

**Ερευνητική εργασία
(Εργαστηριακή μελέτη)**

Μελέτη της μεταβολής του χρώματος των σύνθετων ρητινών μετά την επίδραση διαφόρων συστημάτων λεύκανσης στο ιατρείο

A. ΡΑΠΤΗ¹, Κ. ΤΟΛΙΔΗΣ², Π. ΓΕΡΑΣΙΜΟΥ², Χ. ΜΠΟΥΤΣΙΟΥΚΗ¹
Εργαστήριο Οδοντικής Χειρουργικής, Οδοντιατρική Σχολή Α.Π.Θ.

Effect of various in-office teeth whitening systems on composite resin color change

A. RAPTI¹, K. TOLIDIS², P. GERASIMOU², C. BOUTSIΟΥΚΗ¹
Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Aristotle University of Thessaloniki

Περίληψη

Σκοπός: Η λεύκανση αποτελεί μία μη επεμβατική διαδικασία που έχει ως στόχο την βελτίωση του χρώματος των δοντιών μέσω χημικής διαδικασίας οξειδοαναγωγής. Τα σκευάσματα λεύκανσης, στο ιατρείο, περιέχουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις του λευκαντικού παράγοντα. Σε περιπτώσεις ύπαρξης αποκαταστάσεων σύνθετης ρητίνης, μεγαλύτερες συγκεντρώσεις του λευκαντικού παράγοντα συνδέονται και με δυσμενείς επιπτώσεις στις φυσικές ιδιότητες των σύνθετων ρητινών αλλά και μεταβολή του χρώματός τους. Σκοπός της ερευνητικής εργασίας είναι η σύγκριση των τιμών μεταβολής του χρώματος σύνθετων ρητινών.

Μέθοδος: Κατασκευάστηκαν δείγματα από σύνθετη ρητίνη (Filtek Supreme XT, Tetric Ceram, Filtek Z250) και χωρίστηκαν σε ομάδες ανάλογα με το σύστημα λεύκανσης που χρησιμοποιήθηκε (Zoom 25% H₂O₂, Opalescence Extra 35% H₂O₂, PollaOffice+ 37.5% H₂O₂, Beyond 35% H₂O₂). Οι χρωματικές μετρήσεις όλων των ομάδων και της ομάδας ελέγχου, έγινε με φασματοφωτόμετρο. Η χρωματική αλλαγή προσδιορίστηκε με το CIE/Lab σύστημα.

Αποτελέσματα: Δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των συστημάτων λεύκανσης ή μεταξύ των σύνθετων ρητινών (p>0.05), εκτός από τα ζεύγη Tetric Ceram και Filtek Z250 (p=0.004) καθώς και Tetric Ceram και Filtek Supreme XT (p=0.05).

Συμπεράσματα: Τις μεγαλύτερες μεταβολές χρώματος εμφάνισε η Tetric Ceram. Η μέθοδος με τη μεγαλύτερη ικανότητα μεταβολής χρώματος είναι η Pولاoffice+. Συνολικά παρατηρήθηκε αύξηση της φωτεινότητας και μετατόπιση της χροιάς προς τις αποχρώσεις του κόκκινου και κίτρινου.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Λεύκανση, μεταβολή χρώματος, σύνθετες ρητίνες

Summary

Introduction: Teeth whitening is a conservative procedure aiming in teeth color improvement, through a chemical reaction of oxidation. In-office teeth whitening systems have greater concentrations of the teeth whitening agent. Greater concentrations are connected with unfavorable effects on existent composite resin restorations, regarding physical properties of composite resins and color change.

Purpose: Purpose of this experimental study was the comparison of color change values of composite resins.

Methods and Materials: Composite resin specimens were manufactured (Filtek Supreme XT, Tetric Ceram, Filtek Z250) and were divided into groups according to the teeth whitening system used (Zoom 25% H₂O₂, Opalescence Extra 35% H₂O₂, Pولاoffice+ 37.5% H₂O₂, Beyond 35% H₂O₂). Color evaluations of all groups, control group included, were performed with spectrophotometer. Color change was specified with CIE/Lab system.

Results: No statistical difference was found between teeth whitening systems or between composite resins (p>0.05) except for Tetric Ceram and Filtek Z250 (p=0.004) as well as Tetric Ceram and Filtek Supreme XT (p=0.05).

Conclusions: Greater color changes were exhibited by Tetric Ceram and by Pولاoffice+. Increase in brightness was observed in total, and shift of color towards shades of red and yellow.

