece, Hampshire SP11 6RU, UK) το οποίο ανανεωνόταν καθημερινά (θερμοκρασία 37°C), καθ' όλη την υπόλοιπη διάρκεια του πειράματος.¹³⁸

Τρόπος καταγραφής χρώματος

Το χρώμα των δοντιών εκτιμήθηκε με τη χρήση χρωματόμετρου (Dr. Lange, “Micro colour LMC”, Braive instruments, Belgium), το οποίο χρησιμοποιήθηκε από έναν ερευνητή σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Η βαθμονόμηση της συσκευής γινόταν πριν από κάθε μέτρηση με χρήση της ειδικής επιφάνειας της συσκευής. Η συσκευή παρείχε δεδομένα με τη μορφή L, a*, b* βάση του συστήματος CIEL a* b* (CIE 1978).

Η λήψη χρώματος πραγματοποιούνταν στο μέσο τριτημόριο της προστομαϊκής επιφάνειας κάθε δοντιού (Εικ. 27) με τη βοήθεια μήτρας σιλικόνης (Εικ. 28) προκειμένου να είναι απόλυτα ακριβής και επαναλήψιμη η τοποθέτηση του δοντιού στη συσκευή (Εικ. 29).



Εικόνες 27, 28 και 29. Το σημείο μέτρησης, η μήτρα σιλικόνης και η συσκευή μέτρησης.

Οι χρόνοι μέτρησης στις ομάδες 1 και 2 ήταν: πριν από την εφαρμογή του πρωτόκολλου (t0), μετά τη χρώση (t1) και 21/8 (αντίστοιχα t2 - μετά το πέρας της λεύκανσης), 75 (t3) και 180 (t4) ημέρες μετά την εφαρμογή του. Για τις ομάδες 2 και 4 ήταν: πριν από την εφαρμογή του πρωτόκολλου (t0), μετά τη χρώση (t1) και 21 (t2 - μετά το πέρας της λεύκανσης), 75 (t3) και 180 (t4) ημέρες μετά την εφαρμογή του.

Με βάση τις μετρήσεις της συσκευής υπολογίστηκε η μεταβολή του χρώματος (ΔE^*) σε κάθε χρόνο μέτρησης ως προς τη μέτρηση πριν την εφαρμογή της λεύκανσης (χρόνος 0) με βάση τον τύπο $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ ¹²⁸.

Στατιστική ανάλυση

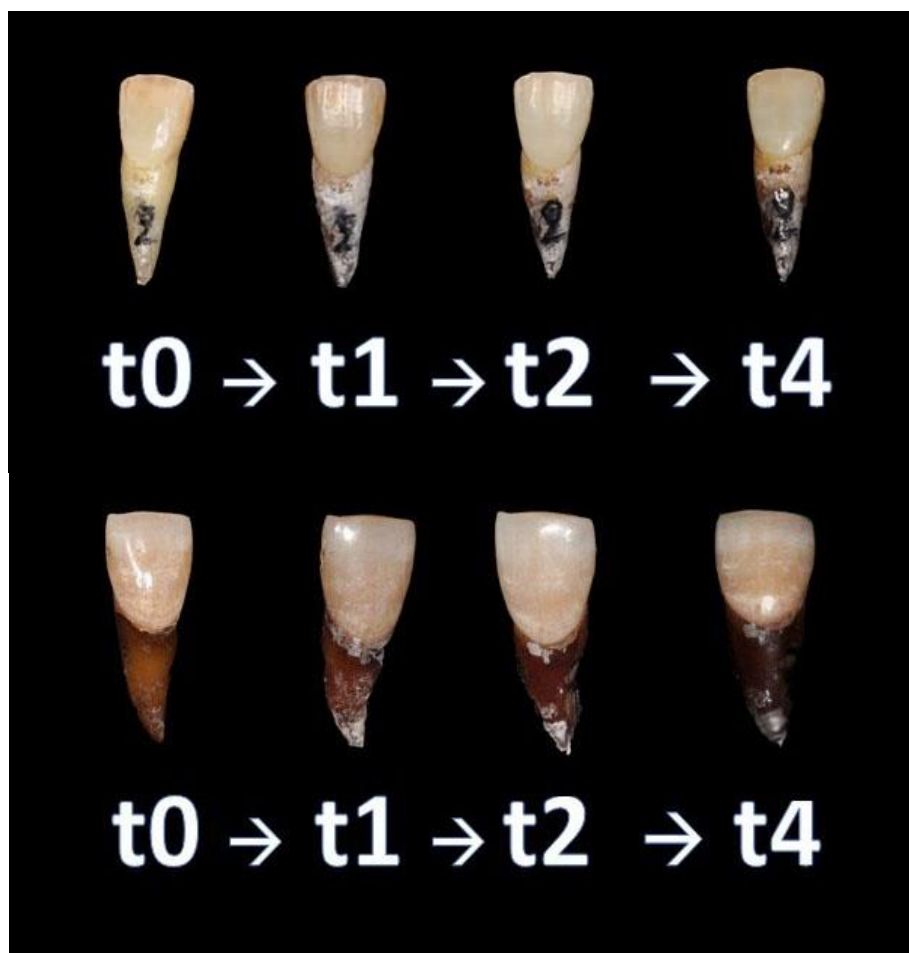
Για το σκοπό της μελέτης ως ανεξάρτητες μεταβλητές ορίστηκαν οι ομάδες πρωτοκόλλων λεύκανσης (group) και ο χρόνος (t), ενώ ως εξαρτημένες οι παράμετροι χρώματος (L^* , a^* , b^* και ΔE^*). Μετά από έλεγχο κανονικότητας, οι εξαρτημένες μεταβλητές δεν είχαν κανονική κατανομή, συνεπώς χρησιμοποιήθηκαν μη παραμετρικές δοκιμασίες όπως οι έλεγχοι κατά Mann-Whitney U και Friedman test προκειμένου να διερευνηθούν πιθανές συσχετίσεις μεταξύ των ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών. Για να διαπιστωθεί αν το δείγμα ήταν επαρκές, πραγματοποιήθηκε post hoc achieved power analysis, με την εφαρμογή της δοκιμασίας Wilcoxon signed-rank test (matched pairs) (G*Power Calculator, University of Dusseldorf). Ως επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε το $\alpha=0.01$ και όλες οι αναλύσεις έγιναν με τη χρήση του προγράμματος SPSS, IBM v21 για ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από την εφαρμογή της διαδικασίας Wilcoxon signed rank test προέκυψε ότι η στατιστική ισχύς του δείγματος ήταν πολύ ικανοποιητική ($>0,95$), με ισχυρή επίδραση αποτελέσματος (effect size $>0,87$).

Οι μέσες τιμές των χρωματικών παραμέτρων L^* , a^* , b^* για τις 4 ομάδες σε όλες τις χρονικές στιγμές φαίνονται στους πίνακες 17 (p-value 0,05) και 18 (p-value 0,01).

Οι μέσες τιμές της παραμέτρου ΔE^* για τις 4 ομάδες σε όλες τις χρονικές στιγμές φαίνονται στους πίνακες 19 (p-value 0,05) και 20 (p-value 0,01).



Εικόνα 30. Μεταβολή στη χροιά δοντιών στις διάφορες χρονικές στιγμές μέτρησης

Πίνακας 17. Μέσες τιμές χρωματικών παραμέτρων και στατιστικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας p -value 0,05.

Groups	L*					a*					b*				
	t ₀	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₀	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₀	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄
Group 1 (BH)	61.67 ^{1,2,3,4} (±4.85)	52.99 ^{a,b,1,5,6,7} (±4.52)	59.22 ^{a,b,2,5,8,9} (±5.04)	49.89 ^{a,b,3,6,8,10} (±4.14)	47.26 ^{a,b,4,7,9,10} (±3.95)	4,540 ^{a,1,2,3} (±2,29)	7,408 ^{a,b,1,4} (±2,45)	4,62 ^{4,5,6} (±2,06)	7,56 ^{2,5} (±2,73)	8,08 ^{3,6} (±3,28)	7,35 ^{a,1,2} (±1,82)	7,94 ^{a,3,4} (±1,73)	8,08 ^{a,b,c,5,6} (±1,75)	6,02 ^{1,3,5,7} (±1,45)	5,63 ^{2,4,6,7} (±1,61)
Group 2 (BO1)	59.03 ^{1,2,3,4} (±5.07)	49.38 ^{a,1,5} (±5.85)	54.56 ^{a,c,d,2,5,6,7} (±6.63)	50.24 ^{c,3,6,8} (±4,58)	49,12 ^{4,7,8} (±4,48)	5,024 ^{b,1,2,3,4} (±2,47)	8,05 ^{c,1,5} (±2,18)	6,13 ^{2,5,6,7} (±2,61)	7,26 ^{3,6} (±2,72)	7,56 ^{4,7} (±3,46)	5,56 ^{a,b,1,2} (±1,98)	6,10 ^{a,b,3,4,5} (±1,48)	4,53 ^{a,d,1,3} (±1,52)	5 ⁴ (±1,67)	4,81 ^{2,5} (±1,87)
Group 3 (BO2)	61.33 ^{1,2,3,4} (±4.83)	51.76 ^{1,5} (±3.54)	59.05 ^{c,e,2,5,6,7} (±3.69)	52,51 ^{a,c,3,6,8} (±3,11)	50,78 ^{a,4,7,8} (±2,94)	4,036 ^{1,2,3,4} (±2,61)	8,20 ^{a,d,1,5,6,7} (±1,45)	5,66 ^{2,5,8,9} (±1,40)	7,95 ^{3,6,8,10} (±1,75)	6,90 ^{4,7,9,10} (±1,54)	7,02 ^{b,1,2,3} (±2,13)	6,85 ^{4,5,6} (±2,20)	5,61 ^{b,d,1,4} (±2,23)	5,53 ^{2,5} (±1,94)	5,78 ^{3,6} (±1,98)
Group 4 (BH+BO1)	61.33 ^{1,2,3,4} (±5.49)	50.26 ^{b,1,5,6} (±3.91)	63.21 ^{b,d,e,2,5,7,8} (±4.05)	52,43 ^{b,3,6,7,9} (±3,34)	50,16 ^{b,4,8,9} (±2,85)	6,48 ^{a,b,1,2,3} (±2,58)	11,20 ^{b,c,d,1,4,5,6} (±3,12)	6,03 ^{4,7,8} (±2,32)	8,91 ^{2,5,7,9} (±2,63)	7,95 ^{3,6,8,9} (±2,72)	6,69 ^{1,2,3,4} (±2,18)	7,92 ^{b,1,5,6,7} (±2,14)	5,52 ^{c,2,5} (±2,30)	5,77 ^{3,6} (±3,15)	5,38 ^{4,7} (±2,48)

Τα ίδια γράμματα σε κάθε στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων (Groups 1,2,3,4) για καθεμία (ξεχωριστή) χρονική στιγμή/στήλη (t₀,t₁,t₂,t₃,t₄), ανάλυση με Mann-Whitney U test, $p < 0,05$. Οι ίδιοι αριθμοί σε κάθε γραμμή και για την κάθε παράμετρο (L,a*,b*) υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών(t₀,t₁,t₂,t₃,t₄), για κάθε ομάδα/σειρά (Groups 1,2,3,4) ξεχωριστά, ανάλυση με Friedman test και post-hoc Wilcoxon Signed Ranks test, $p < 0,05$

Πίνακας 18. Μέσες τιμές χρωματικών παραμέτρων και στατιστικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας p -value 0,01.

Groups	L*					a*					b*				
	t ₀	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₀	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₀	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄
Group 1 (BH)	61.67 ^{1,2,3,4} (±4.85)	52.99 ^{1,5,6,7} (±4.52)	59.22 ^{a,b,2,5,8,9} (±5.04)	49.89 ^{3,6,8,10} (±4.14)	47.26 ^{a,b,4,7,9,10} (±3.95)	4.540 ^{1,2,3} (±2,29)	7.40 ^{a,1,4} (±2,45)	4.62 ^{4,5,6} (±2,06)	7.56 ^{2,5} (±2,73)	8.08 ^{3,6} (±3,28)	7.35 ^{a,1,2} (±1,82)	7.94 ^{a,3,4} (±1,73)	8.08 ^{a,b,c,5,6} (±1,75)	6.02 ^{1,3,5} (±1,45)	5.63 ^{2,4,6} (±1,61)
Group 2 (BO1)	59.03 ^{1,2,3,4} (±5.07)	49.38 ^{1,5} (±5.85)	54.56 ^{a,c,d,2,5,6,7} (±6.63)	50.24 ^{3,6,8} (±4.58)	49.12 ^{4,7,8} (±4.48)	5.024 ^{a,1,2,3} (±2,47)	8.05 ^{b,1,4} (±2,18)	6.13 ^{4,5,6} (±2,61)	7.26 ^{2,5} (±2,72)	7.56 ^{3,6} (±3,46)	5.56 ^{a,b,1} (±1,98)	6.10 ^{a,b,2,3,4} (±1,48)	4.53 ^{a,1,2} (±1,52)	5 ^{3,5} (±1,67)	4.81 ^{1,4} (±1,87)
Group 3 (BO2)	61.33 ^{1,2,3} (±4.83)	51.76 ^{1,4} (±3.54)	59.05 ^{c,e,4,5,6} (±3.69)	52.51 ^{2,5,7} (±3,11)	50.78 ^{a,3,6,7} (±2,94)	4.036 ^{1,2,3} (±2,61)	8.20 ^{c,1,4} (±1,45)	5.66 ^{4,5,6} (±1,40)	7.95 ^{2,5,7} (±1,75)	6.90 ^{3,6,7} (±1,54)	7.02 ^{b,1,2,3} (±2,13)	6.85 ^{4,5,6} (±2,20)	5.61 ^{b,1,4} (±2,23)	5.53 ^{2,5} (±1,94)	5.78 ^{3,6} (±1,98)
Group 4 (BH+BO1)	61.33 ^{1,2,3} (±5.49)	50.26 ^{1,4} (±3.91)	63.21 ^{b,d,e,4,5,6} (±4.05)	52.43 ^{2,5,7} (±3,34)	50.16 ^{b,3,6,7} (±2,85)	6.48 ^{a,1,2} (±2,58)	11.20 ^{a,b,c,1,3,4,5} (±3,12)	6.03 ^{3,6,7} (±2,32)	8.91 ^{2,4,6,8} (±2,63)	7.95 ^{5,7,8} (±2,72)	6.69 ^{1,2,3} (±2,18)	7.92 ^{b,1,4,5,6} (±2,14)	5.52 ^{c,4} (±2,30)	5.77 ^{2,5} (±3,15)	5.38 ^{3,6} (±2,48)

Τα ίδια γράμματα σε κάθε στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων (Groups 1,2,3,4) για καθεμία (ξεχωριστή) χρονική στιγμή/στήλη (t₀,t₁,t₂,t₃,t₄), ανάλυση με Mann-Whitney U test, $p < 0,01$. Οι ίδιοι αριθμοί σε κάθε γραμμή και για την κάθε παράμετρο (L,a*,b*) υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών(t₀,t₁,t₂,t₃,t₄), για κάθε ομάδα/σειρά (Groups 1,2,3,4) ξεχωριστά, ανάλυση με Friedman test και post-hoc Wilcoxon Signed Ranks test, $p < 0,01$

Πίνακας 19. Μέσες τιμές ΔΕ* και στατιστικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας p-value 0,05.

Protocols	ΔΕ*			
	t1	t2	t3	t4
Group 1 (BH)	9,53 ^{1,2,3} (±5,61)	5,20 ^{1,4,5} (±4,05)	12,59 ^{2,4,6} (±6,43)	15,22 ^{3,5,6} (±6,47)
Group 2 (BO1)	10,36 ¹ (±4,27)	5,87 ^{1,2,3} (±5,04)	9,48 ^{2,4} (±3,17)	10,77 ^{3,4} (±3,37)
Group 3 (BO2)	11,67 ¹ (±5,93)	7,31 ^{1,2,3} (±4,66)	11,19 ^{2,4} (±6,63)	12,43 ^{3,4} (±5,94)
Group 4 (BH+BO1)	12,41 ^{1,2} (±5,31)	4,88 ^{1,3,4} (±2,89)	9,84 ^{2,3,5} (±4,55)	11,71 ^{4,5} (±4,61)

*Τα ίδια γράμματα σε κάθε στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων (Groups 1,2,3,4) για καθεμία (ξεχωριστή) χρονική στιγμή/στήλη (t₁,t₂,t₃,t₄), ανάλυση με Mann-Whitney U test, p<0,05. Οι ίδιοι αριθμοί σε κάθε γραμμή υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών(t₁,t₂,t₃,t₄), για κάθε ομάδα/σειρά (Groups 1,2,3,4) ξεχωριστά, ανάλυση με Friedman test και post-hoc Wilcoxon Signed Ranks test, p<0,05

Πίνακας 20. Μέσες τιμές ΔΕ* και στατιστικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας p-value 0,01.

ΔΕ*				
Protocols	t1	t2	t3	t4
Group 1 (BH)	9,53 ^{1,2,3} (±5,61)	5,20 ^{1,4,5} (±4,05)	12,59 ^{2,4,6} (±6,43)	15,22 ^{3,5,6} (±6,47)
Group 2 (BO1)	10,36 ¹ (±4,27)	5,87 ^{1,2,3} (±5,04)	9,48 ^{2,4} (±3,17)	10,77 ^{3,4} (±3,37)
Group 3 (BO2)	11,67 ¹ (±5,93)	7,31 ^{1,2,3} (±4,66)	11,19 ² (±6,63)	12,43 ³ (±5,94)
Group 4 (BH+BO1)	12,41 ^{1,2} (±5,31)	4,88 ^{1,3,4} (±2,89)	9,84 ^{2,3,5} (±4,55)	11,71 ^{4,5} (±4,61)

*Τα ίδια γράμματα σε κάθε στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων (Groups 1,2,3,4) για καθεμία (ξεχωριστή) χρονική στιγμή/στήλη (t₀,t₁,t₂,t₃,t₄), ανάλυση με Mann-Whitney U test, p<0,01. Οι ίδιοι αριθμοί σε κάθε γραμμή υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών(t₁,t₂,t₃,t₄), για κάθε ομάδα/σειρά (Groups 1,2,3,4) ξεχωριστά, ανάλυση με Friedman test και post-hoc Wilcoxon Signed Ranks test, p<0,01

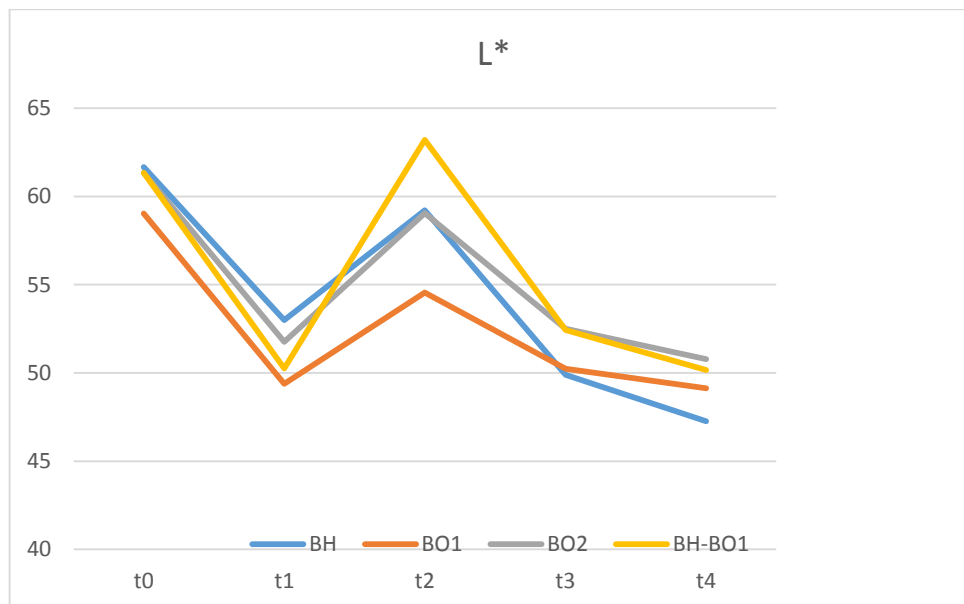
Περιγραφή αποτελεσμάτων:

Παράμετρος L*

Μεταβολές στο χρόνο για κάθε ομάδα ξεχωριστά.

Σε όλες τις ομάδες παρατηρήθηκε μείωση των τιμών του L* κατά το χρονικό διάστημα από t0 σε t1 και ακόλουθη αύξησή του από t1 σε t2. Στη συνέχεια και ως τη χρονική στιγμή t4 παρατηρήθηκε σταδιακή πτώση αυτού, όπως φαίνεται στο ακόλουθο γράφημα.

Γράφημα 1. Παράμετρος L* στο χρόνο.



