

Αποκαταστάσεις οπίσθιων τερηδοτισμένων δοντιών: Αντικατάσταση παλαιών εμφράξεων αμαλγάματος με αισθητικά υλικά: Κριτήρια τοποθέτησης ή αντικατάστασης.

Ε. ΚΟΛΙΝΙΩΤΟΥ - ΚΟΥΜΠΙΑ¹

Εργαστήριο οδοντικής Χειρουργικής, Οδοντιατρική Σχολή Α.Π.Θ.

Posterior composite restorations: Replacement of amalgam restorations by esthetic restorative materials: Criteria for placement and replacement.

E. KOLINIOTOU - KOUMPIA¹

Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Aristotle University of Thessaloniki.

Περίληψη

Αναμφίβολα, τα τελευταία 30 χρόνια η αποκαταστατική οδοντιατρική έχει γνωρίσει επανάσταση στις τεχνικές, στα διαθέσιμα υλικά και στα επιλεγόμενα σχέδια θεραπείας. Έτσι, οι εντυπωσιακές βελτιώσεις στις σύνθετες ρητίνες και στα συνδετικά συστήματα, καθώς και οι αυξημένες απαιτήσεις των ασθενών, αλλά και των οδοντιάτρων για αισθητικές αποκαταστάσεις, έχουν επιφέρει στροφή στην οδοντιατρική, καθιστώντας τις σύνθετες ρητίνες ουσιαστικής σημασίας εμφρακτικό υλικό για τις αποκαταστάσεις των πίσω δοντιών. Σήμερα, λοιπόν, αν και υπάρχει πραγματική πληθώρα αισθητικών υλικών και τεχνικών, δε διαθέτουμε το ιδεώδες υλικό που καλύπτει όλες τις εναλλακτικές απαιτήσεις. Ο οδοντίατρος είναι εκείνος, ο οποίος οφείλει κάθε φορά να επιλέγει τα κατάλληλα υλικά και την κατάλληλη τεχνική, με τη βοήθεια των οποίων θα αποκαταστήσει κατά περίπτωση τους σκληρούς οδοντικούς ιστούς. Σκοπός αυτής της βιβλιογραφικής ανασκόπησης είναι να εκθέσει στους κλινικούς οδοντιάτρους επιστημονικά δεδομένα που ενδέχεται να τους βοηθήσουν στην κρίσιμη απόφασή τους κατά τη διαδικασία αντικατάστασης μιας έμφραξης, (στην οποία τους παρέχεται η ευχέρεια ελεύθερης επιλογής – τοποθέτησης μιας έμφραξης – ασχέτως του εάν ο/η ασθενής επιζητεί τη μη τοποθέτηση αμαλγάματος). Η μελέτη αυτή α) αναλύει τα κριτήρια επιλογής των αποκαταστατικών υλικών, β) κατηγοριοποιεί τους παράγοντες που επηρεάζουν την κλινική έκβαση των εμφράξεων από σύνθετη ρητίνη (παράγοντες που σχετίζονται με το υλικό, τον οδοντίατρο, τον ασθενή), γ) προτείνει τεχνικές για την, όσο το δυνατόν, μεγαλύτερη μακροβιότητα των εμφράξεων.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Αποκαταστάσεις οπίσθιων δοντιών, Αισθητικές αποκαταστάσεις, Αντικατάσταση εμφράξεων αμαλγάματος.

Στάλθηκε στις 4.10.2006. Εγκρίθηκε στις 13.12.2006.

¹ Επίκ. Καθηγήτρια

Summary

Objective: To give the practicing dentist scientifically based data to assist him/her in the responsible decision-making process necessary to weigh the options available to the patient if she/he prefers not to have an amalgam placed.

Posterior composite restorations have been in use for approximately 30 years. Early experiences with this treatment indicated there were more clinical challenges and higher failure rates than with amalgam restorations. Since the early days of posterior composites, many improvements in materials, techniques, and instruments for placing these restorations have been devised. This paper reviews what is known regarding current clinical challenges with posterior composite restorations. This review categorizes the challenges as those related to the restorative materials, those related to the dentist, and those related to the patient. The clinical relevance of laboratory tests is discussed from the perspective of solving the remaining clinical challenges of current materials. Clinical data indicate that secondary caries and restoration fracture are the most common clinical problems and merit further investigation. Improvement in handling properties to ensure void-free placement and complete cure should be investigated to improve clinical outcomes. Polymerization shrinkage and the problems that have been attributed to this property of composite are reviewed. There is a lack of evidence indicating polymerization shrinkage is the primary cause of secondary caries. The formation of a perfect seal around resin-based restorations is further required to offer an effective protection to the dentin-pulp complex against microbiological risks. Although most adhesive systems have the potential to seal restorations, research has shown that sealing of cavities with resin-based materials is not always predictable. It is recommended that composite materials be developed with antibacterial properties as a way of reducing failures due to secondary caries.

KEY WORDS: Posterior composite restorations, esthetic restorative materials, replacement of amalgam restorations.

Received on 4th Oct., 2006. Accepted on 13th Dec., 2006.