KEY WORDS: Teeth whitening, Color change, Composite resins

Εισαγωγή

Η λεύκανση αποτελεί μία μη επεμβατική διαδικασία που έχει ως στόχο την υποκειμενική κατά την άποψη του ασθενή, βελτίωση του χρώματος των δοντιών μέσω χημικής διαδικασίας οξειδοαναγωγής. Κατά τη διάρκειά της, οργανικές ουσίες που είναι ελάχιστα διαλυτές στο νερό¹ και προκαλούν δυσχρωμία οξειδώνονται από τον ενεργό λευκαντικό παράγοντα. Αυτές οι ουσίες διαθέτουν εκτεταμένες αλυσίδες μονών ή διπλών δεσμών ή και σύμπλοκα από άτομα άλλων χημικών στοιχείων, φαινολικούς και καρβονυλικούς δακτύλιους, τα οποία καλούνται χρωμοφόρες ομάδες¹. Μεγάλος αριθμός μεθόδων λεύκανσης έχει περιγραφεί στη σύγχρονη βιβλιογραφία²⁻⁵. Οι λευκαντικοί παράγοντες περιέχουν συνήθως μία μορφή υπεροξειδίου (συχνότερα υπεροξειδίου του υδρογόνου ή του καρβαμιδίου), σε υγρή μορφή ή σε μορφή gel, που έρχεται σε επαφή με τα δόντια ή και με τυχόν υπάρχουσες αποκαταστάσεις για χρονικό διάστημα ανάλογο με το υλικό που χρησιμοποιείται^{6,7}. Όσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος εφαρμογής και η συγκέντρωση του ενεργού παράγοντα, τόσο ισχυρότερη θα είναι η διαδικασία οξειδωσης και κατ' επέκταση η μεταβολή του χρώματος. Σε περιπτώσεις ύπαρξης αποκαταστάσεων, μεγαλύτερες συγκεντρώσεις του λευκαντικού παράγοντα συνδέονται και με δυσμενείς επιπτώσεις στις φυσικές ιδιότητες των σύνθετων ρητινών, όπως αύξηση του επιφανειακού πορώδους και της αδρότητας καθώς και ελάττωση της επιφανειακής σκληρότητας των αποκαταστάσεων⁸⁻¹². Η μεταβολή στο χρώμα και η απώλεια της αρχικής χρωματικής αντιστοιχίας των αποκαταστάσεων των σύνθετων ρητινών με τις γύρω οδοντικές δομές, είναι ίσως ο συχνότερος λόγος για την αντικατάσταση των εμφράξεων αυτών μετά τη λεύκανση^{12,13}. Η λεύκανση στο ιατρείο απαιτεί μεγάλες συγκεντρώσεις λευκαντικών παραγόντων (15%, 30% ή και 35% υπεροξειδίου του υδρογόνου) για μικρότερα χρονικά διαστήματα και η λεύκανση επιτυγχάνεται σε μία ή

περισσότερες εφαρμογές, με ή χωρίς ενεργοποίησή του από φως ή θερμότητα^{2,3}. Ωστόσο ελάχιστες είναι οι έρευνες που αφορούν σε αυτά τα λευκαντικά συστήματα υψηλής συγκέντρωσης (25-37%) που εφαρμόζονται στο ιατρείο. Ο σκοπός της εργαστηριακής αυτής μελέτης είναι η σύγκριση των αποτελεσμάτων των τιμών μεταβολής του χρώματος σε τρία διαφορετικά σκευάσματα σύνθετων ρητινών (Filtek Supreme XT- ναουβριδική, Tetric Ceram- υβριδική, Filtek Z250- μικροϋβριδική), μετά την επίδραση τεσσάρων διαφορετικών συστημάτων λεύκανσης υψηλής συγκέντρωσης υπεροξειδίου του υδρογόνου (Zoom 25% H₂O₂, Opalescence Extra 35% H₂O₂, PollaOffice+ 37.5% H₂O₂, Beyond 35% H₂O₂) .

Υλικά και Μέθοδος

Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν τρία διαφορετικά είδη σύνθετων ρητινών απόχρωσης A2 (Πίνακας I). Κατασκευάστηκαν 20 δείγματα από κάθε υλικό χρησιμοποιώντας ελαστικούς δακτύλιους διαμέτρου 9 mm και πάχους 2 mm. Ο ελαστικός δακτύλιος τοποθετήθηκε πάνω σε αντικειμενοφόρο πλάκα μικροσκοπίου πάνω στην οποία προηγουμένως είχε τοποθετηθεί ταινία κελλουλοΐτη (Svenska Dental Instruments, Sweeden) πάχους 0,05 mm. Ο ελαστικός δακτύλιος στη συνέχεια υπερπληρώθηκε με σύνθετη ρητίνη με τρόπο ώστε να μη σχηματιστούν φυσαλίδες. Στη συνέχεια τοποθετήθηκε μία δεύτερη ταινία κελλουλοΐτη και μία δεύτερη αντικειμενοφόρος πλάκα πάνω από την ταινία του κελλουλοΐτη. Με το ρύγχος της συσκευής πολυμερισμού σε επαφή με την αντικειμενοφόρο πλάκα έγινε ο πολυμερισμός των δοκιμών και από τις 2 πλευρές ο για 40 sec με τη συσκευή αλογόνου Elipar 2500 (3M-ESPE Dental products St Paul, MN 55144, USA), με ένταση φωτός 650mW/cm². Τα δείγματα μεταφέρθηκαν και διατηρήθηκαν για 24 ώρες σε απεσταγμένο νερό στους 37°C για τη σταθεροποίηση του χρώματος. Στη συνέχεια, κάθε δοκίμιο λειάνθηκε με δίσκους Soflex (3M Dental products St Paul, MN 55144, USA), ξεκινών-