Στατιστικά σημαντικές μεταβολές για την ομάδα BH παρατηρήθηκαν σε όλους τους συνδυασμούς χρονικών διαστημάτων. Σε ότι αφορά την ομάδα BO1 η διαφορά του L* στο δείγμα ήταν επίσης στατιστικά σημαντική (Wilcoxon Signed Rank test, $p=0.01$) για όλους τους συνδυασμούς, με εξαίρεση τα διαστήματα t1 vs t3 και t1 vs t4. Για τις ομάδες BO2 και BH-BO1 στατιστικά σημαντική διαφορά (Wilcoxon Signed Rank test, $p=0.01$) έδωσαν όλοι οι συνδυασμοί με τις ακόλουθες εξαιρέσεις: t0 vs t2, t1 vs t3 και t1 vs t4.

Διαφορές μεταξύ των ομάδων για κάθε συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

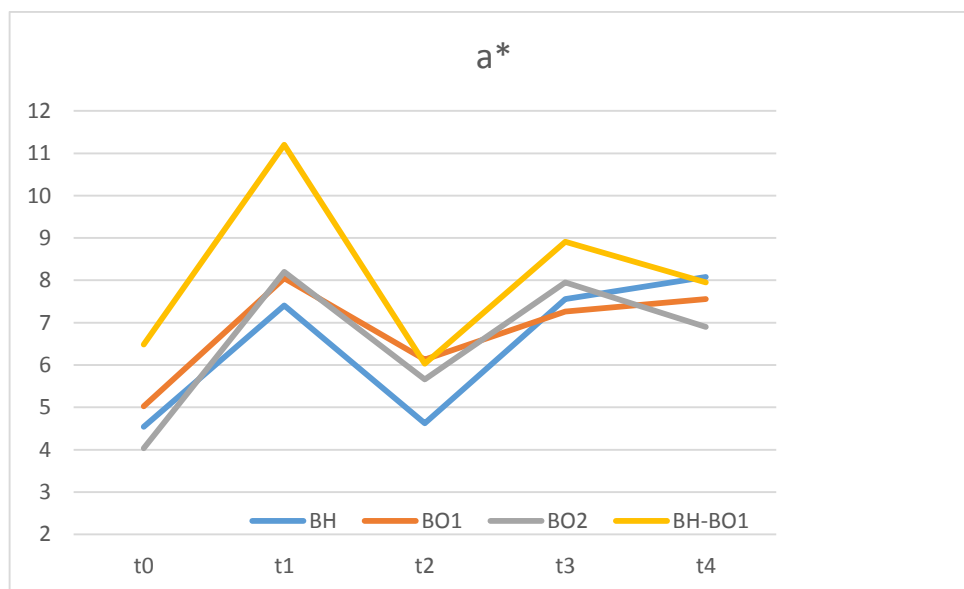
Στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρατηρήθηκαν τις χρονικές στιγμές t0, t1 και t3. Την t2, η ομάδα BO1 παρουσίασε την σημαντικά χαμηλότερη τιμή (54.56, Mann-Whitney U, p=0.01) από όλες τις άλλες και για κάθε συνδυασμό. Αντίστοιχα η BH-BO1 παρουσίασε τη σημαντικά υψηλότερη (63.21, Mann-Whitney U, p=0.01). Την χρονική στιγμή t4, η ομάδα BH είχε τη χαμηλότερη τιμή η οποία ήταν και στατιστικά σημαντική (47.26, Mann-Whitney U, p=0.01) για τους συνδυασμούς BH vs BO2 και BH vs BH-BO1.

Παράμετρος a*

Μεταβολές στο χρόνο για κάθε ομάδα ξεχωριστά.

Σε όλες τις ομάδες παρατηρήθηκε αύξηση των τιμών του a* κατά το χρονικό διάστημα από t0 σε t1 και t2 σε t3 και μείωση του από t1 σε t2. Σε ότι αφορά το διάστημα t3 σε t4, οι BH και BO1 παρουσίασαν μικρή αύξηση και οι BO2 και BH-BO1 μικρή πτώση, όπως φαίνεται στο ακόλουθο γράφημα.

Γράφημα 2. Παράμετρος a* στο χρόνο.



Στατιστικά σημαντικές μεταβολές (Wilcoxon Signed Rank test, p=0.01) παρατηρήθηκαν σε όλες τις ομάδες για το διάστημα από t0 σε t1 και t1 σε t2. Επιπλέον,

η ομάδα BH-BO1 έδωσε σημαντικές μεταβολές (Wilcoxon Signed Rank test, $p=0.01$) για όλα τα χρονικά διαστήματα με έναρξη από τη στιγμή t1 και έπειτα.

Διαφορές μεταξύ των ομάδων για κάθε συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

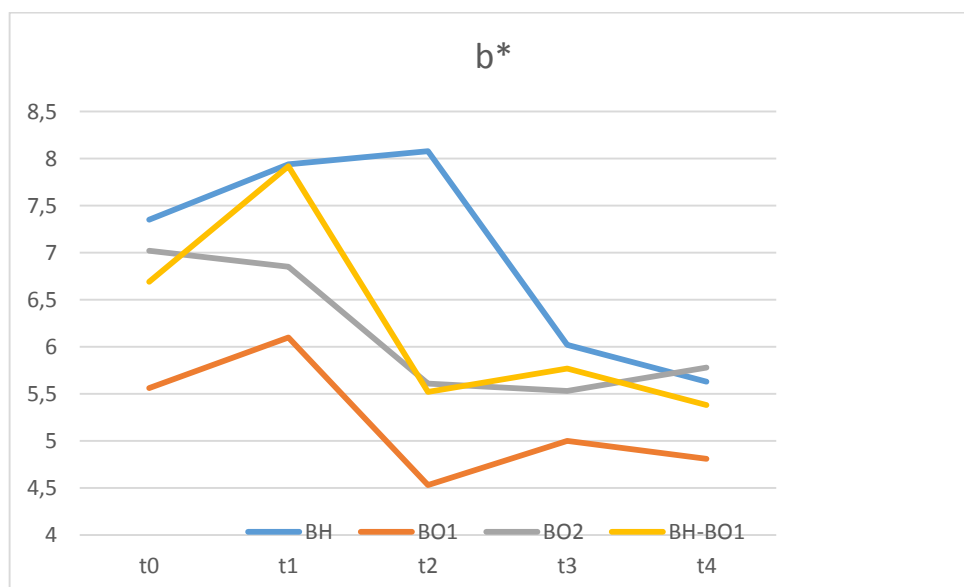
Στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρατηρήθηκαν τις χρονικές στιγμές t2, t3 και t4. Την t1 η ομάδα BH-BO1 παρουσίασε την σημαντικά υψηλότερη τιμή (11.20, Mann-Whitney U, $p=0.01$) από όλες τις άλλες και για κάθε συνδυασμό.

Παράμετρος b^*

Μεταβολές στο χρόνο για κάθε ομάδα ξεχωριστά.

Οι ομάδες BO1 και BH-BO1 εμφάνισαν αντίστοιχες μεταβολές στο χρόνο κινούμενες ανοδικά στα διαστήματα από t0 σε t1 και από t2 σε t3 και καθοδικά στα t1-t2 και t3-t4. Η ομάδα BH παρουσίασε ελάχιστη άνοδο από t1 σε t2 και ακολούθως πτώση ως την στιγμή t4. Τέλος η BO2 παρουσίασε πτώση από τη στιγμή t1 ως την t3 και μετά μικρή άνοδο. Τα παραπάνω παρουσιάζονται στο ακόλουθο γράφημα.

Γράφημα 3. Παράμετρος b^* στο χρόνο.



Στατιστικά σημαντικές μεταβολές (Wilcoxon Signed Rank test, $p=0.01$) για όλες τις ομάδες παρατηρήθηκαν στα διαστήματα $t1-t2$, $t1-t3$ και $t1-t4$ με εξαίρεση την ομάδα ΒΗ η οποία στο $t1-t2$ διάστημα δεν παρουσίασε σημαντική διαφορά, ενώ με τη σειρά της ήταν η μόνη που μειώθηκε σημαντικά στις χρονικές στιγμές $t2-t3$ και $t2-t4$.

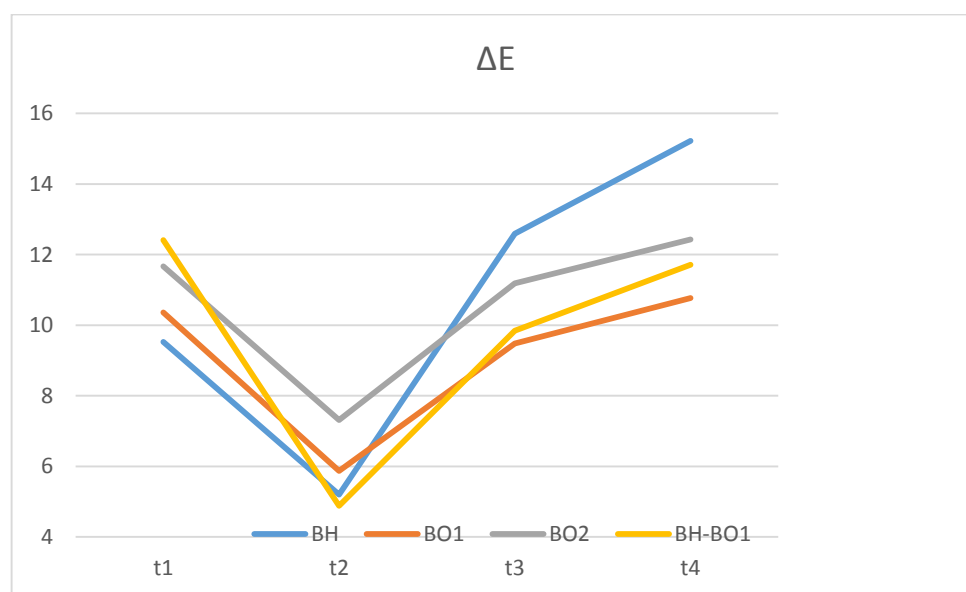
Διαφορές μεταξύ των ομάδων για κάθε συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρατηρήθηκαν τις χρονικές στιγμές $t3$ και $t4$. Την $t2$ η ομάδα ΒΗ παρουσίασε την σημαντικά υψηλότερη τιμή (8.08, Mann-Whitney U, $p=0.01$) από όλες τις άλλες και για κάθε συνδυασμό. Σημειώνεται ότι την χρονική στιγμή $t1$ η ομάδα ΒΟ1 είχε τη χαμηλότερη τιμή η οποία ήταν και στατιστικά σημαντική (Mann-Whitney U, $p=0.01$) για τους συνδυασμούς ΒΟ1 vs ΒΗ και ΒΟ1 vs ΒΗ-ΒΟ1.

Παράμετρος ΔE^*

Μεταβολές στο χρόνο για κάθε ομάδα ξεχωριστά.

Σε όλες τις ομάδες παρατηρήθηκε μείωση των τιμών του ΔE^* κατά το χρονικό διάστημα από $t1$ σε $t2$ και ακόλουθη αύξησή ως τη χρονική στιγμή $t4$ (γράφημα 4).



Γράφημα 4. Παράμετρος ΔE^* στο χρόνο.

Στατιστικά σημαντικές μεταβολές (Wilcoxon Signed Rank test, $p=0.01$) για όλες τις ομάδες παρατηρήθηκαν στους συνδυασμούς χρονικών διαστημάτων t1-t2 και t2-t3. Επιπλέον, το ίδιο ίσχυσε και για το διάστημα t3-t4 με την εξαίρεση της ομάδας ΒΟ2.

Διαφορές μεταξύ των ομάδων για κάθε συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές (Mann-Whitney U, $p=0.01$) δεν παρατηρήθηκαν μεταξύ κανενός συνδυασμού σε καμία χρονική στιγμή.

Κυριότερα αποτελέσματα:

- Δεν καταγράφηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων σε ότι αφορά το ΔE^* σε καμία χρονική στιγμή.
- Το L^* ήταν σημαντικά διαφορετικό μετά τη λεύκανση (t_2) σε όλες τις ομάδες.
- Η ομάδα BH είχε σημαντικές μεταβολές στην τιμή του L^* σε κάθε χρονικό συνδυασμό.
- Την χρονική στιγμή μετά τη λεύκανση (t_2) το L^* ήταν σημαντικά υψηλότερο για την ομάδα BH-BO1.
- Την χρονική στιγμή μετά τη λεύκανση (t_2) το ΔE^* ήταν υψηλότερο για την ομάδα BO2.
- Τις χρονικές στιγμές t_3 και t_4 η μικρότερη τιμή L^* και η μεγαλύτερη ΔE^* εμφανίστηκαν στην ομάδα BH.
- Τις χρονικές στιγμές t_3 και t_4 η μέση μεγαλύτερη τιμή L^* και η μικρότερη ΔE^* εμφανίστηκαν στην ομάδα BH-BO1.
- Το L^* αυξήθηκε σε όλες τις ομάδες αμέσως μετά τη λεύκανση και στη συνέχεια ακολούθησε πτωτική πορεία. Το αντίθετο ακριβώς έλαβε χώρα με το a^* .
- Το b^* είχε τη μεγαλύτερη (σε απόλυτο αριθμό) πτώση από t_1 σε t_2 για την ομάδα BH-BO1.
- Η ομάδα BH ήταν η μόνη που παρουσίασε αύξηση (έστω οριακή) στην παράμετρο b^* από t_1 σε t_2 και πτώση μετά την t_2 .

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στη βιβλιογραφία δεν υπάρχουν εργαστηριακές μελέτες που να εξετάζουν την αποτελεσματικότητα του συνδυασμένου πρωτοκόλλου λεύκανσης στο ιατρείο και το σπίτι, ούτε έχει πραγματοποιηθεί σύγκρισή του με τα υπόλοιπα μεμονωμένης εφαρμογής δηλαδή είτε μόνο στο ιατρείο είτε μόνο στο σπίτι, πρωτόκολλα. Ακόμη προβλήματα προκύπτουν και από τον τρόπο καταγραφής του χρώματος των δειγμάτων. Έτσι στην παρούσα μελέτη έγινε προσπάθεια σύγκρισης των πρωτοκόλλων μεταξύ τους με πρόθεση την αποφυγή μεθοδολογικών αδυναμιών που πιθανά θα αδυνάτιζαν την ισχύ των αποτελεσμάτων.

Έτσι, σε σχέση με τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, τα δόντια διατηρήθηκαν σε διάλυμα θυμόλης (0.02% θυμόλη σε φυσιολογικό ορό) σε θερμοκρασία δωματίου ($22\pm 2^{\circ}\text{C}$). Ο λόγος που χρησιμοποιήθηκε το διάλυμα θυμόλης είναι ότι έχει αντιμικροβιακή δράση και ταυτόχρονα δεν επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό τη δομή του δοντιού¹³⁹. Αντιθέτως, η αιθανόλη και η φορμαλδεΐδη που αποτελούν τις δύο πιο συχνά χρησιμοποιούμενες εναλλακτικές χημικές ενώσεις δεν προτιμήθηκαν λόγω της μονιμοποιητικής τους δράσης. Η αιθανόλη μάλιστα προκαλεί συρρίκνωση των ιστών εκτοπίζοντας το νερό από τις πρωτεΐνες, καταλύοντας τους δεσμούς υδρογόνου και οδηγώντας στη μετουσίωση αυτών¹³⁹. Η φορμαλδεΐδη αντιδρά με αρκετά τμήματα των πρωτεϊνικών μορίων, σχηματίζοντας γέφυρες μεθυλενίου, που είναι υπεύθυνες για τις μοριακές διασυνδέσεις που οδηγούν στη μονιμοποίηση¹⁴⁰. Ακόμη καλό θα ήταν να διευκρινιστεί και το εξής: Η χρήση της σιλικόνης και όχι ακρυλικού ή γύψου (για τον εγκιβωτισμό των δοντιών στα frasco) έγινε προκειμένου τα δόντια να αφαιρούνται από το τόξο για να γίνεται ή μέτρηση της απόχρωσής τους στο χρωματόμετρο και στη συνέχεια να επανατοποθετούνται στο τόξο.

Σε μεγάλο αριθμό εργαστηριακών και στην πλειοψηφία των κλινικών μελετών που περιλαμβάνουν στη μεθοδολογία τους μέτρηση χρώματος, χρησιμοποιούνται χρωματικοί οδηγοί (συνηθέστερα οι Vita classic και Vita 3D Master). Η επιλογή και καταγραφή χρώματος με τη βοήθειά τους αποτελεί ωστόσο υποκειμενική μέθοδο με σειρά αδυναμιών, όπως ανεπαρκές εύρος προσφερόμενων αποχρώσεων^{4,6}, σημαντική απόκλιση για το ίδιο δόντι μεταξύ διαφορετικών παρατηρητών, δυσκολότερα στην επεξεργασία τους αποτελέσματα, διαφορές μεταξύ των εμπορικά διαθέσιμων χρωματικών οδηγών ακόμη και της ίδιας εταιρείας^{111,112} και φυσικά λανθασμένες

επιλογές λόγω της κούρασης των οφθαλμών, των μεταβαλλόμενων περιβαλλοντικών συνθηκών φωτισμού κλπ. ¹¹³.

Προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα παραπάνω προβλήματα επιλέχθηκε στη συγκεκριμένη μελέτη η καταγραφή του χρώματος των δειγμάτων-δοντιών να γίνει με τη χρήση συσκευής και πιο συγκεκριμένα ενός χρωματόμετρου. Το χρωματόμετρο αποτελεί με βάση τη βιβλιογραφία ^{41,82,83,85,86,87,100,125,131,132} επιλογή με μικρό κίνδυνο σφαλμάτων και υψηλά ποσοστά ακρίβειας και επαναληψιμότητας στις μετρήσεις.

Για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων είναι αναγκαίο να αναλυθεί ο τρόπος με τον οποίο συμπεριφέρονται οι χρωματικές συντεταγμένες L^* , a^* , b^* όταν η απόχρωση ενός δοντιού διαφοροποιείται είτε προς το πιο σκούρο (π.χ. εμφάνιση δυσχρωμίας μετά την βύθιση και παραμονή σε διάλυμα τσάι) είτε προς το πιο λευκό (π.χ. μετά την επίδραση των λευκαντικών παραγόντων). Όπως έχει ήδη αναφερθεί (βλ. Κεφ. **4.1δ Χρωματικά συστήματα**), ο παράγοντας L^* (Lightness) στο CIELab σύστημα, αποθηκεύει όλη την πληροφορία φωτεινότητας της εικόνας παίρνοντας τιμές από 0 (μαύρο) έως 100 (λευκό). Οι παράγοντες a^* και b^* αποθηκεύουν αντίστοιχα την πληροφορία χρώματος, χωρίς να υπάρχουν για αυτά κάποια αριθμητικά όρια, αν και συνήθως οι τιμές αυτών εκτείνονται από -120 έως +120. Θετικές τιμές του a^* αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του κόκκινου, ενώ αρνητικές αποχρώσεις του πράσινου. Θετικές τιμές του b^* αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του κίτρινου, ενώ αρνητικές, αποχρώσεις του μπλε. Το σύστημα CIELAB χρησιμοποιείται συνήθως για τον προσδιορισμό χρωματικών διαφορών, οι οποίες μπορούν να υπολογιστούν ως τιμές σύμφωνα με την εξίσωση ¹²⁸:

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}.$$

Μάλιστα όσο μεγαλύτερη η διαφορά ΔE^* τόσο πιο ανιχνεύσιμη γίνεται η μεταβολή από τον μέσο παρατηρητή ¹²⁹.

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι η μελέτη της βιβλιογραφίας καταδεικνύει πως η μέτρηση μόνο της διαφοράς ΔE^* δεν επαρκεί προκειμένου να εξαχθούν πληροφορίες σφαιρικά και ολοκληρωμένα για το πραγματικό τελικό χρώμα του αντικειμένου υπό μελέτη, που στην περίπτωση μας είναι η παρειακή επιφάνεια του δοντιού. Αυτό συμβαίνει γιατί μας δίνει περιορισμένη πληροφορία σχετικά με την πραγματική χροιά του αντικειμένου ¹¹³. Μάλιστα όπως αναφέρουν οι Llambés και

συν.^{52,109} ίσες μεταβολές ΔE^* συχνά μπορεί να δημιουργούν διαφορετική οπτική αντίληψη της χρωματικής μεταβολής. Οπότε το ΔE^* , όπως σημειώνουν δεν είναι από μόνο του ένα έγκυρο μέτρο καταγραφής της χρωματικής μεταβολής διαφορετικών δοντιών.