¹ Assist. Professor

Εισαγωγή

Το αμάλγαμα υπήρξε, για πολύ περισσότερο από 100 χρόνια, το υλικό εκλογής για τις εμφράξεις των πίσω δοντιών. Τούτο αποδίδεται :

- στην ευκολία του χειρισμού του,
- στις άριστες μηχανικές του ιδιότητες,
- στη μεγάλη του αντίσταση στην αποτριβή,
- και στο μοναδικό του χαρακτηριστικό, της αυτοαπόφραξης (self sealing), η οποία μειώνει τη μικροδίοδυση με την ενηλικίωση της εμφραξης.

Πολλές κλινικές μελέτες στη διεθνή βιβλιογραφία τεκμηριώνουν τη μακρά διάρκεια των εμφραξεων αμαλγάματος. Η ετήσια αποτυχία των εμφραξεων αμαλγάματος κυμαίνεται από 0,3% έως 1,7%, για τα non (γ-2) κράματα, και μεταξύ 1% και 7%, για τα κράματα με τη γ-2 φάση, για περίοδο εκτίμησης πάνω από 20 χρόνια¹⁻⁴. Εάν δε ληφθεί υπόψη και το γεγονός ότι αυτές οι μελέτες έλαβαν χώρα σε περιόδους με πολύ υψηλότερο δείκτη τερηδόνας, και γνωρίζοντας ότι η κύρια αιτία αντικατάστασής τους ήταν ο επαντερηδονισμός, τα αποτελέσματα των ερευνών θα πρέπει να θεωρηθούν άριστα^{1,4}.

Ήδη, όμως, από τα μέσα του 19^{ου} αιώνα άρχισε να εκδηλώνεται ενδιαφέρον στο πλαίσιο της οδοντιατρικής για την αισθητική αποκατάσταση τόσο των πρόσθιων όσο και των οπίσθιων δοντιών. Δύο, όμως, ήταν τα επιτεύγματα που σημάδεψαν τη μετέπειτα πορεία των αισθητικών υλικών και των αισθητικών αποκαταστάσεων.

1. Η τεχνική της αδροποίησης της αδαμαντίνης από τον Buonocore, το 1955⁵.
2. Η παρασκευή της ρητίνης Bis-GMA από τον Bowen, το 1963⁶.

Έτσι, εδώ και τουλάχιστον 35 χρόνια οι σύνθετες ρητίνες άρχισαν να χρησιμοποιούνται στην αποκατάσταση των πίσω δοντιών. Η εισαγωγή των ρητινωδών υλικών στην οδοντιατρική πρακτική εμφανίσθηκε ως προάγγελος για την αντικατάσταση του αμαλγάματος. Προς την κατεύθυνση αυτή συνέβαλε και η έντονη αμφισβήτηση της ασφαλούς χρήσης του αμαλγάματος, που ενοχοποιήθηκε για άμεση πιθανή τοξικότητα και οικολογική επιβάρυνση⁷⁻⁹.

Γρήγορα, όμως, έγινε κατανοητό ότι οι σύνθετες ρητίνες δε συνιστούσαν υποκατάστατο του αμαλγάματος^{10,11}, διότι

- ο έντονος ρυθμός αποτριβής τους,
 - η αποδόμηση των ορίων,
 - ο επαντερηδονισμός και
 - η απώλεια της λειτουργικότητας
- απογοήτευσαν πολύ γρήγορα τους κλινικούς οδοντιάτρους.

Αναμφίβολα, τα τελευταία 30 χρόνια η αποκαταστατική οδοντιατρική έχει γνωρίσει επανάσταση στις

τεχνικές, στα διαθέσιμα υλικά, και στα επιλεγόμενα σχέδια θεραπείας. Έτσι, οι εντυπωσιακές βελτιώσεις στις σύνθετες ρητίνες και στα συνδετικά συστήματα, καθώς και οι αυξημένες απαιτήσεις των ασθενών, αλλά και των οδοντιάτρων για αισθητικές αποκαταστάσεις, έχουν επιφέρει στροφή στην οδοντιατρική, καθιστώντας τις σύνθετες ρητίνες ουσιαστικής σημασίας εμφρακτικό υλικό για τις αποκαταστάσεις των πίσω δοντιών. Σήμερα, ο οδοντίατρος είναι σε θέση να προστατεύσει τον ασθενή από τον τερηδονικό κίνδυνο χρησιμοποιώντας υλικά και τεχνικές που ήταν άγνωστα το 1970. Επιπλέον, η προσέγγιση του οδοντιάτρου κατά την παρασκευή της κοιλότητας για τον έλεγχο της τερηδόνας είναι ριζικά διαφορετική απ' ό,τι στο παρελθόν. Αντίθετα με την άποψη της «επέκτασης προς πρόληψη», που ίσχυε παλιότερα, σήμερα, η υπερσυντηρητική παρασκευή του δοντιού είναι ο κύριος στόχος¹². Ένας δεύτερος σημαντικός παράγοντας αλλαγής της οδοντιατρικής είναι η συμπεριφορά των ασθενών. Οι άσθενείς δεν επιζητούν πλέον οδοντιατρική θεραπεία αποκλειστικά για τον πόνο. Ενδιαφέρονται για καλύτερη αισθητική, λευκότερα δόντια και πιο γοητευτικά «χαμόγελα»¹³. Αυτή η αποκαταστατική επανάσταση έγινε εφικτή με την ανάπτυξη νέων ρητινωδών υλικών, που μπορούν να συνδεθούν με τους οδοντικούς ιστούς¹⁴.