ΠΙΝΑΚΑΣ I

Σύνθετη ρητίνη	Κατασκευαστής	Τύπος	Τύπος μονομερούς	Τύπος filler	Fillers % κ.β. % κ.ο.	Μέσο μέγεθος filler
Filtek Supreme XT	3M, ESPE Dental Products, St. Paul, MN, USA	Νανούβριδική	Bis-EMA UDMA Bis-GMA TEGDMA	ZrO ₂ /SiO ₂ Nanocluster, SiO ₂ Nanofiller	82% κ.β. 60% κ.ο.	0,6-1,4μm Nanofiller: 2nm
Filtek Z250	3M, ESPE Dental Products, St. Paul, MN, USA	Μικροϋβριδική	Bis-EMA UDMA Bis-GMA	Zirconia/ silica	82% κ.β. 60% κ.ο.	0,6μm
Tetric ceram	Ivoclar Vivadent, Lihnestain	Μέσου μεγέθους υβριδική	Bis-GMA UDMA TEGDMA	Ba-,Al-,Yt-, Ba-Al-FI-glass, spheroid mixed oxides, SiO ₂	79% κ.β. 55% κ.ο.	1-3μm

ΠΙΝΑΚΑΣ II

Ελεγχόμενο σύστημα	Zoom-2 (2η ομάδα)	Polaoffice+ (3η ομάδα)	Opalescence Extra (4η ομάδα)	Beyond (5η ομάδα)
Κατασκευαστής	Discus Dental (USA)	SDI (Australia)	Ultradent	Beyond (The Dental Advisor)
Συγκέντρωση H ₂ O ₂	25%	37,5%	35%	35%
Συσκευή λεύκανσης	Zoom-2	Λυχνία αλογόνου (Elipar 2500)	Λυχνία αλογόνου (Elipar 2500)	Beyond
Τύπος εκπεμπόμενου φωτός	Υπεριώδης ακτινοβολία	Ηλ/μαγνητική ακτινοβολία	Ηλ/μαγνητική ακτινοβολία	Ψυχρός φωτισμός
Μήκος κύματος(nm)	320-400nm	425-490nm	425-490nm	480-520 nm

ντας από τον πιο αδρόκοκκο και καταλήγοντας στον πιο λεπτόκοκκο δίσκο. Τα δείγματα από κάθε υλικό ταξινομήθηκαν ανά τέσσερα σε πέντε ομάδες με την 1^η ομάδα να είναι η ομάδα ελέγχου, στην οποία τα δείγματα διατηρήθηκαν σε απεσταγμένο νερό για δυο εβδομάδες στους 25°C. Έγιναν δυο εφαρμογές των προϊόντων λεύκανσης (Πίνακας II), σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, με μεσοδιάστημα μιας βδομάδας, κατά την οποία τα δείγματα διατηρήθηκαν στους 25°C σε 100% υγρασία. Οι χρωματικές μετρήσεις έγιναν με φασματοφωτόμετρο μέτρησης στα μήκη κύματος της υπεριώδους-ορατής ακτινοβολίας (Shimadzu UV-2401 PC, UV-VIS recording spectrophotometer, Co Tokyo, Japan). Για τον προσδιορισμό της χρωματικής αλλαγής χρησιμοποιήθηκε

ήθηκε το σύστημα CIE/Lab (Commission Internationale d'Éclairage) 1978 L*,a*,b*. Τα χρωματικά χαρακτηριστικά κάθε δείγματος συγκρίθηκαν με βάση λευκό φόντο [ταμπλέτα με πεπιεσμένη πούδρα θειικού βαρίου (barium sulphate)]. Το μέγεθος της χρωματικής αλλαγής αντιπροσωπεύεται από τον τύπο

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

όπου,

L* = φωτεινότητα,

a* = κλίμακα πράσινο-κόκκινο (-a* = πράσινο, +a* = κόκκινο)

b* = κλίμακα μπλε-κίτρινο (-b* = μπλε, +b* = κίτρινο)

Η στατιστική τους ανάλυση έγινε με το σύστημα ANOVA, με το λογισμικό πακέτο SPSS 15.0.

ΠΙΝΑΚΑΣ III

L, a, b τιμές των συνθέτων ρητινών ανάλογα με το σύστημα λεύκανσης

		Tetric Ceram		Filtek Z250		Filtek SupremeXT	
		X	SD	X	SD	X	SD
Zoom	L*	65,28	0,75	66,35	0,62	67,07	0,83
	a*	-0,04	0,23	-1,78	0,06	-0,59	0,63
	b*	11,50	0,80	8,47	0,43	7,22	1,22
Opalescence Extra	L*	66,08	0,75	65,94	0,78	67,08	1,55
	a*	0,13	0,20	-1,87	0,10	-0,71	0,57
	b*	12,75	0,35	9,33	0,57	8,33	1,13
Polaoffice+	L*	65,82	1,94	66,80	1,59	66,32	1,77
	a*	-0,03	0,39	-1,8	0,14	0,66	0,29
	b*	11,90	1,24	8,80	1,00	6,57	2,65
Beyond	L*	64,57	1,56	65,55	1,50	66,69	1,41
	a*	-0,23	0,45	-1,86	0,16	-0,54	0,88
	b*	11,04	2,31	8,79	1,06	7,10	1,11
Ομάδα ελέγχου	L*	64,12	0,66	65,78	1,83	67,00	0,64
	a*	-0,08	0,17	-1,98	0,14	-0,69	0,41
	b*	10,78	0,26	8,84	1,58	8,48	0,71