Οι αλλαγές που παρατηρούνται μετά τη λεύκανση και υποδηλώνουν λευκαντικό αποτέλεσμα είναι (βλ. κεφάλαιο 4.4) η ανοδική κίνηση του L^* και η καθοδική των a^* και b^* . Συνήθως δε η μεταβολή του L^* είναι μεγαλύτερη, ακολουθούμενη από αυτή του b^* με τελευταία αυτή του a^* . Με βάση τα δεδομένα αυτά, γίνεται κατανοητός ο τρόπος με τον οποίο μπορούν οι μεταβολές των χρωματικών παραμέτρων L^* , a^* , b^* και η διαφορά ΔE^* να ερμηνευτούν προκειμένου να αξιολογηθούν μεταβολές χρώματος στα δόντια-δείγματα μετά από λεύκανση (λευκαντικό αποτέλεσμα). Γενικά, όσο μεγαλύτερη η διαφορά ΔE^* τόσο μεγαλύτερη και η διαφοροποίηση στο χρώμα. Έχει όμως βάσιμα υποστηριχτεί, όπως προαναφέρθηκε, ότι ο υπολογισμός του ΔE^* αυτός καθαυτός δεν έχει πρακτική σημασία αν πρώτα δεν οριστούν δύο σημαντικά όρια αυτού που είναι το όριο κλινικής αντίληψης (PT) και το όριο αποδοχής από το μέσο παρατηρητή (AT)¹⁴¹:

- Όριο κλινικής αντίληψης (PT: perceptibility threshold) - (η χρωματική διαφορά η οποία είναι κλινικά διακριτή από/κατά το 50% των παρατηρητών/μετρήσεων)
- Όριο αποδοχής από το μέσο παρατηρητή (AT: acceptability threshold) - (η χρωματική διαφορά η οποία θεωρείται αποδεκτή από το 50% των παρατηρητών)

Σήμερα είναι κοινά αποδεκτό ότι τα παραπάνω όρια πρέπει να αναφέρονται σε τιμές ΔE^* . Δεν υπάρχει όμως ταύτιση μεταξύ των ερευνητών σχετικά με την τιμή ΔE^* που αφορά στο καθένα από αυτά¹⁴¹. Σε μια σειρά βιβλιογραφικών αναφορών, οι οποίες στην πλειοψηφία τους παραπέμπουν σε 3 μελέτες^{142,143,144} υποστηρίζεται ότι μια τιμή $\Delta E^*=1$ είναι οπτικά διακριτή στο 50% των περιπτώσεων. Συνεπώς αυτό που τείνει να επικρατήσει είναι ότι το PT έχει τιμή $\Delta E^*=1$. Με απλά λόγια, το 50% των παρατηρητών θα αναφέρει ότι αρχίζει να διακρίνει διαφορά μεταξύ 2 δειγμάτων όταν το ΔE^* αυτών πάρει τουλάχιστον την τιμή 1.

Σε ότι αφορά το όριο AT τα πράγματα είναι ελαφρώς πιο πολύπλοκα. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν αναφορές που του αποδίδουν τιμή ΔE^* μεταξύ του 2 και του 5^{145,146}. Ταύτιση υπάρχει μόνο στο 1/3 των βιβλιογραφικών αναφορών όπου υποστηρίζεται ότι η τιμή που του αντιστοιχεί είναι $\Delta E^*=3.7$. Με απλά λόγια το 50% των παρατηρητών αναφέρει ότι η διαφορά μεταξύ 2 δειγμάτων είναι κλινικά αποδεκτή (δεν συνεπάγεται δηλαδή η ύπαρξη της την υποχρέωση επιδιόρθωσης-αντικατάστασης της αποκατάστασης παρότι η διαφορά μπορεί να γίνεται αντιληπτή), όταν το ΔE^* αυτών έχει τιμή ως 3,7¹⁴¹.

Δύο *in vivo* μελέτες παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον διότι προσπαθούν να ποσοτικοποιήσουν, σε κλινικές συνθήκες, τα όρια PT και AT. Στη μελέτη των Douglas και συν.¹⁴⁵ έγινε χρήση ολικής οδοντοστοιχίας στην οποία ο #21 είχε τη δυνατότητα να αλλάζει. Οι συμμετέχοντες έκριναν το χρώμα αυτού με την οδοντοστοιχία φορεμένη στον ίδιο νωδό ασθενή. Στη μελέτη των Da Silva και συν.¹⁴⁶ κατασκευάστηκαν 2 MK στεφάνες για τον 1 κεντρικό άνω τομέα, 36 ασθενών με τη χρήση είτε οπτικής χρωματοληψίας με χρωματικούς οδηγούς είτε ψηφιακής με σπεκτροφωτόμετρο. 3 βαθμονομημένοι αξιολογητές συνέκριναν το χρώμα της κάθε στεφάνης με αυτό του παρακείμενου φυσικού κεντρικού τομέα. Τα αποτελέσματα και στις δύο αυτές μελέτες για το PT ήταν $\Delta E^*=2,7$.

Στη μελέτη αυτή με βάση τα νεότερα δεδομένα, χρησιμοποιήθηκε για σύγκριση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, η τιμή 2,7 για το PT.

Σε ό,τι αφορά στα αποτελέσματα της παρούσας εργαστηριακής μελέτης, **η ερευνητική υπόθεση ότι δεν υπάρχει στατιστική διαφορά στο λευκαντικό αποτέλεσμα μεταξύ των διαφορετικών πρωτοκόλλων λεύκανσης για κάθε χρονική περίοδο εξέτασης επαληθεύτηκε**. Στο σύνολό τους τα τέσσερα πρωτόκολλα που εξετάστηκαν δεν εμφάνισαν, μεταξύ οποιουδήποτε συνδυασμού αυτών, στατιστικά σημαντική διαφορά στην τιμή ΔE^* σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή ελέγχου, παρ' ότι εμφανίστηκαν διαφορές στις επιμέρους χρωματικές μεταβλητές.

Όλα τα πρωτόκολλα συνεπώς αποδείχτηκαν ισότιμα ικανά στο να επιτύχουν λεύκανση των δειγμάτων/δοντιών για το χρονικό διάστημα αμέσως μετά τη λεύκανση και μέχρι 6 μήνες μετά την εφαρμογή τους.

Η ομάδα ΒΗ εμφάνιζε τη σημαντικότερη υποτροπή, καταγράφοντας το συνδυασμό της μικρότερης φωτεινότητας (L^*) και του μεγαλύτερου ΔE^* , στη χρονική στιγμή της τελικής μέτρησης (t_4). Μάλιστα, η διαφορά στη φωτεινότητα ήταν και στατιστικά σημαντική σε σχέση με τις άλλες ομάδες με μόνη εξαίρεση την ομάδα ΒΟ1 που ενώ παρουσίασε μεγαλύτερο L , η διαφορά δεν ήταν στατιστικά σημαντική σε σχέση με την ΒΗ.

Η ομάδα του συνδυασμένου πρωτοκόλλου (ΒΗ-ΒΟ1) διατήρησε το λευκαντικό αποτέλεσμα μέχρι και 6 μήνες μετά την ολοκλήρωση της τεχνικής, καταγράφοντας το συνδυασμό της μεγαλύτερης φωτεινότητας (L^*) και του μικρότερου ΔE^* , σε καλύτερο βαθμό από όλες τις άλλες ομάδες. Μάλιστα ήταν η μόνη ομάδα για την οποία το ΔE^* την t_4 είχε μικρότερη τιμή από το ΔE^* της t_1 . Μια πιθανή ερμηνεία του ευρήματος αυτού μπορεί να αποτελεί το ότι τα δείγματα της ήταν τα μόνο που εξακολουθούσαν να είναι λευκότερα από ό,τι μετρήθηκαν τη στιγμή αμέσως μετά την τεχνητή χρώση. Επιπλέον, τη χρονική στιγμή αμέσως μετά τη λεύκανση (t_2) είχε τη μεγαλύτερη φωτεινότητα και η διαφορά της με όλες τις άλλες ομάδες ήταν στατιστικά σημαντική. Την ίδια χρονική στιγμή (t_2) η ομάδα ΒΟ1 είχε τη σημαντικά χαμηλότερη φωτεινότητα από κάθε άλλη ομάδα.

Σε ότι αφορά στις μεταβλητές a^* και b^* είναι σημαντικό να καταγραφούν οι ακόλουθες παρατηρήσεις: Την μεγαλύτερη μείωση της τιμής του a^* - μείωση, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, των a^* και b^* λαμβάνει χώρα κατά τη λεύκανση -, δηλαδή το καλύτερο αποτέλεσμα αμέσως μετά τη λεύκανση (t_2) το παρουσίασε η ομάδα ΒΗ-ΒΟ1. Τις χρονικές στιγμές t_3 και t_4 τα a^* και b^* δεν εμφάνισαν σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων, συνεπώς η διαφορά στο αποτέλεσμα της λεύκανσης κρίθηκε μόνο από τη φωτεινότητα (L^*), η οποία ήταν μεγαλύτερη για την ομάδα του συνδυασμένου πρωτοκόλλου.

Σχετικά με το θέμα της υποτροπής μετά τη λεύκανση (δηλαδή της πτώσης της φωτεινότητας και της ανόδου των τιμών a^* και b^*), γίνεται ειδική αναφορά στη μελέτη αυτή. Παρατηρήθηκε σε όλες τις ομάδες από τη χρονική στιγμή αμέσως μετά τη λεύκανση (t_2) έως και την τελευταία μέτρηση (t_4). Εξαίρεση αποτέλεσε μόνο η ομάδα ΒΗ για την οποία το b^* αυξήθηκε σε μικρό βαθμό μετά τη λεύκανση και στη συνέχεια (δηλαδή έως και τους 6 μήνες) είχε συνεχώς πτωτική τάση, υποδηλώνοντας ότι το λευκαντικό αποτέλεσμα εξελισσόταν για σημαντικό διάστημα μετά την εφαρμογή του

λευκαντικού πρωτοκόλλου, ενώ αμέσως μετά από αυτό δεν ήταν ορατό, πάντα σε ότι αφορά στη μεταβλητή b*.

Αν και δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στο τελικό λευκαντικό αποτέλεσμα, καταγράφηκε μια αριθμητική τάση υπεροχής του συνδυασμένου πρωτοκόλλου τόσο αμέσως μετά τη λεύκανση, όσο και σε βάθος χρόνου 6 μηνών. Η ομάδα BO2 ακολουθεί με παραπλήσια αποτελέσματα, ελαφρώς υποδεέστερα ωστόσο στους 6 μήνες. Ωστόσο, και τα τέσσερα πρωτόκολλα πέτυχαν να λευκάνουν τα υπό μελέτη δείγματα/δόντια με καταγραφόμενες ΔΕ* σαφώς μεγαλύτερες από τα όρια ευδιάκριτων ορατά τιμών για τις παραμέτρους AT αλλά και PT. Οι μεταβολή του ΔΕ* ανά χρονικό διάστημα μέτρησης ήταν από t2 σε t3 μεγαλύτερη, τόσο του ορίου κλινικής αντίληψης (PT) όσο και του ορίου αποδοχής από το μέσο παρατηρητή (AT) και από t3 σε t4 μικρότερη του ορίου αποδοχής από το μέσο παρατηρητή, αλλά μεγαλύτερη του ορίου κλινικής αντίληψης. Συνεπώς, σε κάθε συνδυασμό μεταξύ των χρονικών διαστημάτων μέτρησης η χρωματική διαφορά η οποία προέκυπτε ήταν κλινικά διακριτή από/κατά το 50% των παρατηρητών/μετρήσεων.

Από τη μελέτη της βιβλιογραφίας προκύπτει ότι δεν υπάρχει **εργαστηριακή μελέτη**, στο βαθμό που η αναζήτηση έχει αποκαλύψει, που να μελετά συνδυασμένα πρωτόκολλα λεύκανσης τόσο στο ιατρείο όσο και στο σπίτι. Σε ότι αφορά δε στις κλινικές μελέτες οι οποίες να εξετάζουν συνδυασμένα πρωτόκολλα, μόνο τρεις είναι διαθέσιμες^{81,28,47}. Από την άλλη, ο αριθμός των μελετών, τόσο κλινικών όσο και εργαστηριακών, οι οποίες μελετούν πρωτόκολλα λεύκανσης στο σπίτι ή στο ιατρείο είναι σημαντικός. Στην παρούσα ερευνητική μελέτη επαληθεύτηκε **η ερευνητική υπόθεση**. Δηλαδή αποδείχτηκε ότι τόσο τα πρωτόκολλα λεύκανσης στο σπίτι όσο και εκείνα στο ιατρείο, αλλά και ο συνδυασμός τους, πέτυχαν λευκαντικό αποτέλεσμα χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι μελέτες οι οποίες καταλήγουν στο ίδιο με την παρούσα μελέτη αποτέλεσμα, με εξαίρεση φυσικά το κομμάτι του συνδυασμένου πρωτοκόλλου, φαίνεται να είναι η πλειοψηφία.

Πιο συγκεκριμένα, σε εργαστηριακή μελέτη των Wiegand και συν.¹⁴⁷ εξετάστηκαν με οδοντιατρικό χρωματόμετρο (SHOFU ShadeEye EX Dental Tooth Colorimeter) 6 πρωτόκολλα λεύκανσης, μεταξύ των οποίων λεύκανση στο σπίτι (10% ΥΚ- όμοια με την παρούσα μελέτη ΒΗ) αλλά και στο ιατρείο (35%ΥΗ – όμοια με το ΒΟ2), τα οποία εφαρμόστηκαν βάση των οδηγιών του κατασκευαστή. Το αποτέλεσμα

της δράσης αυτών μετρήθηκε μόνο αμέσως μετά τη λεύκανση και ήταν απόλυτα ταυτόσημο ($\Delta E^{*σπίτι}=7,13 - \Delta E^{*ιατρείο}=7,12$). Τα αποτελέσματα της δικής μας μελέτης ταυτίζονται απόλυτα, στη σύγκριση πρωτοκόλλων ιατρείου-σπιτιού και με ακόμη μία μελέτη. Σε δημοσίευση των Auschill και συν.⁶⁸, το αποτέλεσμα ήταν ότι τόσο η λεύκανση στο ιατρείο (35%YH - χωρίς ενεργοποίηση με φως) όσο και η λεύκανση στο σπίτι (10%YK σε νάρθηκες) πέτυχαν ακριβώς την ίδια μετατόπιση της απόχρωσης των υπό μελέτη δοντιών κατά 6SGU στο χρωματολόγιο Vita Classic μετά από $3,1\pm 0,5$ εφαρμογές των 15 λεπτών και $7,1\pm 1,9$ εφαρμογές των 8 ωρών αντίστοιχα.

Σε τέσσερις μελέτες γίνεται σύγκριση διαφορετικών πρωτοκόλλων λεύκανσης αποκλειστικά στο σπίτι με κοινό εύρημα την επίτευξη στατιστικά όμοιων αποτελεσμάτων ανεξαρτήτως συγκέντρωσης YK που χρησιμοποιήθηκε. Οι μελέτες των Borges και συν.⁸¹ (βόεια δόντια) και Sulieman και συν.⁸³, (ανθρώπινοι 3^{οι} γομφίοι) είναι **εργαστηριακές** και συγκρίνουν συγκεντρώσεις 10%YK vs 16%YK και 10%YK vs 15%YK vs 20%YK vs 22%YK vs 30%YK αντίστοιχα. Σε κάθε ομάδα επιτεύχθηκε λεύκανση (περίπου 12 SGU+) χωρίς στατιστικά σημαντική μεταξύ τους διαφορά. Οι μελέτες των Meireles και συν.¹¹² και Grobler και συν.¹⁴⁷ είναι κλινικές. Οι πρώτοι διεξήγαγαν διπλή τυφλή μελέτη σε 92 εθελοντές και μετρώντας τις μεταβολές στη χροιά των 6 άνω προσθίων, τόσο με χρωματικό οδηγό (vita classic) όσο και με σπεκτροφωτόμετρο (vita Easy Shade), κατέληξαν ότι η εφαρμογή 16%YK και αυτή με 10%YK για 2 ώρες επί τρεις εβδομάδες έδωσε στατιστικά ταυτόσημο ΔE^* , 1 εβδομάδα μετά το πέρας της λεύκανσης ($\Delta E^{*10\%}=4,3\pm 1,9 - \Delta E^{*16\%}=4,6\pm 2$) αλλά και 6 μήνες αργότερα ($\Delta E^{*10\%}=3,9\pm 1,4 - \Delta E^{*16\%}=4,5\pm 1,7$). Τέλος, σε δημοσίευση των Grobler και συν.¹⁴⁷, 34 ασθενείς χωρίστηκαν σε 2 ομάδες και ακολούθησαν λεύκανση αποκλειστικά στο σπίτι (νάρθηκες 10%YK) χρησιμοποιώντας όμως δύο διαφορετικά σκευάσματα (Opalescence PF vs Nite-White). Όπως ήταν αναμενόμενο τα δύο σκευάσματα πέτυχαν αντίστοιχο αποτέλεσμα με $\Delta E^*=5,2$ κατά τη χρονική στιγμή μετά τη λεύκανση και $\Delta E^*=4,2$ μετά από 6 μήνες. Οι μετρήσεις έγιναν με σπεκτροφωτόμετρο και το ενδιαφέρον είναι ότι καταδείχτηκε η μικρή σημασία των διαφορετικών εκδόχων τόσο άμεσα όσο και μακροπρόθεσμα στο λευκαντικό αποτέλεσμα.

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης συμφωνούν με την κλινική μελέτη των Bernardon και συν.⁸¹. Σε αυτή τη μελέτη, με εφαρμογή των τεχνικών σε διαφορετικά

ημιμόρια του στόματος (split mouth), γίνεται σύγκριση πρωτοκόλλων λεύκανσης στο σπίτι με λεύκανση στο ιατρείο, αλλά και με συνδυασμένο πρωτόκολλο (ιατρείο-σπίτι). Οι καταγραφές γίνονται με σπεκτροφωτόμετρο και χρωματικό οδηγό και τα αποτελέσματα δίνουν μια οριακή, αριθμητικά, υπεροχή στο συνδυασμό χωρίς όμως να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στις μετρήσεις έως και 4 μήνες μετά τη λεύκανση ($\Delta E^*_{\text{σπίτι}}=9,7$ $\Delta E^*_{\text{ιατρείο}}=8,98$ $\Delta E^*_{\text{συνδυασμένο}}=10,32$ στους 4 μήνες). Τέλος, στην βιβλιογραφική ανασκόπηση των Cunha και συν.⁵³ οι ερευνητές κατέληξαν ότι το συνδυασμένο πρωτόκολλο αλλά και η λεύκανση στο ιατρείο φαίνεται να υπερέχουν ελαφρώς μία εβδομάδα μετά την εφαρμογή τους από τη λεύκανση αποκλειστικά στο σπίτι αλλά από εκεί και μετά δεν εντοπίζεται καμία διαφορά. Βέβαια αξίζει να τονιστεί ότι στην ανασκόπηση αυτή χρησιμοποιήθηκαν τελικά μόνο 5 άρθρα (από 483 αρχικά) μια και τέθηκαν αυστηρά κριτήρια επιλογής και όπως αναφέρουν και οι συγγραφείς, ο χρόνος μελέτης στις περισσότερες εργασίες δεν υπερέβαινε τις 2 με 4 εβδομάδες μετά τη λεύκανση, με όσους περιορισμούς συνεπάγεται το γεγονός αυτό.

Στον αντίποδα με τις παραπάνω μελέτες βρίσκονται εκείνες, λιγότερες στον αριθμό, οι οποίες προκρίνουν μια συγκεκριμένη μέθοδο λεύκανσης ως πιο αποδοτική. Οι Mielczarek και συν.¹⁴⁸ χρησιμοποιώντας 24 ανθρώπινους προγομφίους τους οποίους έκοψαν σε δοκίμια μελέτησαν την επίδραση της λεύκανσης στο σπίτι (20%YK σε νάρθηκες για 8 μέρες) και αυτής στο ιατρείο (38% YH σε τρεις εφαρμογές των 15 λεπτών). Αν και αυτό στο οποίο επικεντρώθηκε η μελέτη τους ήταν η επίδραση της λεύκανσης στη μικροσκληρότητα της αδαμαντίνης, δίνουν στοιχεία και για τη μεταβολή των L^* , a^* και b^* μεταβλητών τις οποίες μέτρησαν με σπεκτροφωτόμετρο (Usb 2000) την 8^η μέρα μετά τη λεύκανση. Η λεύκανση στο σπίτι φαίνεται να είναι υποδεέστερη εκείνης στο ιατρείο σε ότι αφορά στη φωτεινότητα μια και δεν πετυχαίνει στατιστικά σημαντική μεταβολή του L^* ($\Delta L^*_{\text{σπίτι}}=2.5$, $\Delta L^*_{\text{ιατρείο}}=3.5$). Στις αδυναμίες της συγκεκριμένης μελέτης πρέπει να αναφερθεί το μικρό χρονικό διάστημα παρακολούθησης και το ότι χρησιμοποιήθηκαν μικρά δοκίμια 4x3mm σε in vitro συνθήκες. Όπως προαναφέρθηκε, η λεύκανση στο ιατρείο συχνά δείχνει να υπερέχει την πρώτη εβδομάδα μετά τη θεραπεία με τη διαφορά αυτή να εξαλείφεται στη συνέχεια.

Στατιστικά σημαντική υπεροχή υπέρ της λεύκανσης στο ιατρείο, αλλά σε ότι αφορά στην ταχύτητα δράσης αυτής, αναφέρει η μελέτη των Auschill και συν.¹⁴⁹.