Ωστόσο, δεν επήλθαν όλες οι αλλαγές στην αποκαταστατική οδοντιατρική χωρίς αμφισβήτηση ή προβληματισμό. Η χρήση νέων υλικών, με νέα χημική σύνθεση, η αδροποίηση της οδοντίνης και η ανάγκη να εξασφαλιστεί πλήρης πολυμερισμός και ερμητική επαφή της αποκατάστασης με το δόντι έχουν εγείρει πολλά ερωτηματικά σχετικά με τη βιολογική ασφάλεια των νέων υλικών και τεχνικών.

Σήμερα, λοιπόν, αν και υπάρχει πραγματική πληθώρα αισθητικών υλικών και τεχνικών, δε διαθέτουμε το ιδεώδες υλικό που καλύπτει όλες τις εναλλακτικές απαιτήσεις. Ο οδοντίατρος είναι εκείνος, ο οποίος οφείλει κάθε φορά να επιλέγει τα κατάλληλα υλικά και την κατάλληλη τεχνική, με τη βοήθεια των οποίων θα αποκαταστήσει κατά περίπτωση τους σκληρούς οδοντικούς ιστούς. Σκοπός αυτής της κλινικής ανασκόπησης είναι να εκθέσει στους κλινικούς οδοντιάτρους επιστημονικά δεδομένα που ενδέχεται να τους βοηθήσουν στην κρίσιμη απόφασή τους κατά τη διαδικασία αντικατάστασης μιας εμφραξης, στην οποία τους παρέχεται η ευχέρεια ελεύθερης επιλογής -τοποθέτησης μιας εμφραξης- ασχέτως του εάν ο/η ασθενής επιζητεί τη μη τοποθέτηση αμαλγάματος.

Κριτήρια επιλογής των αποκαταστατικών υλικών

Προφανώς, όταν πρόκειται να τοποθετήσουμε ή να αντικαταστήσουμε μια εμφραξη είναι σημαντικό να προσπαθήσουμε να χρησιμοποιήσουμε τα πλέον κατάλ-

ληλα υλικά. Η δυνατότητα που έχουμε να είναι η αντικατάσταση των εμφράξεων υψηλότερης ποιότητας και σταθερότητας εξαρτάται από πάρα πολλούς παράγοντες, στους οποίους συγκαταλέγονται:¹⁵

- η τεχνική επιδεξιότητα του οδοντίατρου,
- ο καθορισμός της ποιότητας από το νέο επεμβαίνοντα οδοντίατρο, και
- η τερηδονική επικινδυνότητα του ασθενούς (patient risk factor).

Η ποιότητα των εμφράξεων είναι μια παράμετρος που όσο και αν εκ πρώτης όψεως μας φαίνεται απλή, είναι πολύ δύσκολο να καθορισθεί. Ο καθορισμός της ποιότητας¹⁶⁻¹⁸ είναι αποτέλεσμα συγκερασμού πολλών παραγόντων, όπως είναι η λειτουργικότητα, η οριακή ακεραιότητα, η αισθητική, η συμβατότητα με τους οδοντικούς και περιοδοντικούς ιστούς, η απουσία ή παρουσία επανατερηδονισμού, η ζωτικότητα του πολφού, διάφορα συμπτώματα του ασθενούς (πόνος) και σταθερότητα.

Η δημιουργία και εισαγωγή στην οδοντιατρική αγορά νέων προϊόντων και υλικών είναι τις τελευταίες δεκαετίες αλματώδης, με αποτέλεσμα οι ερευνητές να μην είναι σε θέση να εκτιμήσουν ικανοποιητικά την κλινική αποτελεσματικότητα πολλών εμφρακτικών υλικών. Το σύννηθες, τα τελευταία χρόνια, είναι η επαρκής ασφάλεια, η αποτελεσματικότητα, και η μακροβιότητα των κυκλοφορούντων υλικών να βασίζεται μάλλον σε δεδομένα των φυσικομηχανικών τους ιδιοτήτων, σε συνδυασμό με κλινικές δοκιμασίες, μικρής, όμως, χρονικής διάρκειας. Και δεν υπάρχει καμιά αμφιβολία ότι η καλύτερη δοκιμασία, το καλύτερο test για την απόδοση ενός υλικού είναι η δοκιμασία του χρόνου "the test of time" υπό ευρύ φάσμα κλινικών καταστάσεων.

Είναι χρήσιμο να κατηγοριοποιηθούν οι επιδράσεις που επηρεάζουν την κλινική έκβαση των εμφράξεων από σύνθετη ρητίνη στα οπίσθια δόντια¹⁹⁻²¹, σε εκείνες οι οποίες σχετίζονται με αυτό καθαυτό το υλικό, σε εκείνες οι οποίες σχετίζονται με τον οδοντίατρο, και σε εκείνες οι οποίες σχετίζονται με τον ασθενή.

Η επιτυχής αποκατάσταση των οπίσθιων δοντιών με σύνθετες ρητίνες στηρίζεται στο παρακάτω τετράπτυχο:

- Σωστή ενημέρωση του ασθενούς.
- Σωστή επιλογή του περιστατικού.
- Εξοικείωση του κλινικού με τις τεχνικές των άμεσων αισθητικών αποκαταστάσεων.
- Σωστή επιλογή των υλικών και της τεχνικής.

Σωστή ενημέρωση του ασθενούς

Η ενημέρωση του ασθενούς αφορά, πρωτίστως, τη βιωσιμότητα και μακροβιότητα της έμφραξης, η οποία εξαρτάται από: το υλικό, τον οδοντίατρο, και τον ασθενή¹⁹⁻²¹.