ΠΙΝΑΚΑΣ IV

Μέση αλλαγή χρώματος ΔΕ* (X), Τυπική απόκλιση (SD)

		Tetric Ceram		Filtek Z250		Filtek SupremeXT	
		X	SD	X	SD	X	SD
Zoom	ΔL*	1,73	1,60	1,29	0,67	-0,31	0,93
	Δa*	0,88	0,30	0,72	0,11	0,26	0,65
	Δb*	0,75	0,57	-0,04	0,40	-0,93	0,62
	ΔE*	2,19	1,52	1,54	0,58	1,31	0,85
Opalescence Extra	ΔL*	2,50	1,46	-0,38	0,61	0,05	1,16
	Δa*	1,06	0,34	0,18	0,09	0,14	0,11
	Δb*	2,00	0,29	0,83	0,57	0,19	1,05
	ΔE*	3,46	1,24	1,13	0,37	1,32	0,44
Polaoffice+	ΔL*	2,26	2,00	-0,92	1,13	-0,71	1,42
	Δa*	0,89	0,45	0,51	0,23	0,19	0,10
	Δb*	1,15	1,05	0,29	,47	-1,58	1,30
	ΔE*	2,85	2,00	1,44	0,60	2,31	0,81
Beyond	ΔL*	1,01	1,12	-0,38	0,69	-0,35	0,98
	Δa*	0,69	0,49	0,24	0,28	0,31	0,78
	Δb*	0,29	2,21	0,28	0,43	-1,05	0,79
	ΔE*	2,37	0,98	0,82	0,43	1,69	0,35
Ομάδα ελέγχου	ΔL*	1,06	1,51	2,17	1,32	-0,03	0,62
	Δa*	0,84	0,08	0,22	0,19	0,16	0,44
	Δb*	0,29	2,21	0,33	0,85	0,06	0,53
	ΔE*	1,59	1,51	2,37	1,22	0,74	0,37

Ευρήματα

Τα αποτελέσματα φαίνονται στους Πίνακες III και IV. Δε βρέθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά ΔΕ* ($p>0.05$) μεταξύ των μεθόδων λεύκανσης για τα σκευάσματα των σύνθετων ρητινών συμπεριλαμβανομένης και της ομάδας ελέγχου. Μεταξύ των υλικών δε βρέθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά εκτός από τους συνδυασμούς Tetric Ceram και Filtek Z250 ($p=0.004$) καθώς και Tetric Ceram και Filtek Supreme XT ($p=0.05$). Για τη μέθοδο Zoom, Polaoffice+ και Beyond δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ΔΕ* μεταξύ των τριών σκευασμάτων σύνθετης ρητίνης, ενώ για τη μέθοδο Opalescence Extra βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ Tetric Ceram και Filtek Z250 ($p=0.03$). Όσον αφορά το ΔL*, βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά για όλες τις σύνθετες ρητίνες ($p<0.001$) εκτός της Filtek Supreme XT. Όσον αφορά την παράμετρο Δa*, δε βρέθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά. Τέλος, όσον αφορά την παράμετρο Δb*, βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά για όλα τα σκευάσματα σύνθετης ρητίνης ($p<0.01$) ενώ δε βρέθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεθόδων λεύκανσης.

Συζήτηση

Βασικές αρχές της χημείας υποστηρίζουν ότι αυτό που καθορίζει το χρώμα ενός μορίου είναι το μήκος και το σχήμα του, ενώ η διαλυτότητά του καθορίζεται από την πολικότητά του. Όταν ένας χημικός παράγοντας επιδράσει πάνω σε μία χρωστική, τότε τροποποιεί το μήκος και το σχήμα του μορίου της χρωστικής. Το αποτέλεσμα είναι ορατό σαν αλλαγή του χρώματός της¹⁴. Αντίστοιχα, αν κάποιος παράγοντας επιδράσει τροποποιώντας την πολικότητα του μορίου, αλλάζει η διαλυτότητα της χρωστικής. Με την επίδραση των λευκαντικών παραγόντων προκαλείται τροποποίηση τόσο του σχήματος των μορίων των χρωστικών όσο και της πολικότητάς του. Αυτό χημικά επιτυγχάνεται μέσω της διάσπασης διπλών δεσμών της αλυσίδας του χρωμοφόρου μορίου ή μέσω της οξειδωσης άλλων χημικών στοιχείων της αλυσίδας αυτής¹⁴. Είναι σαφές ότι όλοι οι λευκαντικοί παράγοντες δε διασπώνται με τον ίδιο τρόπο, στον ίδιο χρόνο ή με τον ίδιο ρυθμό. Μελέτες έχουν επιβεβαιώσει^{15,16}, ότι η ένταση της φωτεινής πηγής, που πιθανώς χρησιμοποιείται συνοδευτικά και η υψηλή συγκέντρωση του λευκαντικού παράγοντα, επηρεάζουν θετικά το ρυθμό εξέλιξης της αντίδρασης της λεύκανσης, ο οποίος εξαρτάται και

από τη θερμοκρασία και το pH του διαλύματος. Ωστόσο αύξηση του $pH > 7$ μειώνει το χρόνο διατήρησης των σκευασμάτων κάτω από 2 χρόνια^{15,16}.