Χρησιμοποιώντας σχετικά μικρό δείγμα ανθρώπινων δοντιών (24 άνω κεντρικοί και πλάγιοι τομείς) μελέτησαν τον αριθμό των εφαρμογών-κύκλων που απαιτούνταν για να επιτευχθεί μεταβολή της τάξης των 6SGU. Εδώ η λεύκανση στο ιατρείο χρειάστηκε 4,25 κύκλους (εφαρμογές των 15 λεπτών) ενώ η λεύκανση στο σπίτι 6,88 κύκλους (εφαρμογές των 8 ωρών). Παρότι η λεύκανση στο ιατρείο δείχνει να προηγείται, προσεκτικότερη ανάλυση των δεδομένων της εργασίας αποκαλύπτει ότι βάση των οδηγιών του κατασκευαστή, οι παραπάνω κύκλοι αντιστοιχούν στο μισό χρόνο εφαρμογής και συνεπώς το αποτέλεσμα των δύο τεχνικών για μία ολοκληρωμένη εφαρμογή θα ταυτίζεται.

Τέλος, στην κλινική μελέτη των Zekonis και συν.⁸⁸, η λεύκανση στο σπίτι φαίνεται να υπερέχει αυτής στο ιατρείο. Στην μελέτη αυτή μέτρησαν την επίδραση 10% ΥΚ για 14 μέρες σε νάρθηκες, σε σχέση με 2 εφαρμογές των 30 λεπτών 35% ΥΗ στο ιατρείο σε 20 ασθενείς εφαρμόζοντας μεθοδολογία τύπου split mouth. Κατέληξαν ότι η λεύκανση στο σπίτι υπερέχει τόσο 2 εβδομάδες ($\Delta E^{*}_{\text{σπίτι}}=12,32$, $\Delta E^{*}_{\text{ιατρείο}}=5,32$) όσο και 6 εβδομάδες ($\Delta E^{*}_{\text{σπίτι}}=6,64$, $\Delta E^{*}_{\text{ιατρείο}}=3,63$) μετά την εφαρμογή του λευκαντικού παράγοντα. Στα αδύναμα σημεία της μελέτης είναι ο μικρός αριθμός συμμετεχόντων (μόλις 19 άτομα ολοκλήρωσαν τη μελέτη) καθώς και ο τρόπος καταγραφής του χρώματος, ο οποίος ήταν το αποτέλεσμα χρωματικού οδηγού σε συνδυασμό με χρωματόμετρο καθώς και η υποκειμενική κρίση των ίδιων των συμμετεχόντων οι οποίοι αξιολογούσαν φωτογραφίες των δοντιών τους ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Δυστυχώς δεν υπάρχει μια κοινά αποδεκτή και εφαρμοζόμενη μέθοδος καταγραφής των χρωματικών μεταβολών σε αυτή την κατηγορία των ερευνών.¹³ Ενδεχομένως ο πολύπλοκος τρόπος υπολογισμού των χρωματικών μεταβολών να αποτελεί αιτία της διαφοράς που προκύπτει με την παρούσα εργαστηριακή μελέτη, όπου η αντίστοιχη ομάδα λεύκανσης στο ιατρείο (BO1) πετυχαίνει αντίστοιχα αποτελέσματα με την λεύκανση στο σπίτι (BH).

Αξίζει να αναφερθούν στο σημείο αυτό και δύο μελέτες, οι οποίες ούτε ταυτίζονται αλλά και ούτε διαφοροποιούνται πλήρως από τα παρόντα αποτελέσματα. Οι Lambes και συν.⁵² σε εργαστηριακή μελέτη τους με 40 ανθρώπινους γομφίους συνέκριναν, με τη χρήση σπεκτροφωτόμετρου, τη λεύκανση στο σπίτι (22%ΥΚ, 22 ημέρες x 1ώρα) με εκείνη στο ιατρείο (37,5% ΥΗ, 2 x 24'). Μετρώντας αμέσως αμέσως μετά τη λεύκανση αλλά και μία εβδομάδα αργότερα κατέληξαν αφενός ότι και

οι δύο μέθοδοι πέτυχαν στατιστικά σημαντική λεύκανση και στις δύο χρονικές στιγμές - αποτέλεσμα που ταυτίζεται με της παρούσας μελέτης - αλλά υπήρξε και σημαντική διαφορά υπέρ της λεύκανσης στο σπίτι – αποτέλεσμα αντίθετο με την παρούσα μελέτης-. Πρέπει να τονιστεί ότι στη συγκεκριμένη μελέτη χρησιμοποιήθηκε διπλάσια συγκέντρωση ΥΚ (22% έναντι 10%) από ότι στη παρούσα εργασία και ότι ο συνολικός χρόνος καταγραφής ήταν μόλις 1 εβδομάδα, στοιχεία που αφήνουν ανοικτό το ενδεχόμενο εξίσωσης των αποτελεσμάτων σε μεταγενέστερο χρόνο. Επιπλέον, δεν έλαβε χώρα αρχικά χρώση, γεγονός που όπως υποστηρίζεται στη μελέτη των Dietschi και συν.⁴¹, δεν επιτρέπει να αποκαλυφθούν οι ενδεχόμενες διαφορές στις μεθόδους. Επιπλέον, η μελέτη των Dietschi και συν.⁴¹ καταλήγει σε άλλο ένα ενδιαφέρον συμπέρασμα. Πρόκειται για εργαστηριακή μελέτη σε βόεια δόντια στα οποία δοκιμάστηκαν πληθώρα πρωτοκόλλων, σε ότι αφορά στις συγκεντρώσεις των καρβαμιδίων, τόσο στο σπίτι όσο και στο ιατρείο. Οι μετρήσεις έγιναν με χρωματόμετρο και η χρώση έλαβε χώρα μέσω της οδοντίνης με αίμα, την οποία οδοντίνη αρχικά αδροποιούσαν με φωσφορικό οξύ. Όσον αφορά στην αδαμαντίνη όλα τα πρωτόκολλα ήταν ισοδύναμα αλλά στην οδοντίνη υπήρξε σαφές πλεονέκτημα της λεύκανσης στο σπίτι. Βέβαια μια αντίστοιχη μελέτη σε κλινικές συνθήκες και όχι σε τεμαχισμένα βόεια δόντια είναι απαραίτητη προκειμένου ο ισχυρισμός αυτός είτε να επαληθευθεί είτε να καταρριφθεί.

Σε ότι αφορά στη χρονική διάρκεια των σχετικών μελετών, εργασίες οι οποίες έκαναν καταγραφή χρώματος για διάστημα έως και 6 μήνες είναι μόνο 2 κλινικές μελέτες. Η πρώτη ανήκει στους Meireles και συν.⁸⁴ και το αποτέλεσμά της ανέφερε απουσία στατιστικά σημαντικής διαφοράς στις δύο ομάδες (10%ΥΚ και 16%ΥΚ στο σπίτι), 6 μήνες μετά τη λεύκανση. Μάλιστα αναφέρουν ότι η κατανάλωση τροφών πλούσιων σε χρωστικές δεν είχε καμιά επίδραση στο χρονικό διάστημα αυτό. Η δεύτερη είναι η δημοσίευση των Grobler και συν.¹¹³. Αφορά σε 2 διαφορετικά σκευάσματα ΥΚ για λεύκανση στο σπίτι ίδιας συγκέντρωσης (10%ΥΚ). Τα 2 σκευάσματα πέτυχαν αντίστοιχο αποτέλεσμα με $\Delta E^{*1}=5.29$, $\Delta E^{*2}=5.2$ κατά τη χρονική στιγμή μετά τη λεύκανση και $\Delta E^{*1}=4.25$ και $\Delta E^{*2}=3.87$ μετά από 6 μήνες. Στη μελέτη αυτή, η ομάδα που υποβλήθηκε σε λεύκανση αποκλειστικά με νάρθηκες (BH: λεύκανση στο σπίτι) και 10% ΥΚ εμφάνισε τη σημαντικότερη υποτροπή, στη χρονική στιγμή της τελικής μέτρησης (t4: 6 μήνες μετά τη λεύκανση). Το φαινόμενο της «χρωματικής υποτροπής» είναι παρόν στην πλειοψηφία των μελετών που

εξετάστηκαν και λαμβάνει χώρα συνήθως από την πρώτη κιόλας εβδομάδα μετά τη λεύκανση, ενώ τείνει να σταθεροποιείται, σε πολλές από τις έρευνες, κάποια στιγμή μετά τις 4 με 6 εβδομάδες.

Η μελέτη των Llambes και συν.⁵² αναφέρει επίσης υποτροπή αν και καταγράφει χρονικά μεταβολές, μόλις μία εβδομάδα μετά τη λεύκανση. Η δε μεταβολή του ΔΕ* είναι μεγαλύτερη για την ομάδα της λεύκανσης με νάρθηκες και 22% ΥΚ στο σπίτι [ΔΕ* μετά τη λεύκανση σπίτι=19.96 (6.11) - ΔΕ* 1 εβδομάδα μετά σπίτι=9.85 (3.95), ΔΕ* μετά τη λεύκανση ιατρείο=12.40 (3.21) - ΔΕ* 1 εβδομάδα μετά ιατρείο=5.20 (2.94)]. Μάλιστα στην υποτροπή συμμετέχει κυρίως η μεταβολή της μεταβλητής L* (από 94,62 σε 89,16), δηλαδή της φωτεινότητας, με ελάχιστη συμμετοχή των a* και b*. Για την ακρίβεια η παράμετρος b* σε αντίθεση με το L* βελτιώνεται (από 35,27 σε 27,23) χωρίς όμως να είναι σε θέση να αντισταθμίσει το φαινόμενο της υποτροπής. Ομοίως, στην κλινική μελέτη των Mokhlis και συν.⁸⁷ στην οποία αξιολογήθηκε η δράση του ΥΚ 20% για λεύκανση στο σπίτι, εμφανίστηκε αντίστοιχη υποτροπή (ΔΕ* μετά τη λεύκανση=9,22 - ΔΕ* 2 εβδομάδες μετά το πέρας της θεραπείας=7,67). Αντίστοιχα και οι Zekonis και συν.⁸⁸ έκαναν την ίδια παρατήρηση. Η υποτροπή στη μελέτη αυτή ήταν μεγαλύτερη (ΔΕ* μετά τη λεύκανση=12,32 - ΔΕ* 2 εβδομάδες μετά το πέρας της θεραπείας=7,83), γεγονός που πιθανόν σχετίζεται με τη χρήση μικρότερης συγκέντρωσης ΥΚ (10%) για το ίδιο διάστημα (2 εβδομάδες). Πρόσθετα, η μελέτη των Grobler και συν.¹¹³, αναφέρει αντίστοιχο φαινόμενο «χρωματικής υποτροπής» στο εξάμηνο κατά 18,3% για το σκεύασμα Opalescence PF και 26,8% για το NiteWhite, - και τα δύο σκευάσματα χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη - ενώ επανάληψη της θεραπείας κρίθηκε από τους συγγραφείς μη απαραίτητη στους 6 μήνες, θεωρώντας την μετρήσιμη υποτροπή «ανεκτή» κλινικά.

Μια από τις έρευνες που αναφέρουν μικρή μείωση του λευκαντικού αποτελέσματος στον πρώτο μήνα, αλλά μετά διατήρηση αυτού ως τους 6 μήνες, είναι εκείνη των Grobler και συν.¹¹³. Πρόκειται για κλινική μελέτη με 21 ασθενείς και λεύκανση στο σπίτι με 10% ΥΚ (Nite white ACP) για 2 εβδομάδες. Μετρήθηκε το χρώμα των 11 και 21 με σπεκτροφωτόμετρο (Konica Minolta) και οι μετρήσεις του ΔΕ* ήταν: 5.29 - 3.67 - 3.32 - 3.87 στις 14 μέρες - 1,3 και 6 μήνες αντίστοιχα. Τέλος, διαφοροποίηση από την υπόλοιπη βιβλιογραφία παρουσιάζει η μελέτη των Leonard και συν.¹⁵⁰. Στην εργασία αυτή αναφέρεται ότι η λεύκανση με νάρθηκες (22%ΥΚ) στο σπίτι, η οποία θεωρήθηκε από τους συγγραφείς επιτυχής (αν και καταγράφηκε *σχετικά*

μικρή μεταβολή δηλαδή 2 SGU και άνω) στο 98% των ασθενών, διατηρήθηκε για ένα εντυπωσιακά μεγάλο χρονικό διάστημα 47 μηνών. Αδύναμα σημεία της συγκεκριμένης διπλής τυφλής μελέτης - αν και όπως αναφέρουν οι ίδιοι οι ερευνητές στην πλειοψηφία των περιπτώσεων τόσο ο ασθενής όσο και ο γιατρός καταλάβαιναν αν χρησιμοποιούσαν δραστική ουσία ή placebo - είναι ο μικρός αριθμός συμμετεχόντων (n=48, 2 ομάδες των 24 ατόμων) αλλά κυρίως ο τρόπος επιλογής απόχρωσης, ο οποίος βασιζόταν μόνο στην οπτική μέθοδο, αλλά και στην υποκειμενική άποψη των ίδιων των συμμετεχόντων.

Τέλος, είναι σημαντικό να σχολιαστεί το κύριο εύρημα της μελέτης αυτής, το οποίο αφορά στη βέλτιστη αποτελεσματικότητα του συνδυασμένου πρωτοκόλλου, χωρίς όμως στατιστικά σημαντική διαφορά με τα υπόλοιπα, το οποίο και μάλιστα επέδειξε τη μικρότερη υποτροπή για το διάστημα μελέτης μέχρι και 6 μήνες. Συνδυασμένο πρωτόκολλο, με λεύκανση δηλαδή τόσο στο ιατρείο όσο και στο σπίτι, εφαρμόζεται μόνο σε τέσσερις μελέτες^{28,47,53,81}. Μάλιστα απευθείας σύγκριση αυτού με διαφορετικά πρωτόκολλα, είτε μόνο στο σπίτι είτε μόνο στο ιατρείο, πραγματοποιούνται μόνο οι δύο^{47,81}.

Πιο συγκεκριμένα, τα οφέλη του συνδυασμένου πρωτοκόλλου (ΣΠ) υποστηρίζονται στην κλινική μελέτη των Deliperi και συν.²⁸. Στη μελέτη αυτή ελέγχθηκαν 2 ΣΠ μικρής διάρκειας. Αφορούσαν αυτά σε 3 εφαρμογές του συνδυασμού ΗΥ για 30 λεπτά στο ιατρείο (35% για την ομάδα 1 και 38% για την ομάδα 2) και ΥΚ10% για 60 λεπτά στο σπίτι, οι οποίες έλαβαν χώρα σε τρεις συνεχόμενες μέρες. Μετρώντας αποκλειστικά με οπτική μέθοδο κατέληξαν ότι το συνδυασμένο πρωτόκολλο μπορεί να επιτύχει μεταβολή της τάξης των 5SGU και άνω σε 3 μόνο ημέρες. Μάλιστα στην τελευταία μέτρησή τους, στις 7 μέρες μετά τη λεύκανση, αναφέρουν μικρή υποτροπή της που δεν ξεπερνούσε τις 2SGU. Η συγκεκριμένη μελέτη φαίνεται να συμφωνεί μερικώς με τα δεδομένα της παρούσας εργασίας, με μεγαλύτερες αδυναμίες της τον τρόπο καταγραφής χρώματος, τον μικρό αριθμό συμμετεχόντων (10 άτομα), την πολύ μικρή διάρκεια παρακολούθησης μετά τη λεύκανση και το γεγονός της έλλειψης σύγκρισης με κάποιο άλλο πρωτόκολλο πλην του ΣΠ. Ωστόσο, τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης τείνουν να υποστηρίξουν ότι το συνδυασμένο πρωτόκολλο λεύκανσης σε ιατρείο και σπίτι μπορεί να έχει άμεσα και ικανοποιητικά αποτελέσματα, χωρίς όμως να τεκμηριώνεται η εξέλιξή της σε βάθος χρόνου πέραν των 7 ημερών μετά τη λεύκανση.

Σε μεγάλο βαθμό πιο σύμφωνη με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης είναι εκείνη των Bernardon και συν.⁸¹ Πρόκειται για κλινική μελέτη στην οποία δοκιμάζονται τρεις συνδυασμοί λευκαντικών πρωτοκόλλων. Μεγαλύτερη σημασία για την παρούσα συζήτηση έχει η αντιπαράθεση της τρίτης ομάδας. Σε αυτήν συγκρίνεται η λεύκανση αποκλειστικά στο σπίτι (2 εβδομάδες 10%YK σε νάρθηκες) με ένα συνδυασμένο πρωτόκολλο (μία τριπλή εφαρμογή 35%YH στο ιατρείο των 45 λεπτών συνολικά ακολουθούμενη από 2 εβδομάδες λεύκανσης στο σπίτι με 10%YK). Οι καταγραφές της απόχρωσης έγιναν με σπεκτροφωτόμετρο αλλά και χρωματικό οδηγό, αρχικά πριν την εφαρμογή των τεχνικών καθώς και τις εβδομάδες 1,2,4,8 και 16. Το συνδυασμένο πρωτόκολλο έδειξε να υπερέχει, στατιστικά σημαντικά, την πρώτη εβδομάδα μετά το πέρας της θεραπείας ($\Delta E^{*}_{SP} = 8,87 \pm 3,51$ $\Delta E^{*}_{SP} = 7,74 \pm 3,18$) αλλά στη συνέχεια (ως τις 16 εβδομάδες) δεν εμφανίζεται σημαντική διαφορά από το δεύτερο πρωτόκολλο (λεύκανση αποκλειστικά στο σπίτι), όπως ακριβώς αναφέρεται και στη βιβλιογραφική ανασκόπηση των Cunha και συν.⁵³ Η διαφορά με την παρούσα μελέτη, αλλά και την πλειοψηφία της βιβλιογραφίας, είναι ότι στη μελέτη των Bernardon και συν.⁸¹ δεν λαμβάνει χώρα υποτροπή μετά τη λεύκανση. Αίτια για αυτό αλλά και ταυτόχρονα αδυναμίες αυτής της μελέτης, φαίνεται να είναι ο συνδυασμός της «υποκειμενικότερης» οπτικής μεθόδου (SGU) με τις μετρήσεις του σπεκτροφωτόμετρου, όπου μεταβολή μόνο 2SGU καταγράφεται ως αποτελεσματική λεύκανση. Πρόσθετα, ο υπολογισμός αποκλειστικά του ΔE^{*} και όχι των ΔL , Δa και Δb που όπως προαναφέρθηκε δίνει ολοκληρωμένη εικόνα. Πάντως το τελικό συμπέρασμα των μελετητών εδώ ταυτίζεται απολύτως με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης και συμπυκνώνεται στη συνολική οριακή – αν και όχι στατιστικά σημαντική - υπεροχή του συνδυασμένου πρωτοκόλλου.

Υπεροχή του συνδυασμένου πρωτοκόλλου δίνει και η κλινική μελέτη των Kugel και συν.⁴⁷ Στη μελέτη τους συγκρίνουν την αποτελεσματικότητα ενός συνδυασμένου πρωτοκόλλου σε σχέση με εκείνη ενός πρωτοκόλλου λεύκανσης αποκλειστικά στο ιατρείο. Παρά τον μικρό αριθμό των συμμετεχόντων (20 ενήλικες) και τη μικρή διάρκεια μέτρησης μετά τη λεύκανση (μόνο 5 μέρες), οι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι βρήκαν σημαντική υπεροχή του (35%YK x 2 x 15' και 15%YK στο σπίτι για 5 μέρες).

Τέλος, ένα σημαντικό συμπέρασμα είναι εκείνο της μελέτης των Parathanasiou και συν.⁴⁸ Αυτοί διαφοροποιούνται από τις προηγούμενες μελέτες στο ότι δοκιμάζουν

το σκέλος της λεύκανσης (1 εφαρμογή λεύκανσης στο ιατρείο με 15%YH και λεύκανση στο σπίτι 10%YK για 1 εβδομάδα) ως προς τη διάρκεια εφαρμογής του YH. Είχαν τρεις ομάδες τις οποίες υπέβαλλαν σε YH για 30,45 και 60 λεπτά αντίστοιχα και στη συνέχεια σε λεύκανση στο σπίτι όπως προαναφέρθηκε. Όλες οι ομάδες πέτυχαν σημαντική αλλαγή στην χροιά των δοντιών αντίστοιχη των 8SGU+ χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους, μετά το πέρας της θεραπείας και έως 8 μέρες μετά. Δυστυχώς επανέλεγχος αργότερα για εκτίμηση πιθανής μελλοντικής υποτροπής δεν πραγματοποιήθηκε.

Ολοκληρώνοντας αξίζει να αναφερθεί συμπερασματικά ότι στην παρούσα μελέτη δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στο τελικό λευκαντικό αποτέλεσμα, αλλά καταγράφηκε μόνο μια αριθμητική τάση υπεροχής της ομάδας του συνδυασμένου πρωτοκόλλου. Συνεπώς και οι τέσσερις ομάδες πέτυχαν να λευκάνουν τα υπό μελέτη δείγματα/δόντια με καταγραφόμενες ΔΕ* σαφώς μεγαλύτερες από τα όρια ευδιάκριτων ορατά τιμών για τις παραμέτρους AT αλλά και PT.

Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Όπως φάνηκε από τη μελέτη αυτή αλλά και την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, καταδεικνύεται αριθμητική υπεροχή των συνδυασμένων πρωτοκόλλων έναντι των άλλων μεθόδων λεύκανσης. Το πρόβλημα είναι ότι ο χρόνος παρακολούθησης, αλλά και το μέγεθος του δείγματος είναι συνήθως ανεπαρκές.

Με βάση την αποτελεσματικότητα της παρούσας μεθοδολογίας προτείνεται ένα μέγεθος δείγματος τουλάχιστον 25 δοντιών ανά ομάδα μελέτης (αυτό μεταφράζεται σε 5 ή περισσότερους ασθενείς με 6 άθικτα πρόσθια δόντια ανά ομάδα, για τις κλινικές μελέτες). Ακόμη ζητούμενο θα ήταν να γίνουν μελέτες με χρόνο παρακολούθησης άνω των 6 μηνών και ιδανικά 1 ή 2 ετών. Με τον τρόπο αυτό θα αναδεικνύονταν σαφέστερα στοιχεία για το φαινόμενο της υποτροπής. *Άλλωστε στόχος των μελετητών της παρούσας εργασίας είναι να ακολουθήσουν μετρήσεις στα δείγματα της μελέτης στη χρονική στιγμή του ενός έτους μετά τη λεύκανση.*

Επιπρόσθετα, η βιβλιογραφία τεκμηριώνει την ανάγκη χρώσης των δοντιών στις εργαστηριακές μελέτες. Συνεπώς καλό θα ήταν αυτή να λάμβανε πάντα χώρα και να ακολουθούσε ένα κοινώς αποδεκτό πρωτόκολλο από όλους τους ερευνητές. Μάλιστα

έτσι θα αντιμετωπιζόταν και το φαινόμενο της «αστάθειας» των χρωστικών (instability of the staining) που επικάθονται στα δείγματα και που όπως αναφέρουν οι Griffiths και συν.¹⁵¹ μπορεί να έχει σημαντικό ρόλο στις παρατηρούμενες διαφορές μεταξύ των εργαστηριακών ερευνών λεύκανσης που έχουν εφαρμόσει διαφορετικά πρωτόκολλα χρώσης.

Τέλος, αλλά πολύ σημαντικό, θα ήταν να κατέληγαν οι ερευνητές στην καθιέρωση συγκεκριμένων πρωτοκόλλων, τόσο στο ιατρείο όσο και στο σπίτι, σε ότι αφορά τη συχνότητα, τους χρόνους εφαρμογής, τη διάρκεια εφαρμογής και τις συγκεντρώσεις υπεροξειδίων. Είναι η ποικιλία των δοκιμασμένων πρωτοκόλλων τέτοια που συχνά η σύγκριση μεταξύ διαφορετικών μελετών γίνεται από δύσκολη ως αδύνατη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η βιβλιογραφική ανασκόπηση των Cunha και συν.⁵³ στην οποία από 483 άρθρα αρχικά κατέληξαν να συγκρίνουν-συνθέσουν-χρησιμοποιήσουν μόνο τα 5 από αυτά.

Προτάσεις με κλινική εφαρμογή

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης μπορούν να αποβούν χρήσιμα στην καθημερινή κλινική πράξη. Έγινε φανερό ότι το συνδυασμένο πρωτόκολλο έχει μικρό προβάδισμα σε σχέση με τις εναλλακτικές επιλογές, σε βάθος χρόνου έως 6 μήνες. Οπότε, με εξαίρεση τις περιπτώσεις όπου είναι απαραίτητο το μέγιστο αποτέλεσμα όσο το δυνατόν γρηγορότερα (π.χ. απαίτηση ασθενή, άλλοι πρακτικοί λόγοι κλπ) δεν κρίνεται αναντικατάστατη η εφαρμογή του. Στις προαναφερόμενες περιπτώσεις όπου απαιτείται γρήγορη χρονικά αλλαγή του χρώματος των δοντιών η εφαρμογή λεύκανσης στο ιατρείο κατά το πρωτόκολλο BO2 φαίνεται εξίσου καλή επιλογή. Βέβαια αξίζει να σημειωθεί ότι το συνδυασμένο πρωτόκολλο στην παρούσα εργασία πέτυχε αμέσως μετά τη λεύκανση τη στατιστικά σημαντικότερη φωτεινότητα, πράγμα που μπορεί να γνωστοποιηθεί στους ασθενείς προκειμένου να αποφασίσουν αν αξίζει να υποστούν το παραπάνω κόστος του συνδυασμένου πρωτοκόλλου.

Βέβαια επειδή η υποτροπή στο 6μηνο είναι σημαντική όπως αποδείχθηκε και στην εργασία αυτή, θα ήταν καλό να γίνεται και η προβλεπόμενη από τη βιβλιογραφία συντηρητική αγωγή μετά από 6-8 μήνες¹⁵²⁻¹⁵⁴. Αυτή συνήθως ολοκληρώνεται με εφαρμογή 10%YK με νάρθηκες στο σπίτι για 3-4 μέρες.

Χαρακτηριστικά και περιορισμοί της μελέτης

Όπως προαναφέρθηκε για να διαπιστωθεί αν το δείγμα είναι επαρκές, πραγματοποιήθηκε post hoc achieved power analysis, με την εφαρμογή της δοκιμασίας Wilcoxon signed-rank test (matched pairs) (G*Power Calculator, University of Dusseldorf). Η στατιστική ισχύς του δείγματος ήταν πολύ ικανοποιητική ($>0,95$), με ισχυρή επίδραση αποτελέσματος (effect size $>0,87$). Συνεπώς το δείγμα μας ήταν επαρκές. Οι καταγραφές της παρούσας εργασίας έγιναν με τη χρήση βαθμονομημένης συσκευής, η οποία δεν επηρεαζόταν από τον περιβάλλοντα φωτισμό, οπότε η υποκειμενική αντίληψη της οπτικής παρατήρησης αποφεύχθηκε. Ωστόσο σημειώνεται ότι η παρούσα εργαστηριακή μελέτη δεν θα μπορούσε να προσεγγίσει απόλυτα τις κλινικές συνθήκες. Επιπρόσθετα, ιδανικότερο θα ήταν ο χρόνος παρακολούθησης των δειγμάτων να είναι 12 ή 24 μήνες για την αποτελεσματικότερη ανάλυση του φαινομένου. Επιθυμητό θα ήταν, πρόσθετα, τα δείγματά να είναι αποκλειστικά άνω κεντρικοί τομείς, μια και υπάρχει ο περιορισμός της διαφορετικής συμπεριφοράς κεντρικών τομέων, πλαγίων τομέων και κυνοδόντων άνω και κάτω γνάθου, τόσο όσον αφορά τη χρώση τους όσο και τη λεύκανσή τους στη συνέχεια ¹⁰⁹.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Όλα τα πρωτόκολλα (λεύκανση στο σπίτι, λεύκανση στο ιατρείο, συνδυασμός λεύκανσης ιατρείο-σπίτι) αποδείχτηκαν ισότιμα ικανά στο να επιτύχουν λεύκανση των δειγμάτων/δοντιών για το χρονικό διάστημα έως και των 6 μηνών μετά την εφαρμογή τους.
- Η λεύκανση αποκλειστικά στο σπίτι εμφάνισε τη σημαντικότερη υποτροπή, καταγράφοντας τη στατιστικά μικρότερη φωτεινότητα στη χρονική στιγμή των 6 μηνών μετά τη λεύκανση.
- Η ομάδα του συνδυασμένου πρωτοκόλλου είχε τη στατιστικά σημαντική μεγαλύτερη φωτεινότητα από όλες τις άλλες τη χρονική στιγμή αμέσως μετά τη λεύκανση.
- Η ομάδα του συνδυασμένου πρωτοκόλλου διατήρησε το λευκαντικό αποτέλεσμα στα δείγματά της στους 6 μήνες, καταγράφοντας το συνδυασμό της μεγαλύτερης φωτεινότητας και του μικρότερου ΔΕ* από όλες τις άλλες ομάδες.
- Σε κάθε χρονική στιγμή η χρωματική διαφορά η οποία πρόκυπτε ήταν ορατά διακριτή ($\Delta E^* > 2,7$).
- Όλες οι ομάδες εμφάνισαν σημαντική υποτροπή στους 6 μήνες μετά τη θεραπεία.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

“Εργαστηριακή μελέτη αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας πρωτοκόλλων λεύκανσης δοντιών”

Εισαγωγή: Η λεύκανση των δοντιών με ζωντανό πολφό αποτελεί την πλέον συντηρητική αντιμετώπιση των περισσοτέρων μορφών οδοντικής δυσχρωμίας. Στις μέρες μας είναι κοινά αποδεκτό ότι πρόκειται για θεραπευτική διαδικασία απόλυτα ασφαλή, διαδεδομένη και με σημαντική βιβλιογραφική τεκμηρίωση. Μια σειρά διαφορετικών λευκαντικών υλικών, συσκευών και πρωτοκόλλων εφαρμογής έχουν προταθεί κατά καιρούς. Στην πράξη, διαπιστώνεται ότι υπάρχει πολύ μικρός αριθμός μελετών που να συγκρίνουν τα διαφορετικά αυτά πρωτόκολλα μεταξύ τους με αποτέλεσμα η έλλειψη τεκμηρίωσης να οδηγεί στην εμπειρική εφαρμογή των τεχνικών. Υπάρχει συνεπώς ανάγκη τεκμηρίωσης των διαφορετικών πρωτοκόλλων τεχνικών λεύκανσης.

Σκοπός: Σκοπός της παρούσας *in vitro* μελέτης είναι η σύγκριση και αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας διαφόρων πρωτοκόλλων λεύκανσης των δοντιών.

Υλικά και μέθοδοι: Στην εργαστηριακή αυτή μελέτη χρησιμοποιήθηκαν εκατό άθικτοι ανθρώπινοι τομείς που εξήχθησαν για περιοδοντικούς λόγους. Το δείγμα περιείχε τομείς κεντρικούς και πλάγιους, τόσο της άνω όσο και της κάτω γνάθου. Τα δόντια του δείγματος κατανεμήθηκαν ισομερώς σε 4 ομάδες ($n=25$) και υπεβλήθησαν σε χρώση με διάλυμα από μαύρο τσάι (2gr μαύρο τσάι {M&S Fairtrade Earl Grey } σε 100ml βραστό νερό) για 7 μέρες σε θερμοκρασία δωματίου. Τα πρωτόκολλα που δοκιμάστηκαν ήταν συνοπτικά 1:14 μέρες x 120 λεπτά/μέρα 10% YK (Opalescence PF 10%, Ultradent) με νάρθηκες (λεύκανση στο σπίτι-BH), 2:2 φορές x (3 εφαρμογές/φορά x 15λεπτά) 40% YH, (Opalescence Boost 40%, Ultradent) (λεύκανση στο ιατρείο-BO1), 3:3 φορές x (3 εφαρμογές/φορά x 15λεπτά) 40% YH, (Opalescence Boost 40%, Ultradent) (λεύκανση στο ιατρείο-BO2) and 4:14 μέρες x 120 λεπτά/μέρα 10% YK με νάρθηκες και 2 φορές x (3εφαρμογές/φορά x 15 λεπτά) 40% YH (combined BH-BO1). Οι χρωματικές μετρήσεις έλαβαν χώρα κατά την έναρξη (t_0), μετά τη χρώση (t_1), μετά την εφαρμογή της λεύκανσης (t_2), 90 (t_3) και 180 (t_4) μετά τη λεύκανση, με τη χρήση χρωματόμετρου (Dr Lance Micro Colour, Braive Instruments) στο CIEL*a*b* σύστημα. Οι τιμές του ΔE^* υπολογίστηκαν, σε σχέση με την t_0 και έγινε ανάλυση αυτών με μη παραμετρικές δοκιμασίες όπως οι έλεγχοι κατά Mann-Whitney U και Friedman test προκειμένου να διερευνηθούν πιθανές συσχετίσεις μεταξύ των ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών. Για να διαπιστωθεί αν το δείγμα ήταν επαρκές, πραγματοποιήθηκε post hoc achieved power analysis, με την εφαρμογή της δοκιμασίας Wilcoxon signed-rank test (matched pairs) (G*Power Calculator,

University of Dusseldorf). Ως επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε το $\alpha=0.01$.

Αποτελέσματα: Δεν καταγράφηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων σε ότι αφορά το ΔE^* σε καμία χρονική στιγμή. Το L^* ήταν σημαντικά διαφορετικό μετά τη λεύκανση (t_2) σε όλες τις ομάδες. Επιπλέον την χρονική στιγμή μετά τη λεύκανση (t_2) το L^* ήταν σημαντικά υψηλότερο για την ομάδα BH-BO1. Την χρονική στιγμή μετά τη λεύκανση (t_2) το ΔE^* ήταν υψηλότερο για την ομάδα BO2. Ακόμη τις χρονικές στιγμές t_3 και t_4 η μέση μεγαλύτερη τιμή L^* και η μικρότερη ΔE^* εμφανίστηκαν στην ομάδα BH-BO1. Τέλος, το L^* αυξήθηκε σε όλες τις ομάδες αμέσως μετά τη λεύκανση και στη συνέχεια η τιμή του ακολούθησε πτωτική πορεία. Το αντίθετο ακριβώς έλαβε χώρα με το a^* και το b^* .

Συμπεράσματα: Όλα τα πρωτόκολλα (λεύκανση στο σπίτι, λεύκανση στο ιατρείο, συνδυασμός λεύκανσης ιατρείο-σπίτι) αποδείχτηκαν ισότιμα ικανά στο να επιτύχουν λεύκανση των δειγμάτων/δοντιών για το χρονικό διάστημα έως και των 6 μηνών μετά την εφαρμογή τους. Η λεύκανση αποκλειστικά στο σπίτι εμφάνισε τη σημαντικότερη υποτροπή, καταγράφοντας τη στατιστικά μικρότερη φωτεινότητα στη χρονική στιγμή των 6 μηνών μετά τη λεύκανση. Η ομάδα του συνδυασμένου πρωτοκόλλου είχε τη (στατιστικά σημαντική) μεγαλύτερη φωτεινότητα από όλες τις άλλες τη χρονική στιγμή αμέσως μετά τη λεύκανση. Η ομάδα του συνδυασμένου πρωτοκόλλου διατήρησε το λευκαντικό αποτέλεσμα στα δείγματά της στους 6 μήνες, καταγράφοντας το συνδυασμό της μεγαλύτερης φωτεινότητας και του μικρότερου ΔE^* , σε καλύτερο βαθμό από όλες τις άλλες ομάδες. Σε κάθε χρονική στιγμή χρωματική διαφορά η οποία πρόκυπτε ήταν ορατά διακριτή. Όλες οι ομάδες εμφάνισαν σημαντική υποτροπή στους 6 μήνες μετά τη θεραπεία.

SUMMARY

“Challenging the efficacy of different dental bleaching protocols. An in vitro study”

INTRODUCTION. External dental bleaching is the most conservative treatment when dealing with most types of dental stains. Nowadays it is commonly accepted that this treatment is completely safe and therefore it is used widely. A number of different bleaching materials, devices and application protocols have been proposed from time to time. In practice, there are few studies that compare these different protocols. This lack of documentation leads to empirical application of the bleaching materials. Therefore a need to evaluate the different bleaching protocols arise.

PURPOSE. Investigation of the in vitro efficiency of four dental bleaching protocols on the color change of natural human teeth, stained by a black tea solution.

MATERIALS AND METHODS. One hundred intact, extracted, human incisors were randomly divided ($n=4 \times 25$ /group) and underwent black tea staining {2gr black tea (M&S Fairtrade Earl Grey) at 100ml boiled distilled water}, for seven days in room temperature. The bleaching protocols applied per group were 1:14 days x 120 min/day 10% CP (Opalescence PF 10%, Ultradent) with trays (bleaching at home-BH), 2:2 times x (3 appl/time x 15min) 40% HP, (Opalescence Boost 40%, Ultradent) (bleaching in office-BO1), 3:3 times x (3 appl/time x 15min) 40% HP, (Opalescence Boost 40%, Ultradent) (bleaching in office-BO2) and 4:14 days x 120 min/day 10% CP with trays and 2 times x (3 appl/time x 15 min) 40% HP (combined BH-BO1). The color measurements were conducted at baseline (t_0) and after staining (t_1), bleaching application (t_2), 90 (t_3) and 180 (t_4) days, with a colorimeter (Dr Lance Micro Colour, Braive Instruments) in CIEL*a*b* system. ΔE^* values were calculated relative to t_0 and analyzed by Wilcoxon signed-rank test (matched pairs) (G*Power Calculator, University of Dusseldorf ($\alpha=0.01$)). To determine whether the sample was adequate, a post hoc achieved power analysis, was applied by using the Wilcoxon signed-rank test (matched pairs) (G * Power Calculator, University of Dusseldorf). The level of statistical significance was set to $\alpha = 0.01$.

RESULTS. There were no group-dependenced differences for ΔE values and L^* was significantly different at all times for all groups. L^* was significantly higher for group

BH-BO1 and ΔE^* was higher for group BO2 at t2. At t3 and t4 the higher L^* (mean value) and the lowest ΔE^* corresponded to group BH-BO1. L^* increased in all groups immediately after bleaching and then followed a downward trend. The exact opposite occurred with a^* and b^* .

CONCLUSIONS. In-office, at-home and combined bleaching protocols proved to be equally efficient, for a period of 6 months, although several differences were detected concerning color coordinates. All protocols tested provided significant color change in stained teeth just after bleaching within the same group. Bleaching exclusively at home showed a significant relapse and showed the statistically lower lightness (L^*) at 6 months after bleaching. The group of the combined protocol reported immediately after bleaching the highest lightness than all other groups and maintained the whitening effect (highest lightness and lowest ΔE^*) at 6 months. At all times, the color differences that occurred were visually distinct. All groups showed significant color relapse at 6 months after treatment.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. wikipedia.org, u.
2. Δουβίτσας, Γ. Κλινική Αισθητική Οδοντιατρική, (Εκδόσεις ΖΗΤΑ).
3. Goldstein. *Esthetics in Dentistry*, (B.C. Decker Inc).
4. Joiner, A. Tooth colour: a review of the literature. *Journal of dentistry* **32 Suppl 1**, 3-12 (2004).
5. Joiner, A., Hopkinson, I., Deng, Y. & Westland, S. A review of tooth colour and whiteness. *Journal of dentistry* **36 Suppl 1**, S2-7 (2008).
6. Russell, M.D., Gulfranz, M. & Moss, B.W. In vivo measurement of colour changes in natural teeth. *J Oral Rehabil* **27**, 786-792 (2000).
7. Vaarkamp, J., ten Bosch, J.J. & Verdonschot, E.H. Propagation of light through human dental enamel and dentine. *Caries Res* **29**, 8-13 (1995).
8. Ko, C.C., Tantbirojn, D., Wang, T. & Douglas, W.H. Optical scattering power for characterization of mineral loss. *Journal of dental research* **79**, 1584-1589 (2000).
9. ten Bosch, J.J. & Coops, J.C. Tooth color and reflectance as related to light scattering and enamel hardness. *Journal of dental research* **74**, 374-380 (1995).
10. Zijp, J.R., ten Bosch, J.J. & Groenhuis, R.A. HeNe-laser light scattering by human dental enamel. *Journal of dental research* **74**, 1891-1898 (1995).
11. Φούγια Αγγελική, Λ.Π. Μελέτη της Σχέσης Προβλημάτων Χρωματικής ορασης και Επιλογής Χρώματος στην Οδοντιατρική.
12. Goodkind, R.J. & Schwabacher, W.B. Use of a fiber-optic colorimeter for in vivo color measurements of 2830 anterior teeth. *The Journal of prosthetic dentistry* **58**, 535-542 (1987).
13. Dietschi, D. Bright and white: is it always right? *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]* **17**, 183-190 (2005).
14. Fasanaro, T.S. Bleaching teeth: history, chemicals, and methods used for common tooth discolorations. *Journal of esthetic dentistry* **4**, 71-78 (1992).
15. Kerosuo, H., Hausen, H., Laine, T. & Shaw, W.C. The influence of incisal malocclusion on the social attractiveness of young adults in Finland. *European journal of orthodontics* **17**, 505-512 (1995).
16. Dunn, W.J., Murchison, D.F. & Broome, J.C. Esthetics: patients' perceptions of dental attractiveness. *J Prosthodont* **5**, 166-171 (1996).
17. Sabherwal, R.S., Gonzalez, J. & Naini, F.B. Assessing the influence of skin color and tooth shade value on perceived smile attractiveness. *Journal of the American Dental Association* **140**, 696-705 (2009).
18. Strassler, H.E. Update on vital tooth bleaching. *MSDA J* **40**, 49-52 (1997).
19. Μουντούρης, Γ. Η επίδραση ενός κύκλου λεύκανσης στην αδαμαντίνη και στην οδοντίνη: αναλυτική μελέτη των μεταβολών που προκαλούνται από σκευάσματα για χρήση στο ιατρείο και για χρήση κατ' οίκον, (2004).
20. Δουβίτσας Γ., Π.Χ., Αντωνιάδου Μ. Λεύκανση των δοντιών, (Οδοντιατρικό Βήμα).
21. Nathoo, S.A. The chemistry and mechanisms of extrinsic and intrinsic discoloration. *Journal of the American Dental Association* **128 Suppl**, 6S-10S (1997).