Ο ασθενής θα πρέπει να γνωρίζει ότι μέσος χρόνος

ζωής των ρητινών είναι το πολύ 7,1 χρόνια, ενώ των εμφράξεων αμαλγάματος 13,6 χρόνια²². Τα αποτελέσματα των ερευνών δείχνουν ότι ο δεσμός των συνδετικών παραγόντων με την οδοντίνη μετά από 1-3 χρόνια υφίσταται σημαντική εκφύλιση και αποδόμηση. Οι κλινικοί θα πρέπει να επαγρυπνούν γιατί, ακόμη και αν σε κλινικές συνθήκες δεν υπάρχει καμιά ένδειξη ή σύμπτωμα αποτυχίας, υπάρχει πάντα κίνδυνος, μετά από 1-3 χρόνια, εμφάνισης οριακής μικροδιδείδωσης και εισόδου μικροβίων στα τοιχώματα της κοιλότητας και, ως εκ τούτου, στον ανοσο-κατασταλμένο πολφό²³.

Κλινικά, το μεγαλύτερο πρόβλημα με τη σύνδεση των ρητινωδών εμφρακτικών υλικών με τους οδοντικούς ιστούς είναι ότι ο κλινικός δεν έχει καμιά άμεση ένδειξη για το κατά πόσο επιτυχής είναι ο δεσμός, παρά μόνο αρκετά χρόνια αργότερα. Δεν υπάρχει τρόπος, στην κάθε έμφραξη, να μετρήσει ο κλινικός οδοντίατρος την αντοχή του δεσμού, την απόφραξη της οδοντίνης ή την παρουσία μικροβίων κάτω από την έμφραξη. Εντούτοις, όλοι οι παραπάνω παράγοντες είναι κρίσιμοι για τη μακροβιότητα και τη συνολική επιτυχία μιας έμφραξης.

Επίσης, πρέπει να τονίζεται στον ασθενή ότι θα οφείλει να φροντίζει με σχολαστική επιμέλεια τη στοματική του υγιεινή, γεγονός το οποίο θα επιμηκύνει τον μέσο χρόνο ζωής των εμφράξεων.

Σωστή επιλογή του περιστατικού

Θα μπορούσαμε να πούμε ότι στην κλινική πράξη πρωτεύοντα ρόλο έχει η επιλογή του περιστατικού. Οι παράμετροι που θα πρέπει να λάβει υπόψη του στη διαδικασία επιλογής ο οδοντίατρος είναι:

1. η στοματική υγιεινή,
2. η θέση του δοντιού,
3. το μέγεθος των αποκαταστάσεων,
4. τα όρια της κοιλότητας.

1. Στοματική υγιεινή. Οι σύνθετες ρητίνες δεν εμφανίζουν αντιτερηδογόνο δράση. Το στοιχείο αυτό, σε συνδυασμό με την ύπαρξη άλλου βαθμού περιεμφρακτικού χώρου – λόγω της συστολής πολυμερισμού των σύνθετων ρητινών – και μάλιστα σε συνθήκες μη καλής στοματικής υγιεινής, δημιουργεί προϋποθέσεις ανάπτυξης δευτερογενούς τερηδόνας. Ο πιο ανεξέλεγκτος παράγοντας κατά την αποκατάσταση μιας έμφραξης σύνθετης ρητίνης σε οπίσθια δόντια είναι ο ασθενής, ο οποίος θα δεχθεί την έμφραξη. Κλινικά δεδομένα δείχνουν ότι ορισμένοι ασθενείς είναι υψηλής επικινδυνότητας για δημιουργία αποτυχημένων αποκαταστάσεων^{24,25}. Μερικά από τα αίτια για τις διαφορές μεταξύ των ασθενών είναι οι συγκλεισιακές δυνάμεις, ορισμένες παραλειπουργικές μασητικές συνήθειες, η σύσταση του σάλιου^{26,27}, τα οξέα της οδοντικής πλάκας^{27,28} και βακτηριακά υποπροϊόντα.

Επίσης, οι διαιτητικές συνήθειες, συμπεριλαμβανομένης της σκληρότητας των τροφών, μπορεί να έχουν αντίκτυπο στη φθορά και στα κατάγματα των εμφράξεων. Επιπρόσθετα, τροφές και ροφήματα τα οποία περιέχουν διαλυτικά, όπως είναι η αιθανόλη²⁸⁻³¹, διαφοροποιούν και μεταβάλλουν τις μηχανικές ιδιότητες των σύνθετων ρητινών και οδηγούν τις εμφράξεις σε πρώιμη αποτυχία. Οι έντονες δυνάμεις μάσησης, διάφορες μασητικές συνήθειες, αποκλίσεις της υγρασίας, σιελικά ένζυμα, και εν γένει όλοι αυτοί οι παράγοντες που προαναφέραμε, συμβάλλουν αρνητικά στη μακροβιότητα της έμφραξης²¹.

Ως εκ τούτου, η τοποθέτηση εμφράξεων με σύνθετη ρητίνη στα πίσω δόντια πρέπει να γίνεται¹⁵:

- α) σε ασθενείς που εμφανίζουν καλή στοματική υγιεινή και
- β) σε ασθενείς που εμφανίζουν μικρή τερηδονική επικινδυνότητα (patient risk factor).