Τα εμπορικά σκευάσματα που χρησιμοποιούνται για τη λεύκανση περιέχουν ως δραστική ουσία υπεροξειδίο του καρβαμιδίου ή υπεροξειδίο του υδρογόνου. Το υπεροξειδίο του καρβαμιδίου είναι ασταθές στο στοματικό περιβάλλον και διασπάται κατά 35% σε υπεροξειδίο του υδρογόνου και κατά 65% σε ουρία η οποία συντελεί στην άνοδο του Ph και τη θετικότερη εξέλιξη της λεύκανσης. Σε αυτές τις συνθήκες αλκαλικού pH, το υπεροξειδίο του υδρογόνου αποδομείται περαιτέρω σε ελεύθερες ρίζες οξυγόνου^{2,14-16}. Για τη μακροχρόνια τροφοδότηση του συστήματος με ελεύθερες ρίζες συνίσταται η χρησιμοποίηση σκευασμάτων υψηλής περιεκτικότητας υπεροξειδίου του υδρογόνου ή χρήση, συνοδευτικά, λάμπας λεύκανσης. Ωστόσο οι σύγχρονες μελέτες δίνουν αντικρουόμενες απόψεις ως προς την αποτελεσματικότητα ή όχι της χρήσης αυτών των συσκευών^{4,5} ενώ στην αμεσότερη αλλά παροδική αλλαγή χρώματος συμβάλλει και η ταυτόχρονη αφυδάτωση των δοντιών¹⁷. Ένα από τα μειονεκτήματα της χρήσης συστημάτων υψηλής συγκέντρωσης του λευκαντικού παράγοντα, είναι η επίδρασή του τόσο στις μηχανικές ιδιότητες, όσο και στο χρώμα των αποκαταστάσεων σύνθετης ρητίνης. Έχει βρεθεί ότι, ακόμη και 10-16% υπεροξειδίου του καρβαμιδίου, μπορεί να προκαλέσει μικρορωγμές στην επιφάνεια της σύνθετης ρητίνης^{10,18-21}.

Το χρώμα μιας αποκατάστασης σύνθετης ρητίνης προσδιορίζεται από την ανάκλαση του συνόλου των μηκών κύματος που δεν απορροφώνται, τη διάχυση που καθορίζει τη διαφάνεια και σχετίζεται με το πάχος της αποκατάστασης και την ικανότητα αντανάκλασης της υποκείμενης ουσίας²² και καθορίζεται από πολλούς παράγοντες που σχετίζονται με το υλικό²³. Με τη χημική σύσταση του υλικού σχετίζεται και η μεταβολή του χρώματος των σύνθετων ρητινών²³⁻²⁶, αφού και η οργανική μήτρα επηρεάζεται από τους παράγοντες λεύκανσης²⁷. Στο πείραμα, τα δείγματα διατηρήθηκαν σε απόλυτη υγρασία 100% στους 25°C. Οι συνθήκες πολυμερισμού, το χρώμα, το πάχος των δοκιμών και η συσκευή μέτρησης ήταν ίδια για όλα τα δείγματα. Ο χρωματικός προσδιορισμός έγινε με φασματοφωτόμετρο, μία συσκευή που επιτρέπει σε αντικείμενα με διαφορετικά χαρακτηριστικά να παράγουν όμοιες χρωματικές παραμέτρους μέσω της καταγραφής τριών χρωματικών παραμέτρων (L^*, a^*, b^*) σύμφωνα με το CIE Lab σύστημα 28. Πρόσφατα ωστόσο θεωρήθηκε ότι οι τιμές L^*, a^*, b^* δεν είναι επαρκείς για να προσδιορίσουν το χρώμα των δοντιών και των αποκαταστάσεων^{28,29}. Η στιλπνότητα, η διαφάνεια και η αντανάκλαση του φωτός είναι επίσης σημαντικοί παράγοντες που καθορίζουν το χρώμα τους, ενώ η στιλπνό-