22. Elfrink, M.E., *et al.* Is maternal use of medicines during pregnancy associated with deciduous molar hypomineralisation in the offspring? A prospective, population-based study. *Drug Saf* **36**, 627-633 (2013).
23. Baratieri, L.N., Ritter, A.V., Monteiro, S., Jr., Caldeira de Andrada, M.A. & Cardoso Vieira, L.C. Nonvital tooth bleaching: guidelines for the clinician. *Quintessence international* **26**, 597-608 (1995).
24. Rotstein, I., Mor, C. & Friedman, S. Prognosis of intracoronal bleaching with sodium perborate preparation in vitro: 1-year study. *J Endod* **19**, 10-12 (1993).
25. Solheim, T. Dental color as an indicator of age. *Gerodontology* **4**, 114-118 (1988).
26. Rosen, M., Christelis, A., Bow, P., Cohen, J. & Becker, P.J. Glass ionomers and discoloration: a comparative study of the effects of tea and coffee on three brands of glass ionomer dental cement. *J Dent Assoc S Afr* **44**, 333-336 (1989).
27. Eriksen, H.M. & Nordbo, H. Extrinsic discoloration of teeth. *Journal of clinical periodontology* **5**, 229-236 (1978).
28. Deliperi, S., Bardwell, D.N. & Papatthanasiou, A. Clinical evaluation of a combined in-office and take-home bleaching system. *Journal of the American Dental Association* **135**, 628-634 (2004).
29. Dahl, J.E. & Pallesen, U. Tooth bleaching--a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med* **14**, 292-304 (2003).
30. Haywood, V.B. & Heymann, H.O. Nightguard vital bleaching. *Quintessence international* **20**, 173-176 (1989).
31. Feinman, R.A. Reviewing vital bleaching and chemical alterations. *Journal of the American Dental Association* **122**, 55-56 (1991).
32. Heymann, H.O. Nonrestorative treatment of discolored teeth: reports from an International Symposium. *Journal of the American Dental Association* **128**, 710-711 (1997).
33. Howard, W.R. Patient-applied tooth whiteners. *Journal of the American Dental Association* **123**, 57-60 (1992).
34. Saha, R. & Malik, P. Paediatric aesthetic dentistry: a review. *European journal of paediatric dentistry : official journal of European Academy of Paediatric Dentistry* **13**, 6-12 (2012).
35. Croll, T.P. & Donly, K.J. Tooth bleaching in children and teens. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]* **26**, 147-150 (2014).
36. <http://ec.europa.eu>.
37. Garber, D.A. Dentist-monitored bleaching: a discussion of combination and laser bleaching. *Journal of the American Dental Association* **128 Suppl**, 26S-30S (1997).
38. Tavares, M., *et al.* Light augments tooth whitening with peroxide. *Journal of the American Dental Association* **134**, 167-175 (2003).
39. Ontiveros, J.C. & Paravina, R.D. Color change of vital teeth exposed to bleaching performed with and without supplementary light. *Journal of dentistry* **37**, 840-847 (2009).
40. Thosre, D. & Mulay, S. Smile enhancement the conservative way: Tooth whitening procedures. *Journal of conservative dentistry : JCD* **12**, 164-168 (2009).
41. Dietschi, D., Benbachir, N. & Krejci, I. In vitro colorimetric evaluation of the efficacy of home bleaching and over-the-counter bleaching products. *Quintessence international* **41**, 505-516 (2010).

42. Fornaini, C., *et al.* Analysis of shade, temperature and hydrogen peroxide concentration during dental bleaching: in vitro study with the KTP and diode lasers. *Lasers in medical science* (2011).
43. Lima, D.A., *et al.* In vitro assessment of the effectiveness of whitening dentifrices for the removal of extrinsic tooth stains. *Brazilian oral research* **22**, 106-111 (2008).
44. Cohen, S.C. Human pulpal response to bleaching procedures on vital teeth. *J Endod* **5**, 134-138 (1979).
45. Seale, N.S., McIntosh, J.E. & Taylor, A.N. Pulpal reaction to bleaching of teeth in dogs. *Journal of dental research* **60**, 948-953 (1981).
46. Barghi, N. Making a clinical decision for vital tooth bleaching: at-home or in-office? *Compend Contin Educ Dent* **19**, 831-838; quiz 840 (1998).
47. Kugel, G., Perry, R.D., Hoang, E. & Scherer, W. Effective tooth bleaching in 5 days: using a combined in-office and at-home bleaching system. *Compend Contin Educ Dent* **18**, 378, 380-373 (1997).
48. Papathanasiou, A., Bardwell, D. & Kugel, G. A clinical study evaluating a new chairside and take-home whitening system. *Compend Contin Educ Dent* **22**, 289-294, 296, 298; quiz 300 (2001).
49. Browning, W.D. Use of shade guides for color measurement in tooth-bleaching studies. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]* **15 Suppl 1**, S13-20 (2003).
50. Araújo, R.M. In vitro evaluation of dental bleaching effectiveness using hybrid lights activation. *Rev. odonto ciênc.* **25**, 159-164 (2010).
51. Dawson, P.F., Sharif, M.O., Smith, A.B. & Brunton, P.A. A clinical study comparing the efficacy and sensitivity of home vs combined whitening. *Operative dentistry* **36**, 460-466 (2011).
52. Llambes, G., Llana, C., Amengual, J. & Forner, L. In vitro evaluation of the efficacy of two bleaching procedures. *Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal* **16**, e845-851 (2011).
53. Cunha, A.G.G. Comparison of the clinical efficacy of at-home and in-office bleaching. *INTERNATIONAL JOURNAL OF DENTAL CLINICS 2011*: **3**, 1-4 (2011).
54. Gerlach, R.W. & Barker, M.L. Randomized clinical trial comparing overnight use of two self-directed peroxide tooth whiteners. *Am J Dent* **16 Spec No**, 21 (2003).
55. Forner, L., Amengual, J., Liens, C. & Riutord, P. Therapeutic effectiveness of a new enzymatic bleaching dentifrice. *The European journal of esthetic dentistry : official journal of the European Academy of Esthetic Dentistry* **7**, 62-70 (2012).
56. Joiner, A. Review of the extrinsic stain removal and enamel/dentine abrasion by a calcium carbonate and perlite containing whitening toothpaste. *Int Dent J* **56**, 175-180 (2006).
57. Gerlach, R.W., Tucker, H.L., Anastasia, M.K. & Barker, M.L. Clinical trial comparing 2 hydrogen peroxide tooth whitening systems: strips vs pre-rinse. *Compend Contin Educ Dent* **26**, 874-878 (2005).
58. Kishta-Derani, M., Neiva, G., Yaman, P. & Dennison, J. In vitro evaluation of tooth-color change using four paint-on tooth whiteners. *Operative dentistry* **32**, 394-398 (2007).
59. Lo, E.C.M., Wong, A.H.H. & McGrath, C. A randomized controlled trial of home tooth-whitening products. *Am J Dent* **20**, 315-318 (2007).

60. Gerlach, R.W. & Barker, M.L. Professional vital bleaching using a thin and concentrated peroxide gel on whitening strips: an integrated clinical summary. *J Contemp Dent Pract* **5**, 1-17 (2004).
61. Nunes, P.F., Johnson, B.A. & Breene, R.T.S. Selling to the moneyed masses. *Harv Bus Rev* **82**, 94-9104 (2004).
62. Gerlach, R.W. & Barker, M.L. Clinical response of three direct-to-consumer whitening products: strips, paint-on gel, and dentifrice. *Compend Contin Educ Dent* **24**, 458, 461-454, 466 passim (2003).
63. Kielbassa, A.M., Beheim-Schwarzbach, N.J., Neumann, K., Nat, R. & Zantner, C. In vitro comparison of visual and computer-aided pre- and post-tooth shade determination using various home bleaching procedures. *The Journal of prosthetic dentistry* **101**, 92-100 (2009).
64. Gerlach, R.W. & Zhou, X. Vital bleaching with whitening strips: summary of clinical research on effectiveness and tolerability. *J Contemp Dent Pract* **2**, 1-16 (2001).
65. Gerlach, R.W., Zhou, X. & McClanahan, S.F. Comparative response of whitening strips to a low peroxide and potassium nitrate bleaching gel. *Am J Dent* **15 Spec No**, 23 (2002).
66. Gerlach, R.W., Gibb, R.D. & Sagel, P.A. Initial color change and color retention with a hydrogen peroxide bleaching strip. *Am J Dent* **15**, 3-7 (2002).
67. Gerlach, R.W., Barker, M.L. & Sagel, P.A. Comparative efficacy and tolerability of two direct-to-consumer tooth whitening systems. *Am J Dent* **14**, 267-272 (2001).
68. Auschill, T.M., Hellwig, E., Schmidale, S., Sculean, A. & Arweiler, N.B. Efficacy, side-effects and patients' acceptance of different bleaching techniques (OTC, in-office, at-home). *Operative dentistry* **30**, 156-163 (2005).
69. Zantner, C., Derdilopoulou, F., Martus, P. & Kielbassa, A.M. Randomized clinical trial on the efficacy of 2 over-the-counter whitening systems. *Quintessence international* **37**, 695-706 (2006).
70. Moore, M., Hasler-Nguyen, N. & Saroea, G. In vitro tooth whitening effect of two medicated chewing gums compared to a whitening gum and saliva. *BMC Oral Health* **8**, 23 (2008).
71. Delfino, C.S., *et al.* Effectiveness of home bleaching agents in discolored teeth and influence on enamel microhardness. *Journal of applied oral science : revista FOB* **17**, 284-288 (2009).
72. Demarco, F.F., Meireles, S.S. & Masotti, A.S. Over-the-counter whitening agents: a concise review. *Brazilian oral research* **23 Suppl 1**, 64-70 (2009).
73. Matis, B.A., Cochran, M.A. & Eckert, G. Review of the effectiveness of various tooth whitening systems. *Operative dentistry* **34**, 230-235 (2009).
74. Antoniadou Maria, K.A., Paximada Xaris, Douvitsas Gerasimos, Kakaboura Afrodite. Parallel evaluation of safety and effectiveness between three different types of commercial bleaching products and 10% carbamide peroxide: a clinical trial. (2011).
75. Branemark, P.I. & Ekholm, R. Tissue injury caused by wound disinfectants. *J Bone Joint Surg Am* **49**, 48-62 (1967).
76. Rees, T.D. & Orth, C.F. Oral ulcerations with use of hydrogen peroxide. *J Periodontol* **57**, 689-692 (1986).
77. Naik, S., Tredwin, C.J. & Scully, C. Hydrogen peroxide tooth-whitening (bleaching): review of safety in relation to possible carcinogenesis. *Oral Oncol* **42**, 668-674 (2006).

78. Delgado, W. & Calderon, R. Acatasia in two Peruvian siblings. *J Oral Pathol* **8**, 358-368 (1979).
79. Walsh, L.J. Safety issues relating to the use of hydrogen peroxide in dentistry. *Aust Dent J* **45**, 257-269; quiz 289 (2000).
80. Marshall, M.V., Gragg, P.P., Packman, E.W., Wright, P.B. & Cancro, L.P. Hydrogen peroxide decomposition in the oral cavity. *Am J Dent* **14**, 39-45 (2001).
81. Bernardon, J.K., *et al.* Clinical performance of vital bleaching techniques. *Operative dentistry* **35**, 3-10 (2010).
82. Sulieman, M., Addy, M., MacDonald, E. & Rees, J.S. The effect of hydrogen peroxide concentration on the outcome of tooth whitening: an in vitro study. *Journal of dentistry* **32**, 295-299 (2004).
83. Sulieman, M., MacDonald, E., Rees, J.S., Newcombe, R.G. & Addy, M. Tooth bleaching by different concentrations of carbamide peroxide and hydrogen peroxide whitening strips: an in vitro study. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]* **18**, 93-100; discussion 101 (2006).
84. Meireles, S.S., Heckmann, S.S., Santos, I.S., Della Bona, A. & Demarco, F.F. A double blind randomized clinical trial of at-home tooth bleaching using two carbamide peroxide concentrations: 6-month follow-up. *Journal of dentistry* **36**, 878-884 (2008).
85. Strobl, A., *et al.* Laser-assisted in-office bleaching using a neodymium:yttrium-aluminum-garnet laser: an in vivo study. *Lasers in medical science* **25**, 503-509 (2010).
86. Matis, B.A., *et al.* A clinical evaluation of bleaching using whitening wraps and strips. *Operative dentistry* **30**, 588-592 (2005).
87. Mokhlis, G.R., Matis, B.A., Cochran, M.A. & Eckert, G.J. A clinical evaluation of carbamide peroxide and hydrogen peroxide whitening agents during daytime use. *Journal of the American Dental Association* **131**, 1269-1277 (2000).
88. Zekonis, R., *et al.* Clinical evaluation of in-office and at-home bleaching treatments. *Operative dentistry* **28**, 114-121 (2003).
89. Adeyemi, A.A., Jarad, F.D., Pender, N. & Higham, S.M. Comparison of quantitative light-induced fluorescence (QLF) and digital imaging applied for the detection and quantification of staining and stain removal on teeth. *Journal of dentistry* **34**, 460-466 (2006).
90. Wetter, N.U., Barroso, M.C. & Pelino, J.E. Dental bleaching efficacy with diode laser and LED irradiation: an in vitro study. *Lasers in surgery and medicine* **35**, 254-258 (2004).
91. Sulieman, M., Addy, M. & Rees, J.S. Development and evaluation of a method in vitro to study the effectiveness of tooth bleaching. *Journal of dentistry* **31**, 415-422 (2003).
92. Lee, B.S., *et al.* Development of in vitro tooth staining model and usage of catalysts to elevate the effectiveness of tooth bleaching. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials* **24**, 57-66 (2008).
93. Goldstein R., G.D. *Complete Dental Bleaching*, (quintessence, chicago, 1995).
94. Haywood, V.B. Bleaching of vital and nonvital teeth. *Curr Opin Dent* **2**, 142-149 (1992).
95. Billmeyer, F.W., Jr., and Saltzman, M. *Principles of Color Technology*. (1966).
96. Burnham, R.W., Hanes, R. M., and Bartleson, C. J. *Color: A Guide to Basic Facts and Concepts*. (1963).

97. Sproull, R.C. Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. 1973. *The Journal of prosthetic dentistry* **86**, 453-457 (2001).
98. Εγκύκλιος Παιδεία.
99. Παπαδοπούλου-Νταϊφώτη, Ζ. Ασκληπιακό Πάρκο Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Αθηνών (1997).
100. Unknown. (2013).
101. Vander, S., Luciano. *ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ*, (ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ).
102. Color Wiki. (2013).
103. Sproull, R.C. Color matching in dentistry. I. The three-dimensional nature of color. *The Journal of prosthetic dentistry* **29**, 416-424 (1973).
104. Sproull, R.C. Color matching in dentistry. 3. Color control. *The Journal of prosthetic dentistry* **31**, 146-154 (1974).
105. Fondriest, J. Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *Int J Periodontics Restorative Dent* **23**, 467-479 (2003).
106. Ανδριτσάκης. *Ακίνητη επανορθωτική προσθετική*, (Ζαχαρόπουλος, Αθήνα, 2002).
107. van der Burgt, T.P., ten Bosch, J.J., Borsboom, P.C. & Kortsmit, W.J. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *The Journal of prosthetic dentistry* **63**, 155-162 (1990).
108. Kihn, P.W., Barnes, D.M., Romberg, E. & Peterson, K. A clinical evaluation of 10 percent vs. 15 percent carbamide peroxide tooth-whitening agents. *Journal of the American Dental Association* **131**, 1478-1484 (2000).
109. Antoniadou M., K.A., Paximada C., Douvitsas G. Digital and optical clinical color assessment in front teeth. in *2010_IADR* (2010).
110. Heymann, H.O., *et al.* Clinical evaluation of two carbamide peroxide tooth-whitening agents. *Compend Contin Educ Dent* **19**, 359-362, 364-356, 369 passim; quiz 376 (1998).
111. Paul, S., Peter, A., Pietrobon, N. & Hammerle, C.H. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *Journal of dental research* **81**, 578-582 (2002).
112. Miller, L. Organizing color in dentistry. *Journal of the American Dental Association Spec No*, 26E-40E (1987).
113. Grobler, S.R., Majeed, A., Moola, M.H., Rossouw, R.J. & van Wyk Kotze, T. In vivo Spectrophotometric Assessment of the Tooth Whitening Effectiveness of Nite White 10% with Amorphous Calcium Phosphate, Potassium Nitrate and Fluoride, Over a 6-month Period. *The open dentistry journal* **5**, 18-23 (2011).
114. Hall, N.R. Tooth colour selection: the application of colour science to dental colour matching. *Aust Prosthodont J* **5**, 41-46 (1991).
115. Marcucci, B. A shade selection technique. *The Journal of prosthetic dentistry* **89**, 518-521 (2003).
116. Paravina, R.D. New shade guide for tooth whitening monitoring: visual assessment. *The Journal of prosthetic dentistry* **99**, 178-184 (2008).
117. spectrophotometer. (2013).
118. Guan, Y.H., *et al.* The measurement of tooth whiteness by image analysis and spectrophotometry: a comparison. *J Oral Rehabil* **32**, 7-15 (2005).
119. Pimental, W. & Tiozzi, R. Comparison between visual and instrumental methods for natural tooth shade matching. *General dentistry* **62**, 47-49 (2014).
120. Witkowski, S., Yajima, N.D., Wolkewitz, M. & Strub, J.R. Reliability of shade selection using an intraoral spectrophotometer. *Clinical oral investigations* **16**, 945-949 (2012).

121. Chen, H., *et al.* A systematic review of visual and instrumental measurements for tooth shade matching. *Quintessence international* **43**, 649-659 (2012).
122. Du, Y., *et al.* [Precision and accuracy of a dental spectrophotometer in gingival color measurement of maxillary anterior gingival]. *Beijing da xue xue bao. Yi xue ban = Journal of Peking University. Health sciences* **44**, 622-627 (2012).
123. Bentley, C., Leonard, R.H., Nelson, C.F. & Bentley, S.A. Quantitation of vital bleaching by computer analysis of photographic images. *Journal of the American Dental Association* **130**, 809-816 (1999).
124. Kim, E., Son, T., Lee, Y. & Jung, B. Development of polarization dental imaging modality and evaluation of its clinical feasibility. *Journal of dentistry* **40 Suppl 1**, e18-25 (2012).
125. Papadopoulos, T., Sarafianou, A. & Hatzikyriakos, A. Colour stability of veneering composites after accelerated aging. *European journal of dentistry* **4**, 137-142 (2010).
126. Amaechi, B.T. & Higham, S.M. Development of a quantitative method to monitor the effect of a tooth whitening agent. *J Clin Dent* **13**, 100-103 (2002).
127. Pretty, I.A., Edgar, W.M. & Higham, S.M. The use of QLF to quantify in vitro whitening in a product testing model. *British dental journal* **191**, 566-569 (2001).
128. Chang, J.Y., *et al.* Evaluating the accuracy of tooth color measurement by combining the Munsell color system and dental colorimeter. *The Kaohsiung journal of medical sciences* **28**, 490-494 (2012).
129. Cho, B.H., Lim, Y.K. & Lee, Y.K. Comparison of the color of natural teeth measured by a colorimeter and Shade Vision System. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials* **23**, 1307-1312 (2007).
130. Kuzmanovic, D. & Lyons, K.M. Tooth shade selection using a colorimetric instrument compared with that using a conventional shade guide. *The New Zealand dental journal* **105**, 131-134 (2009).
131. Tung, F.F., Goldstein, G.R., Jang, S. & Hittelman, E. The repeatability of an intraoral dental colorimeter. *The Journal of prosthetic dentistry* **88**, 585-590 (2002).
132. Joiner, A. & Thakker, G. In vitro evaluation of a novel 6% hydrogen peroxide tooth whitening product. *Journal of dentistry* **32 Suppl 1**, 19-25 (2004).
133. Westland. COLOUR ASSESSMENT IN DENTISTRY *Annals of the BMVA*, 1-10 (2007).
134. Luo, W., *et al.* Comparison of the ability of different colour indices to assess changes in tooth whiteness. *Journal of dentistry* **35**, 109-116 (2007).
135. Scaminaci Russo, D., Viano, M., Bambi, C., Nieri, M. & Giachetti, L. Color stability of bleached teeth over time: an in vitro study. *The European journal of esthetic dentistry : official journal of the European Academy of Esthetic Dentistry* **5**, 300-310 (2010).
136. Oliver, T.L. & Haywood, V.B. Efficacy of nightguard vital bleaching technique beyond the borders of a shortened tray. *Journal of esthetic dentistry* **11**, 95-102 (1999).
137. Turkun, M., Celik, E.U., Aladag, A. & Gokay, N. One-year clinical evaluation of the efficacy of a new daytime at-home bleaching technique. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]* **22**, 139-146 (2010).