Η αξιολόγηση του τερηδονικού κινδύνου είναι ο καλύτερος δείκτης πρόγνωσης μιας έμφραξης, παρά η τελειότητα της έμφραξης. Οι σύγχρονες αντιλήψεις για τη δημιουργία τερηδόνας αναγνωρίζουν ότι η τερηδονική επικινδυνότητα του ασθενούς είναι ο κυριότερος παράγοντας της εμφάνισης δευτερογενούς τερηδόνας^{32,33}.

Κατά τη διάρκεια ακόμη της πρώτης περιόδου της εμφάνισης των σύνθετων ρητινών, άρχισε να γίνεται κατανοητό ότι για τις τερηδόνες ενοχοποιούνται τα μικρόβια. Αυτή την περίοδο άρχισαν να γίνονται κατανοητοί και οι μηχανισμοί δράσης του φθορίου κατά της τερηδόνας, αλλά και η σημασία των διαιτητικών συνθηκών. Η εκπαίδευση, όμως, των οδοντιάτρων αυτή τη χρονική περίοδο είχε εστιασθεί περισσότερο στη μηχανική ακρίβεια των εμφρακτικών μεθόδων, και οι δευτερογενείς τερηδόνες συχνά αποδίδονταν σε αποτυχία του εμφρακτικού υλικού ή σε ανεπαρκή φραγή των ορίων της κοιλότητας, κάτι που επέτρεπε την είσοδο των μικροβίων και το σχηματισμό δευτερογενούς τερηδόνας. Σήμερα, έχει, πλέον, αποσαφηνιστεί η έννοια της τερηδονικής επικινδυνότητας του ασθενούς, αλλά και το γεγονός ότι οι δευτερογενείς τερηδόνες συνιστούν βιολογική αποτυχία, και όχι αποτυχία των υλικών³⁴⁻³⁶. Πράγματι, δεν υπάρχει έντονη συσχέτιση μεταξύ της οριακής καταστροφής ή του εύρους των οριακών χασμάτων και του σχηματισμού δευτερογενούς τερηδόνας³⁴⁻³⁶. Η εμφάνιση σύνθετων ρητινών εμπλουτισμένων με αντιμικροβιακούς παράγοντες που καταπολεμούν τα μικρόβια τα οποία ευθύνονται για τις τερηδόνες θα ήταν, ίσως, κάτι πολύ αποτελεσματικότερο όσον αφορά τον περιορισμό της δευτερογενούς τερηδόνας^{37,38}. Αυτό, βέβαια, δε σημαίνει ότι ο κλινικός δεν πρέπει να επαγρυπνεί για την απόδοση εμφράξεων με τέλεια οριακή εφαρμογή, ανατομικότητα και λειτουργικότητα.

2. Η θέση του δοντιού. Η θέση του δοντιού στο οδοντικό τόξο πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ως παράμετρος επιλογής του περιστατικού σε σχέση:

- α) με τα μασητικά συγκλεισιακά φορτία,
- β) τη δυνατότητα πρόσβασης.

Δε θα πρέπει να ξεχνάμε τις Οδηγίες της Α.Δ.Α. για τις αντενδείξεις των συνθέτων ρητινών σε οπίσθια δόντια³⁹:

- Ασθενείς με ισχυρές μασητικές δυνάμεις.
- Επιφάνειες που δεν μπορούν να απομονωθούν.
- Ασθενείς που είναι αλλεργικοί ή εμφανίζουν ευαισθησία στα ρητινώδη εμφρακτικά υλικά.

Αν το δόντι πρόκειται να δεχθεί μεγάλα συγκλεισιακά φορτία και η θέση του δεν επιτρέπει την εύκολη πρόσβαση, η άμεση τεχνική αποτελεί αντένδειξη.

Η διαφορά της αντίστασης στην αποτριβή και τη φθορά των εμφράξεων με σύνθετη ρητίνη μεταξύ γομφίων και προγομφίων, καθώς και μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου γομφίου έχει ήδη τεκμηριωθεί από τον Wilder και τους συνεργάτες του, από το 1996⁴⁰.

3. Το μέγεθος των αποκαταστάσεων. Πριν αρκετά χρόνια, η αντοχή των σύνθετων ρητινών στη φθορά, στις εμφράξεις των οπίσθιων δοντιών θεωρείτο μεγάλο μειονέκτημα. Σήμερα, όμως, με τις αλλαγές στη σύνθεση των σύνθετων ρητινών, το φαινόμενο αυτό έχει μειωθεί ουσιαστικά, και θεωρείται από πολλούς ως πρόβλημα που έχει λυθεί⁴¹. Ωστόσο, στη διεθνή βιβλιογραφία ελάχιστες αποδείξεις υπάρχουν, οι οποίες να υποστηρίζουν αυτό το συμπέρασμα για μεγάλες εμφράξεις, ειδικά για εκείνες που συμπεριλαμβάνουν την αντικατάσταση των λειτουργικών φυμάτων, ασχέτως του εάν στην πραγματικότητα τέτοιες εμφράξεις πραγματοποιούνται στην καθημερινή πράξη. Οι έρευνες δείχνουν ότι η αντοχή στη φθορά έχει μικρή σημασία μόνο για μικρού και μετρίου μεγέθους εμφράξεις⁴¹. Πρόσφατες μελέτες μακράς χρονικής διάρκειας, για την εκτίμηση της απόδοσης των εμφράξεων με σύνθετη ρητίνη στα οπίσθια δόντια δείχνουν ότι οι σύνθετες ρητίνες συμπεριφέρονται ικανοποιητικά, και ότι υπάρχει πρόβλημα μόνο σε ασθενείς με παραλειπτικές συνήθειες, σε ασθενείς που σφίγγουν τα δόντια ή σε ασθενείς με βρουξισμό⁴¹⁻⁴³. Άλλες, όμως, επίσης πρόσφατες μελέτες μακράς χρονικής διάρκειας, δείχνουν ότι η απόδοση των εμφράξεων στα οπίσθια δόντια με σύνθετη ρητίνη είναι μειωμένη, ότι οι εμφράξεις με σύνθετη ρητίνη είναι χειρότερες από τις εμφράξεις αμαλγάματος ή από τις ένθετες χυτές χρυσές εμφράξεις⁴⁴.