τητα μπορεί να αλλάξει με την επίδραση των λευκαντικών ουσιών²⁷. Είναι προφανές ότι η εκτίμηση του χρώματος με τη βοήθεια συσκευής, δίνει περισσότερο αντικειμενικά αποτελέσματα σε αντίθεση με την υποκειμενικότητα του οπτικού προσδιορισμού του χρώματος^{7,30-32}. Έχει γίνει αποδεκτό ότι στο στοματικό περιβάλλον, οι μεταβολές του χρώματος είναι ευδιάκριτες και κλινικά σημαντικές όταν $\Delta E^* > 3.3$ ³³ ή 3.6²⁹. Βιβλιογραφικά δεδομένα για τις τιμές ΔE^* που επιφέρουν διάφορα συστήματα λεύκανσης ποικίλλουν³⁴⁻³⁶. Σημαντική είναι, τέλος, η διαπίστωση ότι, κάτω από ομοίμορφες συνθήκες φωτισμού, χρωματική αλλαγή μιας μονάδας στο σύστημα CIE Lab, είναι το οριακό σημείο αντίληψης της χρωματικής μεταβολής³⁷. Τιμές $\Delta E^* > 1$ θεωρούνται ορατές με γυμνό μάτι και αποδεκτές, τιμές $3,3 > \Delta E^* > 1$ αναφέρονται ως αποδεκτές με βάση την αντικειμενική οπτική εκτίμηση κάτω από ιδανικές συνθήκες φωτισμού και κλινικά μη σημαντικές, ενώ τιμές $\Delta E^* > 3,3$ αναφέρονται ως κλινικά σημαντικές και μη αποδεκτές^{29,38}. Τέλος, αν δύο αποχρώσεις βρίσκονται μεταξύ 2 ΔE^* μονάδων θεωρούνται κλινικά αποδεκτές και συγκρίσιμες. Στην παρούσα μελέτη μόνο η σύνθετη ρητίνη Tetric Ceram με τη μέθοδο Opalescence Extra έδωσε τιμή $\Delta E^* > 3.3$.

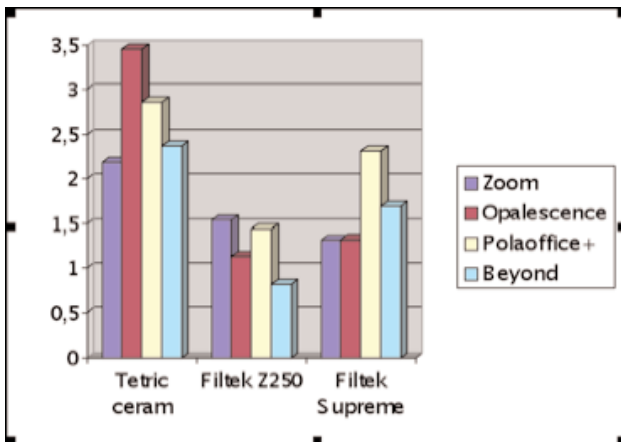
Λίγες είναι οι έρευνες, ωστόσο, που έχουν γίνει και που αφορούν την επίδραση των προϊόντων λεύκανσης στο χρώμα των σύνθετων ρητινών. Αυτές έδειξαν ότι περισσότερο αποτελεσματικά στην αλλαγή χρώματος των αποκαταστατικών υλικών είναι τα σκευάσματα υπεροξειδίου του υδρογόνου σε μεγάλη συγκέντρωση και ακολουθούν τα προϊόντα υπεροξειδίου του καρβαμιδίου¹⁷. Από τα υλικά που δοκιμάστηκαν, τη μεγαλύτερη αλλαγή στο χρώμα εμφάνισαν οι υαλοϊονομερείς κονίες και οι composites και ακολούθησαν τα ormocers και οι σύνθετες ρητίνες. Από τις σύνθετες ρητίνες, μεγαλύτερη αλλαγή παρουσίασαν κατά σειρά οι ρευστές ρητίνες και ακολούθησαν οι μικρόκοκκες, οι ναουβριδικές, οι μικροϋβριδικές και οι υβριδικές^{13,38-40}. Ύστερα από την εξέταση των χρωματικών τιμών των σύνθετων ρητινών μετά τη λεύκανση των δοκιμών, διαπιστώθηκε αύξηση της φωτεινότητας (L^*) σε μεγάλο βαθμό για τη μέσου μεγέθους υβριδική ρητίνη Tetric Ceram, ενώ οι μεταβολές ως προς τις άλλες σύνθετες ρητίνες ήταν μικρές και αρνητικές. Η αφυδάτωση των δοντιών που προκαλείται από τη μεγάλη άνοδο της θερμοκρασίας, προκαλεί φαινομενικά άμεση αλλαγή στο χρώμα των δοντιών, επηρεάζοντας όμως μόνο την παράμετρο της φωτεινότητας και όχι το χρώμα¹⁷. Μικρές θετικές μεταβολές της παραμέτρου a^* , μπορούν να εξηγηθούν από την παρουσία αμινούχων ενώσεων που μπορεί να δημιουργούν κόκκινα/καφέ παραπροϊόντα σε σημαντικό βαθμό²⁴. Για τις τιμές της παραμέτρου b^* υπήρξε μία σχετική αύξηση για την Tetric Ceram, ενώ για τις