138. Buskes, J.A., Christoffersen, J. & Arends, J. Lesion formation and lesion remineralization in enamel under constant composition conditions. A new technique with applications. *Caries Res* **19**, 490-496 (1985).
139. Kiernan. *Histological and Histochemical Methods. Theory and Practice*, (Pergamon Press, Oxford, 1981).
140. Goodis, H.E., Marshall, G.W., Jr. & White, J.M. The effects of storage after extraction of the teeth on human dentine permeability in vitro. *Archives of oral biology* **36**, 561-566 (1991).
141. Khashayar, G., *et al.* Perceptibility and acceptability thresholds for colour differences in dentistry. *Journal of dentistry* **42**, 637-644 (2014).
142. Marcus², R.G.K.a.R.T. An Experiment in Visual Scaling of Small Color Differences*. *Color Research & Application* **4**, 57-108 (1979).
143. Ruyter, I.E., Nilner, K. & Moller, B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials* **3**, 246-251 (1987).
144. Seghi, R.R., Hewlett, E.R. & Kim, J. Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. *Journal of dental research* **68**, 1760-1764 (1989).
145. Douglas, R.D., Steinhauer, T.J. & Wee, A.G. Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch. *The Journal of prosthetic dentistry* **97**, 200-208 (2007).
146. Da Silva, J.D., Park, S.E., Weber, H.P. & Ishikawa-Nagai, S. Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction. *The Journal of prosthetic dentistry* **99**, 361-368 (2008).
147. Wiegand, A., Vollmer, D., Foitzik, M., Attin, R. & Attin, T. Efficacy of different whitening modalities on bovine enamel and dentin. *Clinical oral investigations* **9**, 91-97 (2005).
148. Mielczarek, A., Klukowska, M., Ganowicz, M., Kwiatkowska, A. & Kwasny, M. The effect of strip, tray and office peroxide bleaching systems on enamel surfaces in vitro. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials* **24**, 1495-1500 (2008).
149. Auschill, T.M., Hellwig, E., Schmidale, S., Hannig, M. & Arweiler, N.B. [Effectiveness of various whitening techniques and their effects on the enamel surface]. *Schweizer Monatsschrift fur Zahnmedizin = Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie = Rivista mensile svizzera di odontologia e stomatologia / SSO* **112**, 894-900 (2002).
150. Leonard, R.H., Jr., *et al.* Nightguard vital bleaching: a long-term study on efficacy, shade retention. side effects, and patients' perceptions. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]* **13**, 357-369 (2001).
151. Griffiths, C.E., Bailey, J.R., Jarad, F.D. & Youngson, C.C. An investigation into most effective method of treating stained teeth: an in vitro study. *Journal of dentistry* **36**, 54-62 (2008).
152. Knosel, M., Reus, M., Rosenberger, A., Attin, T. & Ziebolz, D. Durability of bleaching results achieved with 15% carbamide peroxide and 38% hydrogen peroxide in vitro. *The European journal of esthetic dentistry : official journal of the European Academy of Esthetic Dentistry* **6**, 342-356 (2011).
153. Moghadam, F.V., Majidinia, S., Chasteen, J. & Ghavamnasiri, M. The degree of color change, rebound effect and sensitivity of bleached teeth associated with

- at-home and power bleaching techniques: A randomized clinical trial. *European journal of dentistry* **7**, 405-411 (2013).
154. Mondelli, R.F., Azevedo, J.F., Francisconi, A.C., Almeida, C.M. & Ishikiriama, S.K. Comparative clinical study of the effectiveness of different dental bleaching methods - two year follow-up. *Journal of applied oral science : revista FOB* **20**, 435-443 (2012).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ID	ΕΤΟΣ	ΜΕΛΕΤΗ	ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΧΡΩΜΑΤΟΣ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	ΤΡΟΠΟΣ ΦΥΛΑΞΗΣ/ΓΗΡΑΝΣΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ							
1	10/2003	Joiner et al	<p>Ανθρώπινοι τομείς και προγόμφιοι (18 συνολικά) (οι ρίζες κάλυψη με 2 στρώματα βερνίκι νυχιών και εγκιβωτισμός σε ρητίνη)</p> <p>a) 6% ΥΗ (Xtra white gel, unilever) b) Placebo gel (χωρίς ΥΗ) c) 5,9% ΗΥ (colgate simply white)</p> <p>Εφαρμογές OK</p> <p>a+b) 37/37°C - 2 φορές την ημέρα για 28 εφαρμογές a) 30/37°C - 1 φορά την ημέρα για 14 εφαρμογές</p>	Χρωματόμετρο (Minolta camera)	Κάθε μέρα 1 φορά μέχρι το πέρας των εφαρμογών	<p>Αποδείχτηκε η λευκαντική δράση του ζελέ 6%HY</p> <p>ΔL* (sd) b) 0.01 (1.10) a) 5.08 (2.53) c) 5.94 (2.69)</p> <p>a+c ss b a nss b</p>	Αποστειρωμένο σάλιο 37° C 24h. Μετά τις εφαρμογές αφαίρεση του λευκαντικού με βούρτσισμα κάτω από τρεχούμενο νερό
2	2003	Sulieman et al	<p>Ανθρώπινοι 3^{οι} γομφίοι: τεμαχίστηκαν → αδροποιήθηκαν → χρώση σε μαύρο τσάι για 6 μέρες</p> <p>Λεύκανση στο ιατρείο (3 εφαρμογές OK)</p>	Χρωματικός οδηγός Vita classic Χρωματόμετρο		<p>Η χρώση με τσάι αποτελεί τη χρυσή σταθερά. Αν είναι εκτεθειμένη η οδοντίνη δύναται να επιτύχουμε 13-15 SGU μεταβολή (ΔE*=22)</p>	
3	1/2004	Sulieman et al	<p>Ανθρώπινοι 3^{οι} γομφίοι (25 συνολικά). Αφαιρέθηκαν οι ρίζες και οι μύλες κόπηκαν στα 2. Αδροποιήθηκε η οδοντίνη προκειμένου να είναι πιο δεκτική στην πρόσληψη χρωστικών και τοποθετήθηκαν σε δ/μα τσάι στους 22 °C μέχρι να αποκτήσουν απόχρωση C4.</p> <p>a) 35% ΗΥ b) 25% ΗΥ c) 15% ΗΥ d) 10% ΗΥ e) 5% ΗΥ</p> <p>3 εφαρμογές x10min και ενεργοποίηση με λάμπα πλάσματος. Εφαρμογές συνεχώς ως απόχρωση B1.</p>	Χρωματικός οδηγός Vita classic Χρωματόμετρα (shade vision system & Minolta cr 221)	Μετά από κάθε 3 ^η εφαρμογή.	<p>Αριθμός εφαρμογών που χρειάστηκαν</p> <p>a) 1 b) 2 c) 4 d) 7 e) 12</p> <p>Εκθετική σχέση μεταξύ συγκέντρωσης ΗΥ και αριθμού εφαρμογών που απαιτήθηκαν Μέσο συνολικό ΔE* 20(1.52)</p>	Απεσταγμένο νερό.

4	2004	Wetter et al	<p>60 βόειοι τομείς. Οι ρίζες αφαιρέθηκαν και η οδοντίνη καλύφθηκε με εποξική ρητίνη. t=0 Τοποθετήθηκαν σε δ/μα (καπνός, τσάι, καφές, coca cola, κόκκινο κρασί) για 7 μέρες στους 37° C. t=1.</p> <p>a) 35% HY (opalescence Xtra) b) 35% HY (Whiteness HP) c) a+led d) b+Led e) a+laser (1.6W) f) b+laser</p> <p>a+b 10' c+d 3' e+f 30'' (laser) 7' (no laser) 30'' (laser)</p>	Σπεκτροφωτόμετρο (cintra 10)	t=0 t1=1 t2= στο τέλος	<p>Και οι 2 πηγές φωτός πέτυχαν το ζητούμενο λευκαντικό αποτέλεσμα.</p> <p>b+Laser πιο αποτελεσματικό από b+led σε ότι αφορά Chroma & luminosity. a+led πιο αποτελεσματικό από a+Laser σε ότι αφορά luminosity</p>	Απεσταγμένο νερό στους 8° C
5	11/2004	Wiegand et al	<p>90 βόειοι τομείς. Χωρίστηκαν σε 6 γκρουπ και Τεμαχίστηκαν σε κυλίνδρους αδαμαντίνης(1mm)- οδοντίνης(1mm) καθώς και σε 1/γκρουπ κύλινδρο μόνο οδοντίνης(1mm).</p> <p>a) 10%YK (opalescence 10%) b) 15%YK (opalescence PF 15%) c) 35%YK (opalescence quick) d) 35%YH (opalescence extra boost) e) χλωριούχο νάτριο (rapid white) f) 6% YH (whitestrips)</p> <p>Εφαρμογές OK</p> <p>g) 1mm υλικό για 8h 37° C/μέρα για 10 μέρες h) 1mm υλικό για 4h 37° C/μέρα για 10 μέρες i) 1mm υλικό για 1h θερ.δωματ. τις μέρες 1 και 5 j) 1mm υλικό για 30'/2φορές τη μέρα θερ.δωματ. τις μέρες 1 και 5 k) 1mm υλικό για 20'/1φορά τη μέρα 37°C</p>	Dental colorimeter (shofu)	t=0 (10 μετρήσεις →MO) t1=τέλος	<p>ΔΕ* ΑΔ-ΟΔ, ΟΔ</p> <p>a) 7,13 b) 5,12 c) 8,14 d) 7,12 e) 2,3 f) 3,2</p> <p>Η μεταβολή στην οδοντίνη παίζει σημαντικό ρόλο στη λεύκανση</p>	<p>Πριν: 0.1% δ/μα θυμόλης σε θερμοκρασία δωματίου.</p> <p>Κατά το πείραμα: τεχνητό σάλιο</p>

			l) ταινίες 30'/2φορές τη μέρα 37°C				
6		Dietschi et al	δόντια βόειας προέλευσης. Χρώση ΣΠΠΙ (10%, 15%, 16%, 20%: YK) ΙΑΤΡΕΙΟ με φως και χωρίς (15%, 30%:YH, 35%: YK) OTC (5,3% YH ταινίες) Εφαρμογή OK	Κολορίμετρο		Αν δεν γίνει αρχικά χρώση → αδύνατο να αποκαλυφθούν οι διαφορές Στην αδαμαντίνη όλα τα πρωτόκολλα είχαν ταυτόσημα αποτελέσματα. Στην οδοντίνη ssd μόνο η λεύκανση στο ΣΠΠΙ	Χρώση με αίμα (μέσω οδοντίνης)
7	5/2006	Kielbassa et al	288 ανθρώπινοι τομείς και κυνόδοντες. Χρώση σε δ/μα κ. κρασί + μαύρο τσάι 7.5d 37°C. Ανάρτηση σε ροζ ακρυλική ρητίνη προς σχηματισμό τόξου a) YK 6% βερνίκι b) YK 6% βερνίκι c) YH 5.9% βερνίκι d) YK 6% βερνίκι e) YK 10% νάρθηκες f) YH 5.9% ταινίες g) NaClO2 νάρθηκες Εφαρμογές OK a) 20' 1φορά/μέρα (14μέρες) b) 20' 2φορές/μέρα(14μέρες) c) 30' 2φορές/μέρα(14μέρες) d) 5' 2φορές/μέρα (14μέρες) e) 1h 1φορά/μέρα (14μέρες) f) 30' 2φορές/μέρα (14μέρες) g) 10' 2φορές/μέρα 21μέρες	Σπεκτροφotόμετρο (SpectroShade) Χρωματικός οδηγός Αντιστοιχία αποχρώσεων σε αριθμούς βάση σειράς Vita cl (1=πιο ανοιχτό 24=πιο σκούρο)	t=0 (3 μετρήσεις →MO) t1=24h μετά το τέλος	Μεταβολή Spectro a) 9.6(4.3) b) 10(3.9) c) 13.6(4.3) d) 8.9(3.9) e) 11.8(4.5) f) 15.1(4.3) g) 5.7(3) Visual a) 10.8(3) b) 10.4(4.5) c) 13.8(3.3) d) 10.8(2.6) e) 12.9(3.3) f) 14.1(3.7) g) 8.9(3.8) Η οπτική μέθοδος υστερεί της συσκευής σε ακρίβεια και επανάληψιμότητα.(45.8% ταυτίστηκαν οι 2 μέθοδοι)	3 w σε δ/μα NaCl σε θ. δωματίου Τεχνητό σάλιο Αφαίρεση λευκαντικών με μαλακή οδοντόβουρτσα και τρεχούμενο νερό.
8	4/2007	Mielczarek et al	24 ανθρώπινοι προγόμφοι. Κόπηκαν ορθογώνια δοκίμια 4x3mm. a) 14% YH (ταινίες) (crest wh. Strips) b) 20% YH (νάρθηκες) (opalescence pf) c) 38% YH (τζελ ιατρείο) (opalescence X-tra boost)	Usb 2000 spectrometer	t=0 t1= 8 ⁿ μέρα μετά τη θεραπεία	ΔL, Δa, Δb a) 3.2(2.1)* - 4.8(1.8)* - 9(1.7)* b) 2.5(2.5) - 4.9(1.5)* - 8.7(2.5)* c) 3.5(2.7)* - 4.9(1.3)* - 7.2(2.7)*	δ/μα θυμόλης πριν φυσικό σάλιο σε ψυγείο διατηρημένο (8 υγιείς εθελοντές)

			<p>a) 22h σάλιο 37°C, 30'x4/d strips b) 6h/d x8 μέρες (κάλυψη με parafilm = μίμηση νάρθηκα) c) 15'x3 για 1 μέρα Όλα μετά τη θεραπεία 7 μέρες σε σάλιο</p>			<p>*=stat sign dif (bonus: Δεν επηρεάζεται μη αναστρέψιμα η αδαμαντινική επιφάνεια από τη λεύκανση)</p>	
9	5/2007	Vieira et al	<p>14 δοκίμια αδαμαντίνης από 14 ανθρώπινους γομφίους (παρειακή πλευρά) διαστάσεων: 8mm x 4mm x 0.96±0.3mm a) 10% YK για 8h/d x 28d(=4weeks βάση OK) (Υγρό βαμβάκι σε επαφή από την εσωτερική πλευρά των δοκιμίων)</p>	Cinitra 10UV – visible spectrometer Μαύρο φόντο	t=0 t1= μετά τη θεραπεία	Η διαφάνεια όλων των δοκιμίων ελαττώθηκε ssd μετά τη λεύκανση (έγιναν πιο opaque)	Απεσταγμένο νερό Αφαίρεση λευκαντικών με τρεχούμενο νερό.
10	2/2008	Lima et al	<p>100 άθικτοι ανθρώπινοι 3^{οι} γομφίοι. 75 κυβικά δοκίμια κόπηκαν από παρ+γλ. επιφάνεια διαστάσεων 4mm x 4mm x3mm (με 1mm αδαμαντίνη μετά από γυάλισμα). 15 γκρουπ των 5. a) 35% YH (opalescence Xtra) b) 35% YH (whiteness HP) c) 37% YK (whiteness super) Όλα σε μορφή τζελ Και 1) Λάμπα αλογόνου (4x30'' με δ/ματα 2') 2) Διοδικό λέιζερ (3') 3) Λείζερ αργού (30'') 4) Λάμπα πλάσματος (3x3'' με δ/ματα 30'') 5) Χωρίς ενεργοποίηση με φως (το τζελ έμεινε στην επιφάνεια για 30') <ul style="list-style-type: none"> • 6 εφαρμογές για κάθε ομάδα • 3 φορές τοποθέτηση τζελ ανά εφαρμογή • 7 μέρες κενό μεταξύ κάθε εφαρμογή </p>	Spectrophotometer (reflectance mode) (ειδική διαδικασία δεξ άρθρο...) 24h ενυδάτωση δοκιμίων πριν κάθε μέτρηση	t=0 t1= μετά την 1η θεραπεία t2= μετά την 2η θεραπεία ... t6= μετά την 6η θεραπεία t7= 7μέρες μετά την τελευταία θεραπεία t8= 15μέρες μετά την τελευταία θεραπεία t9= 30μέρες μετά την τελευταία θεραπεία	Όσο ↑ η αντανάκλαση (%) τόσο ↑ το λευκαντικό αποτέλεσμα. Το YK διέφερε ssd του YH δίνοντας χαμηλότερη ανακλαστικότητα. Η ενεργοποίηση με φως έδωσε ίδια αποτελέσματα με τη μη ενεργοποίηση με εξαίρεση το συνδυασμό b+3 ο οποίος έδωσε τη χαμηλότερη τιμή ανακλαστικότητας. Το HY στον 1 μήνα παρουσίαση πτώση της ανακλαστικότητας ενώ το YK την διατήρησε. Ο συνδυασμός με τη μεγαλύτερη ανακλαστικότητα ήταν ο a+1	Δεν αναφέρει

11	2008	Griffiths et al	117 δείγματα (τεμάχια δοντιών: 4γκρουπ x13 δείγματα) a) Control b) Λεύκανση στο ιατρείο – Zoom 2 (3x15' OK – 25%YH) c) Όψεις d) b+d χρώση: 60'' αδροποίηση οδοντίνης → μαύρο τσάι ως L* < 65	Spectrophotometer	t0=μετά τη χρώση t1= μετά την λεύκανση t2= μετά την όψη	ΔΕ*=5 unstained group ΔΕ*=25 stained group (με τη λεύκανση L*↑, a*↓, b*↓↓)	Απεσταγμένο νερό
12	2/2009	Adeyemi et al	16 δόντια βόειας προέλευσης. Οι ρίζες αφαιρέθηκαν. Διανοίχθηκαν οπές στη γλ. +ριζ. πλευρά. Η παρ. πλευρά καλύφθηκε με βερνίκι (για να λάβει χώρα εσωτερική χρώση μόνο). Μετά τοποθετήθηκαν σε δ/μα τσαγιού για 6d. Τοποθέτηση σε δ/μα 30ml 33% HY για a) 30' b) 60' c) 120' d) 150'	QLF (δες άρθρο) και spectrophotometer (easy shade)	1 μέτρηση αρχικά και 1 κάθε μέρα χρώσης. ta = 30' after tb=60' after ... td=150' after	QLF = επαναλήψιμη, αξιόπιστη μέθοδος μέτρησης λεύκανσης. Χρόνος λευκ/κού-μέσο ΔF-μέσο ΔΕ* 30' – 69,21(16,13) – 87,56(4,02) 60' – 59,78(14,97) – 95,91(2,99) 120' – 61,61(11,95) – 99,53(2,66) 150' – 56,69(8,55) – 99,95(2,06)	δ/μα θυμόλης πριν
13	9/2011	Llambes et al	40 ανθρώπινοι γομφίοι και προγόμφιοι (αρχικό χρώμα B2 ή σκουρότερο). a) 22% YK (Norblanc home) b) 37.5% YH (Pola office) Εφαρμογές OK a) 1h/d για 21d (με νάρθηκα με δημιουργία δεξαμενής υλικού) b) 2 φορές (με κενό μεταξύ των 2 μίας εβδομάδας) από 3 εφαρμογές των 8'.	Spectrophotometer (easy shade) Με ειδικό νάρθηκα με οπές εξασφαλίστηκε ότι οι μετρήσεις γίνονταν στην ίδια θέση Vita shade guide scores (βάση φωτεινότητας)	t1= αρχικά t2= μετά τη λεύκανση t3= 1w μετά από t2	Και οι 2 μέθοδοι είχαν επιτυχία. Πιο αποδοτική αποδείχτηκε η μέθοδος a τόσο αμέσως μετά τη θεραπεία όσο και 1 εβδομάδα μετά. Μεταβολή ΔΕ* παρατηρήθηκε μεταξύ t3 και t2 ΔΕ Final - ΔΕ Week a) 19.96 (6.11) - 9.85 (3.95) b) 12.40 (3.21) - 5.20 (2.94)	Φυσιολογικός ορός
14	11/2011	Fornaini et al	116 δόντια βόειας προέλευσης. Οι ρίζες αφαιρέθηκαν. a) 30% HY b) 30% HY + diode laser 2W c) 30% HY + diode laser 4W d) 30% HY + KTP laser 2W	Spectrophotometer (spectroshade MHT)	t1= αρχικά t2= μετά τη λεύκανση	ΔΕ* a) 2,37 (1,22) b) 2.6 c) 3,43 (1,24) d) 3,68 (1,63) e) 3,43 (1,24)	Φυσιολογικός ορός