Συνεπώς, σε σχέση με το μέγεθος των αποκαταστάσεων αποτελούν αντένδειξη:

- α) οι μεγάλης έκτασης αποκαταστάσεις,
- β) η ανασύσταση φυμάτων.

Κλινικές μελέτες δείχνουν ότι οι περισσότερες αιτίες αποτυχίας των εμφράξεων από σύνθετη ρητίνη είναι τα κατάγματα και οι δευτερογενείς τερηδόνες. Τα

κατάγματα, συνήθως, εμφανίζονται εντός των πρώτων 5 χρόνων παρακολούθησης, ενώ οι δευτερογενείς τερηδόνες, συνήθως, μετά τα 5 χρόνια παρακολούθησης^{19,20}.

Για την πρόκληση καταγμάτων στα φύματα ενοχοποιείται η συστολή πολυμερισμού και οι τάσεις που αναπτύσσονται από τη συστολή πολυμερισμού^{19,20,31}. Ενδέχεται αρκετοί κλινικοί οδοντίατροι να έχουν παρατηρήσει ραγίσματα εξωτερικά στην αδαμαντίνη των φυμάτων μετά τον πολυμερισμό της ρητίνης, σε εμφράξεις με σύνθετες ρητίνες οπισθίων. Αυτό παρατηρείται συχνότερα σε εμφράξεις ευρύτερες κατά την παρειογλωσσική διάσταση, στις οποίες ως εκ τούτου η υπολειπόμενη οδοντική δομή είναι αρκετά λεπτή. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η πλειονότητα των καταγμάτων εντοπίζεται στην αδαμαντίνη. Πολλοί ερευνητές συνιστούν για τη μείωση της παρατηρούμενης συστολής, εκτός από τον πολυμερισμό της ρητίνης κατά στρώματα, να μην εφάπτονται τα στρώματα συγχρόνως και στα δύο τοιχώματα, το παρειακό και το γλωσσικό¹³.

4. Τα όρια της κοιλότητας. Για την επίτευξη καλής οριακής απόφραξης έχει ουσιαστική σημασία η ύπαρξη αδαμαντίνης περιφερικά των ορίων της κοιλότητας. Στις όμορες και ομορομασθητικές αποκαταστάσεις, όταν το αυχενικό τοίχωμα του κιβωτιδίου επεκτείνεται και παρασκευάζεται πέραν του αδαμαντινο-οστεϊνικού ορίου, η τοποθέτηση σύνθετης ρητίνης αποτελεί ισχυρή αντένδειξη. Το πάχος της αδαμαντίνης στο σημείο αυτό θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 1 χιλιοστόμετρο, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα λοξοτομής της για να επιτευχθεί απόφραξη του αυχενικού ορίου. Το αυχενικό όριο λοξοτομείται, μόνο, όταν βρίσκεται πολύ ψηλότερα από την οστεϊνοαδαμαντινική ένωση. Η παρασκευή μιας ανάστροφης εσωτερικής λοξοτομής, όπως ονομάζεται, έχει αποδειχθεί ότι μειώνει τη μικροδιείσδυση

Συνεπώς, οι περιορισμοί στο μέγεθος των αποκαταστάσεων και στα όρια της κοιλότητας δείχνουν ότι η αντικατάσταση μεγάλων εμφράξεων αμαλγάματος με σύνθετες ρητίνες αποτελεί μια ισχυρή αντένδειξη^{19,20}.

Ένας σημαντικός παράγοντας επιτυχίας των εμφράξεων με σύνθετη ρητίνη στα οπίσθια δόντια είναι η συντηρητικότερη προσέγγιση. Τίποτε δεν είναι πολυτιμότερο από τους φυσικούς οδοντικούς ιστούς. Γι' αυτό είναι πολύ σημαντικό να διατηρούμε όσο το δυνατό περισσότερο υγιείς οδοντικούς ιστούς. Με την πρόοδο των συνδεδετικών συστημάτων δεν είναι πλέον αναγκαία η τυπική διαμόρφωση της κοιλότητας, με εξαίρεση τα εξωτερικά όρια, σύμφωνα με τις ιδιότητες των εμφρακτικών υλικών⁴⁵. Το σχέδιο της κοιλότητας μπορεί να περιορισθεί στο σχήμα που έχει η τερηδονική βλάβη με εσωτερικές αποστρογγυλεμένες γωνίες⁴⁶.