άλλες σύνθετες ρητίνες υπήρξε τόσο αύξηση όσο και μείωση για τα διάφορα συστήματα λεύκανσης. Έτσι, τα περισσότερα δείγματα απέκτησαν μία περισσότερο κίτρινη απόχρωση. Διαφορές των αποτελεσμάτων της λεύκανσης στο ίδιο σκεύασμα σύνθετης ρητίνης, μπορεί να οφείλεται στη διαφορετική σύνθεση των συστημάτων λεύκανσης. Το υπεροξείδιο του υδρογόνου είναι ένας επιθετικός οξειδωτικός παράγοντας, ικανός να αποδομεί την πολυμερή οργανική μήτρα των σύνθετων ρητινών ενώ ελεύθερες ρίζες μπορούν να ενσωματωθούν στη μεσόφαση οργανικής μήτρας-ενισχυτικών ουσιών και να οδηγήσουν στην αποσύνδεσή τους^{6,26}. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έδειξαν ότι οι διαφορετικές χρωματικές αλλαγές που προκλήθηκαν από τον ίδιο παράγοντα λεύκανσης είχαν ως αιτία τη διαφορετική χημική σύσταση της σύνθετης ρητίνης. Ωστόσο βρέθηκε ότι, κυρίως ο όγκος της οργανικής μήτρα και κατ' επέκταση των ενισχυτικών ουσιών καθώς και ο τύπος αυτών είχαν τη μεγαλύτερη επιρροή στις χρωματικές μεταβολές των σύνθετων ρητινών, από ό,τι η δομή της οργανικής μήτρας^{6,38}. Από τα σκευάσματα ρητίνης που χρησιμοποιήθηκαν, φαί-

νεται ότι ο όγκος της οργανικής μήτρας της σύνθετης ρητίνης Tetric Ceram ήταν μεγαλύτερος του όγκου της μικροϋβριδικής ρητίνης Filtek Z250 και της νανοϋβριδικής Filtek Supreme XT, εξαιτίας της μικρότερης ογκομετρικής περιεκτικότητας σε ενισχυτικές ουσίες (79% έναντι 82%). Όσον αφορά τη διαφορά που προέκυψε στη μεταβολή του χρώματος μεταξύ Filtek Z250 και Filtek Supreme XT, μπορεί να αποδοθεί στο διαφορετικό τύπο των fillers ή ακόμα και στη διαφορετική σύνθεσή τους στα οργανικά μονομερή.

Συμπεράσματα

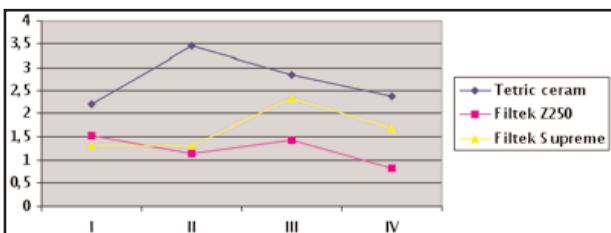
- Τις μεγαλύτερες μεταβολές του χρώματος εμφάνισε η σύνθετη ρητίνη Tetric Ceram για κάθε μέθοδο λεύκανσης (Σχήμα 1).
- Η μέθοδος με τη μεγαλύτερη ικανότητα μεταβολής χρώματος είναι η μέθοδος Polaoffice+ (Σχήμα 1A, 1B).
- Μετά τις διαδικασίες λεύκανσης, στο σύνολο των δειγμάτων παρατηρήθηκε αύξηση της φωτεινότητας και μετατόπιση της χροιάς προς τις αποχρώσεις του κόκκινου και κίτρινου.



Σχήμα 1Α: Οι μεταβολές χρώματος (ΔE*) για κάθε υλικό και μέθοδο λεύκανσης

Βιβλιογραφία

1. Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching – a critical review of the biological aspects. *Critical review. Oral Biol Med* 2003; 14(4):292-304.
2. Kugel G, Ferreira S. The art and science of tooth whitening. *Inside dentistry* 2006; 2(7):84, 86-9.
3. Sulieman M. An overview of bleaching techniques. 3. In surgery or power bleaching. *Dent Update* 2005; 32: 101-8.
4. Tavares M, Stultz J, Newman M, et al. Light augments tooth whitening with peroxide. *J Am Dent Assoc* 2003; 134(2):167-75.
5. Hein DK, Ploeger BJ, Hattup JK, et al. In office vital tooth bleaching- what do lights add? *Compend Contin Educ Dent* 2003; 24(4A):340-52.
6. Taher NM. The effect of bleaching agents on the surface hardness of tooth colored restorative materials. *J Contemp Dent Pract* 2005; 6:18-26.
7. Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *J Dent* 2006; 95:137-42.
8. Turker SB, Biskin T. Effect of three bleaching agents on the surface properties of three different aesthetic restorative materials. *J Prosthet Dent* 2003; 89:466-73.
9. Cehreli ZC, Yazici R, Garcia-Godoy F. Effect of home-use bleaching gels on fluoride releasing restorative materials. *Oper Dent* 2003; 23:489-94.
10. Bailey SJ, Swift Jr EJ. Effect of home bleaching products on composite resins. *Quintessence Int* 1992; 23:489-94.
11. Rodrigues JA, Marchi GM, Ambrosano GMB, Heymann HO, Pimenta LA. Microhardness evaluation of in situ vital bleaching on human dental enamel using a novel study design. *Dent Mater* 2005; 21:1059-67.