			<p>e) 30% HY + KTP laser 4W</p> <p>a) 20'</p> <p>b) 20' με 3 εφαρμογές laser των 30''</p> <p>c) 20' με 3 εφαρμογές laser των 30''</p> <p>d) 20' με 3 εφαρμογές laser των 30''</p> <p>e) 20' με 3 εφαρμογές laser των 30''</p>			<p>Το KTP laser υπερισχύει με λιγότερο μάλιστα κίνδυνο για τον πολφό λόγω μικρότερης αύξησης της θερμοκρασίας...</p> <p>Αμφισβητείται η άποψη ότι αύξηση της θερμοκρασίας → βελτιωμένη δράση/αποτέλεσμα λευκαντικού.</p>	
15	12/2011	Borges et al	<p>40 δόντια βόειας προέλευσης</p> <p>a) 10% YK</p> <p>b) 10% YK + CPP-ACP</p> <p>c) 16% YK</p> <p>d) 16% YK + CPP-ACP</p> <p>14d</p>	Spectrophotometer	<p>t1= αρχικά</p> <p>t2= μετά τη λεύκανση</p>	<p>Σε όλες τις ομάδες επετεύχθη λεύκανση χωρίς ssd μεταξύ τους.</p> <p>Το CPP-ACP δεν επηρέασε αρνητικά τη λεύκανση αλλά αύξησε τη μικροσκληρότητα των δοντιών.</p>	Τεχνητό σάλιο
16	2010	Scaminaci et al	<p>20 δόντια</p> <p>a) Control</p> <p>b) Zoom2 (OK)</p> <p>Τεχνητή χρώση για 6 μέρες</p>	Spectrophotometer (easy shade)	<p>t1= αρχικά</p> <p>t2= μετά τη λεύκανση</p> <p>t3= 1^η μέρα χρώσης</p> <p>...</p> <p>t8=6^η μέρα χρώσης</p>	<p>Στην ομάδα b επετεύχθη λεύκανση χωρίς ssd μεταβολή λόγω της χρώσης.</p>	
17	6/2010	Dietschi et al	<p>δόντια βόειας προέλευσης. Χρώση</p> <p>a) 10% YK (opalescence nitewhite)</p> <p>b) 30% YK (metatray) + φως</p> <p>c) 6% YH (zoom) + φως</p> <p>d) 9% YH (treswhite) + φως</p> <p>e) 8,1% YH (paint on plus) βερνίκι</p> <p>f) 6% YH (paint on plus) βερνίκι</p> <p>Εφαρμογή OK</p>	Κολορίμετρο	<p>t1= αρχικά</p> <p>t2= μετά τη χρώση</p> <p>t3= μετά τη λεύκανση</p>	<p>Der</p> <p>a) 26.97</p> <p>b) 15.72</p> <p>Η λεύκανση με νάρθηκες είναι πιο αποτελεσματική ανεξαρτήτως προϊόντος και συγκέντρωσης τόσο στην αδαμαντίνη όσο και στην οδοντίνη</p>	Χρώση με αίμα
18	2006	Suliman et al	<p>Ανθρώπινοι 3^{οι} γομφίοι. Χρώση σε τσάι μέχρι την απόχρωση C4.</p> <p>a) 10% YK</p> <p>b) 15% YK</p> <p>c) 20% YK</p> <p>d) 22% YK</p> <p>e) 30% YK</p>	<p>Vita cl</p> <p>και</p> <p>Χρωματόμετρο</p>	<p>t1= αρχικά</p> <p>t2=2d</p> <p>t3=5d</p> <p>t4=7d</p> <p>t5=10d</p> <p>t6=14d</p>	<p>Στις 14 μέρες όλα τα YK πέτυχαν λεύκανση 12+ SGU</p> <p>Το f πέτυχε λεύκανση 11 SGU</p> <p>Το μέγιστο αποτέλεσμα επετεύχθη σε</p> <p>a) 14d</p> <p>b) 14d</p>	

			<p>Νάρθηκες για 14 μέρες βάση OK. f) 6% HY Βερνίκι 2 φορές/d για 14 μέρες.</p>			<p>c) 14d d) 10d e) 5d</p>	
19	2002	Auschill et al	<p>24 ανθρώπινα άνω πρόσθια δόντια. a) Νάρθηκες 10%YK b) 14% YH (ταινίες) (crest wh. Strips) c) 35% YH (opalescense Xtra)</p> <p>Εφαρμογή OK</p> <p>a) 8h/ κύκλο b) 30'/κύκλο c) 15'/κύκλο</p>		<p>t1= αρχικά t2= μετά από κάθε κύκλο</p>	<p>Υπολογίστηκε πόσοι κύκλοι χρειάστηκαν για μεταβολή 6 SGU (πχ A4→A3)</p> <p>a) 6,88 κύκλοι b) 36,25 κύκλοι c) 4,25 κύκλοι</p>	

ID	ΕΤΟΣ	ΜΕΛΕΤΗ	ΕΛΓΧΟΜΕΝΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΧΡΩΜΑΤΟΣ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ
ΚΛΙΝΙΚΕΣ							
1	2003	Zekonis	20 ασθενείς (6 άνω πρόσθια έκαστος) a) ΣΠΠΤΙ 10%ΥΚ (14 μέρες) b) ΙΑΤΡΕΙΟ 35%ΥΗ (2x30') (και τα 2 πρωτόκολλα σε κάθε ασθενή-split mouth)	<ul style="list-style-type: none"> Χρ. Οδηγός (vita cl) Χρωματόμετρο Ψηφιακή φωτογραφία 	t0=0 t1= 1w μετά από ολοκλήρωση λεύκανσης t2=2w μετά από ολοκλήρωση λεύκανσης t3=3w t4=6w t5=12w	a υπεροχή σε κάθε t relapse ως 6w → μετά όχι ΔΕ* 2w 6w a 12,32 6,64 b 5,32 3,63	Σπίτι ανώτερο ιατρείου
2	2004	Deliperi et al	10 ασθενείς (6 άνω πρόσθια έκαστος) a) ΗΥ 35% για 30' ιατρείο (opalescence extra) → 10%ΥΚ για 60' σπίτι b) ΗΥ 38% για 30' ιατρείο (oral Boost) → 10%ΥΚ για 60' σπίτι τα παραπάνω x 3 δεν χρησιμοποιήσαν φως	<ul style="list-style-type: none"> Χρ. Οδηγός (vita cl) Precalibrated με 85% ταύτιση	t1=0 t2=μετά από ολοκλήρωση λεύκανσης t3=7 μέρες μετά από ολοκλήρωση λεύκανσης	a) 8,5SGU b) 9 SGU A vs b: no ssd Στις 7 μέρες 2 SGU rebound	Συνδυασμένο πρωτόκολλο = βέλτιστο 5 SGU+
3	4/2006	Tredwin et al	Review	-	-	Ανεπιθύμητες ενέργειες και θέματα ασφαλείας σχετικά με το ΥΗ	-
4	2008	Meireles et al	Διπλή τυφλή. 92 εθελοντές. a) 10% ΥΚ (whiteness perfect) b) 16%ΥΚ (whiteness perfect) Νάρθηκες με δεξαμενή υλικού 1mm. Χρήση τη νύχτα για 2 ώρες x 3w	2 εξεταστές (calibrated >70% - σε 16 εθελοντές) Spectrophotometer =gold standard <ul style="list-style-type: none"> Spectrophotometer (vita easyshade) (3 μετρήσεις→ MO) Χρ. Οδηγός (vita cl) (μετρήσεις απόγευμα με φυσικό φως στο μέσο 3μόριο) 	t1=0 t2= 1w μετά από ολοκλήρωση λεύκανσης	ΔL-Δa-Δb-ΔE a) 3,8(2,4) - -0,6(0,7) - -1(1,4) - 4,3(1,9) b) 3,7(2,4) - -0,5(1) - -1,5(1,3) - 4,6(2) Όχι ssd στη μεταβολή απόχρωσης μεταξύ των 2 γκρουπ. Στο Δb ssd ελάττωση στην ομάδα b.	

				<ul style="list-style-type: none"> (B1 value=1 ... C4 value=16) <p>Μετρήθηκαν τα 6 άνω πρόσθια</p>		Και τα 2 πρωτόκολλα ασφαλή και αποδοτικά.	
5	7/2008	Meireles et al	Ίδια με 4	Ίδια με 4	<p>t1=0</p> <p>t2= 1w μετά από ολοκλήρωση λεύκανσης</p> <p>t3=6m μετά από ολοκλήρωση λεύκανσης</p>	<p>ΔL-Δa-Δb-ΔE (6m)</p> <p>a) 2.8(2.4) - -0.7(0.7) - -1.4(1.6) - 3.9(1.4)</p> <p>b) 3.4(2.1) - -0.3(1.6) - -1.6(1.5) - 4.5(1.7)</p> <p>Δεν σημειώθηκε ssd διαφορά στη μεταβολή του λευκαντικού αποτελέσματος στις 2 ομάδες μετά από 6 μήνες. Η κατανάλωση τροφών πλούσιων σε χρωστικές δεν επηρέασε ssd καμία από τις ομάδες.</p>	
6	5/2009	Strobl et al	<p>20 ασθενείς.</p> <p>a) HY 35% (Fotona) + Nd:YAG laser (1.064μm) (4W-10Hz-320μs)</p> <p>b) HY 35% (Fotona)</p> <p>2 εφαρμογές στο ιατρείο (1ανά εβδομάδα). Δόντια 14-24 και 34-44. Χρόνος εφαρμογής 1'45".</p> <p>Laiser στα 14-11 και 34-31 για 30".</p>	<p>1 εξεταστής</p> <ul style="list-style-type: none"> • Χρ. Οδηγός (vita color scale Lumin) • Dental chromatometer (shadeEye NCC) 	<p>t1=0</p> <p>t2= μετά από ολοκλήρωση 1ης εφαρμογής</p> <p>t3= μετά από ολοκλήρωση 2ης εφαρμογής</p>	<p>1°+2° 4μόριο:</p> <p>a) 6,6 → 3,9 = 2,7color steps</p> <p>b) 6.6 → 4.7 = 1,9color steps</p> <p>3°+ 4° 4μόριο:</p> <p>a) 7,4 → 4,5 = 2,9color steps</p> <p>b) 8,1 → 4,5 = 3,6color steps</p> <p>Η χρήση του laser δεν προσέφερε τίποτα παραπάνω ssd.</p>	
7	6/2009	Ontiveros et al	<p>20 ασθενείς – 80 δόντια.</p> <p>a) HY 25% + λάμπα αλογόνου (25W)</p> <p>b) HY 25%</p> <p>2 εφαρμογές στο ιατρείο (1ανά εβδομάδα). Δόντια Χρόνος εφαρμογής 45".</p>	<p>3 εξεταστές (calibrated)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Χρ. Οδηγός (vita cl) • Χρ. Οδηγός (vita bleachguide 3D Master) • Spectrophotometer (vita easyshade) (με διάφανο νάρθηκα με οπές → πάντα μέτρηση στο ίδιο σημείο) 	<p>t1=0</p> <p>t2= 1w μετά από ολοκλήρωση λεύκανσης</p>	<p>Μέση διαφορά σε SGU (shade guide units)</p> <p>a) 6.1(3.1) vcl – 3.8(4.1) bl 3D</p> <p>b) 4.5(3)vcl – 2.8(1.5)bl 3D</p> <p>Μέσο ΔE* – ΔL – Δa – Δb</p> <p>a) 6(2,6) – 2.3(2.6) - -0.9(0.9) - -4.6(2.7)</p> <p>b) 4,7(2,2) – 1.8(2.3) - -0.9(0.9) - -3.3(2.4)</p> <p>Η λεύκανση με λάμπα αλογόνου ήταν πιο αποδοτική (bl 3D + sp/er). Δεν βρέθηκε ssd στις μετρήσεις με v cl.</p>	Σειρά vita 3d

8	12/2009	Patil et al	Clinical cases a) 25χρονος με φθορίαση b) 23χρονος με καφέ-κίτρινη απόχρωση στα δόντια 35%HY στο ιατρείο + λάμπα (plasma) 3 εφαρμογές των 15'	<ul style="list-style-type: none"> Χρ. Οδηγός (vita cl) 	t1=0 t2= μετά από ολοκλήρωση λεύκανσης		Ενδ-αντενδείξεις για λεύκανση στο ιατρείο
9	2010	Bernardon	90 ασθενείς (6 άνω πρόσθια έκαστος) a) ΣΠΠΤΙ 10%YK (14 μέρες) vs ΙΑΤΡΕΙΟ 35%YH (2x) b) ΙΑΤΡΕΙΟ 35%YH χωρίς φως vs ΙΑΤΡΕΙΟ 35%YH με φως c) ΣΠΠΤΙ 10%YK (14 μέρες) vs ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ (1x ιατρείο, 14μέρες σπίτι) (και τα 3 πρωτόκολλα -split mouth)	<ul style="list-style-type: none"> Χρ. Οδηγός (vita cl) Spectrophotometer 	t0=0 t1= 1w μετά από ολοκλήρωση λεύκανσης t2=2w μετά από ολοκλήρωση λεύκανσης t3=4w t4=8w t5=16w	ΣΠΠΤΙ(ΔΕ*=9)=ΙΑΤΡΕΙΟ (ΔΕ*=8,7)=ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΦΩΣ vs Όχι ΦΩΣ = NO SSD Οριακή υπεροχή συνδυασμού χωρίς ssd. Υποτροπή ως τις 16 εβδομάδες δεν παρατηρήθηκε.	
10	2011	Grobler et al	21 ασθενείς. a) 10% YK (Nite white ACP) 14 d για 8 h τη νύχτα στον ύπνο.	<ul style="list-style-type: none"> Spectrophotometer (Konica Minolta) (3 μετρήσεις μέσο 3μόριο → MO) <p>Μετρήθηκε το χρώμα των 11 και 21</p>	t1= αρχικά t2= μετά τη λεύκανση t3= 2w μετά από t2 t4= 1m μετά από t2 t5= 3m μετά από t2 t6= 6m μετά από t2	(14d-1m-3m-6m) 1) ΔL 2) Δa 3) Δb 4) ΔΕ* 1) 4.2 – 2.6 – 2.25 – 2.24 2) -0.6 - -0.45 - -0.4 - -0.38 3) -3.25 - -2.31 - -1.93 - -1.89 4) 5.29 – 3.67 – 3.32 – 3.87 Επιτυχής λεύκανση. Στον 1 μήνα μειώνεται το λευκαντικό αποτέλεσμα ελαφρά αλλά μετά διατηρείται σταθερό ως τους 6 μήνες	
11	2011	Grobler et al	34 ασθενείς a) HOME 10%YK (opalescence) b) HOME 10%YK (Nite White) 14 μέρες για 7 ώρες στον ύπνο	<ul style="list-style-type: none"> Spectrophotometer (Konica Minolta) (3 μετρήσεις μέσο 3μόριο → MO) 	t=0 t1=μετά τις εφαρμογές στο σπίτι t2=6 μήνες μετά τη λεύκανση	Όμοια αποτελέσματα στις 2 ομάδες ΔΕ* t1 t2 5,2 4,2 Υποτροπή a)27%, b)18% στους 6 μήνες	Επανάληψη λεύκανσης στο 6μηνο → όχι απαραίτητη

12	2011	Dawson et al	36 εθελοντές. a) 16% YK (enlighten London UK) b) 16% YK (enlighten London UK) + 9% YH (enlighten) c) 16% YK (enlighten London UK) + 27% YH (enlighten) Νάρθηκες με δεξαμενή υλικού 1mm. Χρήση τη νύχτα για 7 ώρες x 2w + 20min x 2εφαρμογές (enlighten)	<ul style="list-style-type: none"> Χρ. Οδηγός (vita cl) + Bleach shade guide (Ivoclar-Vivadent) Αριθμητική αντιστοίχιση αποχρώσεων από το 1 ως το 20 σε σειρά «βαθμού λεύκανσης» 	t=0 t=μετά τις εφαρμογές στο σπίτι t= μετά τις εφαρμογές στο ιατρείο t=1 week follow up	Ssd διαφορά των γκρουπ που εφαρμόστηκε λεύκανση και στο ιατρείο, χωρίς όμως να είναι αισθητή κλινικά (μικρότερη δηλαδή από διαφορά 1 shade... vita cl.)		
Abstracts								
13	4/2010	Cadenaro et al	38% YH στο ιατρείο 4 εφαρμογές (1/w) OK σε 20 ασθενείς. Μετρήθηκαν οι #11-12 με SEM (σε ανάλογα εποξικής ρητίνης).		t=0 t=1w t=2w t=3w t=4w	Η χρήση YH 38% δεν επηρέασε την επιφανειακή σκληρότητα της αδαμαντίνης ακόμη και μετά από παρατεταμένη χρήση και πολλές εφαρμογές. Η χρήση YH 38% για λεύκανση στο ιατρείο αποτελεί ασφαλή διαδικασία για τα δόντια.		
14	2001	Leonard et al	10% YK σε νάρθηκες για 8h/d για 14d. 10 ασθενείς. Μετρήθηκαν οι #11-12-21-22 με SEM (σε ανάλογα εποξικής ρητίνης).		t=0 t=14d t=6m	Η χρήση YK 10% δεν επηρέασε την επιφανειακή μορφολογία της αδαμαντίνης. Η χρήση YK 10% για λεύκανση στο σπίτι αποτελεί ασφαλή διαδικασία για τα δόντια.		
15	2000	Matis et al	25 ασθενείς. 10% και 15% YK σε νάρθηκες στο σπίτι για 14d. Σε κάθε ασθενή και οι 2 συγκεντρώσεις. 10% στα #11-15 και 15% στα 21-25.	<ul style="list-style-type: none"> Χρ. Οδηγός (vita cl) Φωτογραφίες colorimeter 	t=0 t=3d t=1w t=2w t=3w t=6w	$\Delta L - \Delta a - \Delta b - \Delta E^*$ 2w 10% 6.50, -1.37, -4.63, 8.79, -15.40 2w 15% 8.72, -1.63, -5.90, 11.03, -16.59 6w 10% 3.04, -0.99, -3.19, 5.13, -13.13 6w 15% 3.48, -1.01, -3.60, 5.58, -13.65 Ssd διαφορά υπέρ του 16% YK στις 2w αλλά όχι ssd στις 6w		

16	9/2000	Mokhlis et al	24 ασθενείς. 20% ΥΚ και 7,5% ΥΗ σε νάρθηκες στο σπίτι για 14d για 1h/d x 2 εφαρμογές ημερησίως. Σε κάθε ασθενή και οι 2 συγκεντρώσεις, 20% στα #11-15 και 7,5% στα 21-25.	<ul style="list-style-type: none"> Χρ. Οδηγός Φωτογραφίες colorimeter 	t=0 t=1w t=2w t=3w t=6w t=12w	<p>Στις 14 μέρες ssd υπεροχή του ΥΚ αλλά στο τέλος της μελέτης δεν υπήρχε ssd.</p> <p>Τόσο το ΥΚ 20% όσο και το ΥΗ 7,5% είναι αποδοτικά στην λεύκανση (daytime) στο σπίτι με νάρθηκες.</p>	
17	2/1999	Matis et al	15 ασθενείς φόρεσαν νάρθηκες με 10%ΥΚ (αποθήκη υλικού 0,5mm) για 6 διαφορετικά χρονικά διαστήματα από 15'' ως 10h. Όταν οι νάρθηκες αφαιρέθηκαν λήφθηκαν 3 δείγματα του τζελ προκειμένου να διαπιστωθεί ο ρυθμός αποδόμησης του ΥΚ			<p>Αποδόμηση ΥΚ</p> <p>15'' → 13% 10h → 90%</p> <p>Η αποδόμηση του ΥΚ στους νάρθηκες είναι διεκθετική. Επιταχύνει ιδιαίτερα την 1^η ώρα (3πλάσια ταχύτητα) και ακολουθεί χαμηλότερη πορεία τις επόμενες 9 ώρες.</p>	
18	2001	Leonard et al	10% ΥΚ σε νάρθηκες για λεύκανση στο σπίτι. Μετρήθηκαν τα 4 άνω πρόσθια για διάστημα ως 47m.		t=0 t=3m t=6m t=47m	<p>Επιτυχής λεύκανση στο 98% των ασθενών.</p> <p>Διατήρηση του αποτελέσματος στο 82% για 47 μήνες!</p>	
19	2004	Ishikawa-Nagai et al	48 άτομα 10% ΥΚ σε νάρθηκες για λεύκανση στο σπίτι. α) opalescence 10%PF (14d) β) Nite White excel 10% (14d)	<ul style="list-style-type: none"> Spectrophotometer (Konica Minolta) (3 μετρήσεις μέσο 3μόριο → MO) 	t=0 t=28d	<p>ΔΕ*</p> <p>a) 5.03-8.92 b) 5.84-9.61</p> <p>Η μεγαλύτερη αλλαγή στο b* και έπειτα στα L* και a*</p> <p>Όχι ssd μεταξύ a-b group</p>	
20	2012	Auschill et al	30 άτομα α) 5% ΥΗ σε νάρθηκες για 8h/d λεύκανση στο σπίτι β) OTC ταινίες 5,3% ΥΗ	<ul style="list-style-type: none"> Χρ. Οδηγός (vita cl) 	t=0 t=2w t=18m	<p>Και οι 2 ομάδες πέτυχαν ssd αποτελέσματα ως και τους 18 μήνες</p>	

Ssd: statistical significant difference

SGU: shade guide units