Εξοικείωση του κλινικού με τις τεχνικές των άμεσων αισθητικών αποκαταστάσεων

Όπως σε κάθε κλινική πράξη, η εξοικείωση του επεμβαίνοντος με την εφαρμοζόμενη τεχνική έχει πρωταρχική σημασία.

Σωστή επιλογή των υλικών και της τεχνικής

Οι σύνθετες ρητίνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ασφάλεια σε πολύ μεγάλο αριθμό κλινικών εφαρμογών, εάν δοθεί προσοχή στο υπόστρωμα, στη χημεία τους και στον πολυμερισμό τους. Επίσης, τα συνδεδετικά συστήματα έχουν τη δυνατότητα να προσφέρουν στεγανότητα (απόφραξη) στις εμφράξεις, και συνεπώς να προσφέρουν αποτελεσματική προστασία στο οδοντιοπολφικό σύμπλεγμα από τους μικροβιακούς κινδύνους⁴⁷⁻⁵⁰. Τα δεδομένα της κλινικής πραγματικότητας, όμως, δίνουν ακριβώς αντίθετα αποτελέσματα. Η δυνατότητα του να προσφέρουν τα συνδεδετικά συστήματα στεγανότητα (απόφραξη) στις εμφράξεις δεν είναι πάντοτε εφικτή, εξαιτίας της πολυπλοκότητας των συνδεδετικών διαδικασιών, οι οποίες συχνά δεν είναι και, πλήρως, γνωστές στους κλινικούς. Σε ορισμένες περιπτώσεις, μετά την τοποθέτηση μιας εμφράξης με σύνθετη ρητίνη, ο ασθενής επανέρχεται είτε με πολφίτιδα είτε με κάταγμα ή, αργότερα, με δευτερογενή τερηδόνα. Παράγοντες όπως το πάχος της υπολειπόμενης οδοντίνης, η διαπερατότητα της οδοντίνης και η θέση της οδοντίνης έχουν αναγνωρισθεί ότι μπορούν να αλλάξουν τη διάχυση και να επηρεάσουν την τοξικότητα των ρητινών. Όταν οι συνδεδετικοί παράγοντες τοποθετούνται στο έδαφος της κοιλότητας, υπολείμματα από τα υλικά μπορούν να διαχυθούν διά μέσου της οδοντίνης και να φθάσουν στον πολφό, προκαλώντας τοπικές φλεγμονώδεις αντιδράσεις ή επαυξάνοντας την υπάρχουσα φλεγμονή⁵¹⁻⁵³. Αρκετές μελέτες in vivo δείχνουν ότι το πάχος της υπολειπόμενης οδοντίνης είναι και παραμένει ο κύριος καθοριστικός παράγοντας για τη σοβαρότητα των βλαβών που προκαλούνται στον πολφό μετά την εμφρακτική διαδικασία με τους συνδεδετικούς παράγοντες και τις σύνθετες ρητίνες. Όταν οι λύσεις των οδοντικών ιστών από τερηδονική προσβολή δε διαγνωσθούν έγκαιρα (σε σύντομο χρονικό διάστημα από την είσοδό τους), τα μικρόβια μπορούν να φθάσουν πολύ κοντά στον πολφό, επιτείνοντας τον πολλαπλασιασμό των φλεγμονωδών αντιδράσεων. Στη συνέχεια, οι παρασκευές των κοιλοτήτων γίνονται πολύ κοντά στον πολφό, αυξάνοντας ακόμη περισσότερο την πιθανότητα μη αναστρέψιμων βλαβών και, τέλος, τα εμφρακτικά υλικά πρέπει να τοποθετηθούν πολύ κοντά στον, ήδη, φλεγμαινόντα πολφό. Σε τέτοιες περιπτώσεις, για να προληφθούν επιπρόσθετα ερεθίσματα στον πολφό, οι κλινικοί θα πρέπει να αποφεύγουν τη χρήση υλικών που δημιουργούν συνεχή

ερεθισμό στον ήδη επιβαρυσμένο πολφό. Εάν δε εμπλέκονται υπολειπόμενα μικρόβια, θα πρέπει να προτιμάται η χρήση επιχρισμάτων με αντιβακτηριακές ιδιότητες, όπως είναι η υαλοϊονομερής κονία⁵⁶. Η επιλογή της υαλοϊονομερούς κονίας θα πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή, καθώς έχει αποδειχθεί ότι μερικά προϊόντα (παράγωγα) διαχέονται στο οδοντινοβλαστικό στρώμα, προκαλώντας ελαφρά φλεγμονή στον πολφό, όταν αυτά τοποθετούνται σε βαθιές κοιλότητες. Επιπρόσθετα, συνδεδετικά συστήματα με αντιμικροβιακές ιδιότητες θα μπορούσαν να αποτελέσουν εναλλακτική λύση σε τέτοιες περιπτώσεις^{37,38}.