Σχήμα 1Β: Οι μεταβολές ΔE* των τριών σκευασμάτων σύνθετης ρητίνης για τις τέσσερις μεθόδους λεύκανσης (I: Zoom, II: Opalescence Extra, III: Polaoffice+, IV: Beyond)

Σχήμα 1 (1Α και 1Β):

Σχηματική παράσταση των αποτελεσμάτων για κάθε σύνθετη ρητίνη και κάθε σύστημα λεύκανσης που χρησιμοποιήθηκε.

12. Kwon YH, Kwon TY, Kim HI, Kim KH. The effect of 30% hydrogen peroxide on the color of compomers. *J Biomed Mater Res Part B Appl Biomater* 2003; 66B:306-10.
13. Villalta P, Lu H, Oete J, Garcia-Godoy F, Power JM. Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. *J Prosthet Dent* 2006; 95:137-42.
14. Kirk CE.: the chemical bleaching of teeth. *Dental Cosmos* 1889; 273-83.
15. Feinman RA, MadrayG, Yarborough D. Chemical, optical and physiological mechanisms of bleaching products; a review. *Pract Periodont Aesthet Dent* 1991; 3:32-36.
16. Heymann HO, Goldstein RE, Haywood VB. Bleaching of vital teeth: *Quintessence Int* 1997; 28(6):420-7.
17. Duret F. A clinical comparison of a plasma based curing source and conventional halogen lamps. *Pract Periodont Aesthet Dent* 1998 (Spec issue):1-3.
18. Bowles WH, Lancaster LS, Wagner MJ. Reflectance and texture changes in bleached composite resin surfaces. *J Esthet Dent* 1996; 8:229-33.
19. Turker SB, Biskin T. The effect of bleaching agents on the microhardness of dental aesthetic restorative materials. *J Oral Rehabil* 2002; 29:657-61.
20. Nathoo SA, Chmielewski MB, Kirkup RE. Effects of colgate platinum professional tooth whitening system on microhardness of enamel, dentin and composite resins. *Compend Contin Educ Dent Suppl* 1994; S627-30.
21. Yap AU, Wattanapayungkul P. Effects of in-office tooth whiteners on hardness of tooth colored restoratives. *Oper Dent* 2002; 27:137-41.
22. O'Brien JW. Double layer effect and other optical phenomena related to aesthetics. *Dental Clinics of North America* 1985; 29:667-72.
23. Καφούσις Ν, Μπαλτζάκη Γ, Σταθόπουλος Α (1994) Οδοντιατρικά Βιούλικά. Εκδόσεις Ακίδα, Αθήνα, σελ. 133-43.
24. Janda R, Roulet JF, Latta M, Steffin G, Ruttermann S. Color stability of resin based filling materials after aging when cured with plasma or halogen light. *Eur J Oral Sci* 2005; 113:251-7.
25. Hosoya Y. Five-year color changes of light-cured resin composites: influence of light-curing times. *Dent Mater* 1999; 15:268-74.
26. Yalcin F, Gurgan S. Bleaching induced Color Change in Plastic Filling Materials. *Journal of Biomater.Appl* 2005; 19(3):187-95.
27. Hannig C, Duong S, Becker K, Brunner E, Kahler E, Attin T. Effect of bleaching on subsurface microhardness of composite and a polyacid modified composite. *Dent Mater* 2007; 23:198-203.
28. Inocoshi S, Burrow MF, Kataumi M, Yamada T, Takatsu T. Opacity and color changes of tooth colored restorative materials. *Oper Dent* 1996; 21:73-80.
29. Johnston WM, Cao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res* 1989; 68:819-22.
30. Lim MY, Lum SOY, Poh RSC, Lee GP, Lim KC. An in vitro comparison of the bleaching efficacy of 35% carbamide peroxide with established intracoronal bleaching Agents. *Int Endod J* 2004; 37:483-8.
31. Hosoya Y. Five-year color changes of light-cured resin composites: influence of light-curing times. *Dent Mater* 1999; 15:268-74.
32. Luk K, Tam L, Hubert M. Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. *JADA* 2004; 135:194-201.
33. Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite dental materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater* 1987; 3:246-51.
34. Monaghan P, Trowbridge T, Lautenschlager E. Composite resin color-change after vital tooth bleaching. *J Prosthet Dent* 1992; 67:778-81.
35. Canay S, Cehreli MC. The effect of curret bleaching agents on the color of light polymerized composites in vitro. *J Prosthet Dent* 2003; 89:474-8.
36. Monaghan P, Lim E, Lautenschlager E. Effects of home bleaching preparations on composite resin color. *J Prosthet Dent* 1992; 68:575-8.
37. Kuehni RG, Marcus RT. An Experiment in Visual Scaling of Small Color Differences, *Color Res Appl* 1979; 4:83-91.
38. Hubbtzoglou I, Akaoglu B, Dogan A, Keskin S, Bolayir G, Ozcelik S, Dogan OM. Effect of bleaching on color change and refractive index of dental composites resins. *Dental Mater Journal* 2008; 27(1):105-116.
39. Monaghan P, Trowbridge T, Lautenschlager E. Composite resin color-change after vital tooth bleaching. *J Prosthet Dent* 1992; 67:778-81.
40. Canay S, Cehreli MC. The effect of curret bleaching agents on the color of light polymerized composites in vitro. *J Prosthet Dent* 2003; 89:474-8.