A. Επιλογή συνδεδετικού συστήματος

Κατά την τοποθέτηση του συνδεδετικού συστήματος, η απόφραξη της οδοντίνης οδηγεί πάντα σε μικρότερους μικροβιακούς κινδύνους. Πολλές ερευνητικές μελέτες έχουν επιβεβαιώσει την υπεροχή των συνδεδετικών συστημάτων ολικής οξικής κατεργασίας (total-etching adhesives) έναντι των συνδεδετικών συστημάτων με αυτοαδροποιούμενο ενεργοποιητή (self-etching adhesives), όσον αφορά την αντοχή του δεσμού με την οδοντίνη⁵⁷. Η υπεροχή των συνδεδετικών συστημάτων ολικής οξικής κατεργασίας στην αντοχή του δεσμού έχει επιβεβαιωθεί και για την αντοχή του δεσμού με την αδαμαντίνη, όπως και για την αντοχή με τη σκληρωτική οδοντίνη, καθώς και για την αντοχή με τη μολυσμένη από τερηδόνα οδοντίνη⁵⁸. Για το λόγο αυτό, τα συνδεδετικά συστήματα ολικής οξικής κατεργασίας είναι τα υλικά εκλογής για τις περισσότερες κλινικές εφαρμογές. Ωστόσο, και με αυτά τα συνδεδετικά συστήματα μπορεί να παρατηρηθεί ανεπαρκής δεσμός, όταν η ρητινώδης διήθηση είναι ανεπαρκής. Κλινικά, το μεγαλύτερο μειονέκτημα των συνδεδετικών συστημάτων ολικής οξικής κατεργασίας είναι ο έλεγχος της υγρασίας. Η επίτευξη του κατάλληλου βαθμού υγρασίας της οδοντίνης είναι ένα πρόβλημα. Η υπερβολική αφυδάτωση ή η υπερβολική υγρασία της οδοντίνης επηρεάζει αρνητικά την αντοχή του δεσμού της ρητίνης με την οδοντίνη⁵⁹. Για να επιτευχθεί επιτυχής δεσμός με το οδοντινικό υπόστρωμα θα πρέπει να αποφεύγεται η αφυδάτωση, γιατί οδηγεί στην κατάρρευση του δικτύου του κολλαγόνου. Το ιδανικό αποτέλεσμα είναι να δημιουργείται στεγνή επιφάνεια αδαμαντίνης, αλλά υγρή επιφάνεια οδοντίνης. Οι χημικές ιδιότητες του κάθε διαλύτη καθορίζουν το είδος της οδοντινικής επιφάνειας που επιτυγχάνει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Οι διαλύτες που χρησιμοποιούνται, σήμερα, είναι το νερό, η ακετόνη και η αιθανόλη. Τα συνδεδετικά συστήματα με διαλύτη νερό-αιθανόλη είναι τα συστήματα με τη μικρότερη ευαισθησία στην τεχνική χρήση σε σύγκριση με τα συστήματα που περιέχουν ακετόνη ως διαλύτη. Αυτή είναι η αιτία που τα συνδεδετικά συστήματα με διαλύτη νερό-αιθανόλη είναι τα πιο φιλικά στην κλινική

χρήση⁶⁰. Στην προσπάθεια απλούστευσης και ελάττωσης του αριθμού των κλινικών σταδίων, οι κατασκευαστές δημιούργησαν τα αυτοαδροποιούμενα συνδεδετικά συστήματα (self-etching adhesives). Τα συστήματα με αυτοαδροποιούμενο ενεργοποιητή (self-etching adhesives) περιέχουν όξινα μονομερή, με αποτέλεσμα να μη χρησιμοποιούν φωσφορικό οξύ για την αδροποίηση της αδαμαντίνης και της οδοντίνης. Η σημαντικότερη διαφοροποίηση είναι ότι δεν ξεπλένουμε, και έτσι δε δημιουργούνται καταστάσεις ευαισθησίας στην υγρασία. Το γεγονός αυτό τα καθιστά λιγότερο ευαίσθητα σε σύγκριση με τα συνδεδετικά συστήματα ολικής οξικής κατεργασίας. Ωστόσο, οι πλέον πρόσφατες έρευνες συμφωνούν ότι η ποιότητα της αντοχής του δεσμού αυτών των συστημάτων στην αδαμαντίνη, στη σκληρωτική οδοντίνη, καθώς και στη μολυσμένη από τερηδόνα οδοντίνη είναι κατώτερη εκείνης, η οποία επιτυγχάνεται με τα συνδεδετικά συστήματα ολικής οξικής κατεργασίας^{58,61}. Αν και η αιτία της υπολειπόμενης αντοχής του δεσμού των αυτοαδροποιούμενων συνδεδετικών συστημάτων δεν είναι ακόμη πλήρως γνωστή, πιθανόν να οφείλεται στη σχετικά μικρή οξύτητα των όξινων μονομερών. Έχει αποδειχθεί ότι τα ασθενή οξέα δεν αδροποιούν τις αναφερθείσες επιφάνειες τόσο ικανοποιητικά όσο το φωσφορικό οξύ⁶².

Πλην της υγρασίας της οδοντίνης, στην αντοχή των συνδεδετικών συστημάτων και στη σταθερότητα του δεσμού συμβάλλει και το πάχος της συνδεδετικής ρητίνης⁶³. Η συνδεδετική ρητίνη θα πρέπει να διαχυθεί ομοιόμορφα σε όλες τις επιφάνειες με ένα κατάλληλο πάχος που αφ' ενός θα παρέχει απόφραξη και αφ' ετέρου θα απορροφά τις τάσεις που αναπτύσσονται από τη συστολή του πολυμερισμού⁶⁴. Παρά τις διαφορές μεταξύ των υλικών, όλες οι έρευνες υποστηρίζουν το γεγονός ότι η τοποθέτηση ικανοποιητικού πάχους στρωμάτων συνδεδετικής ρητίνης ενεργεί ως ελαστικός απορροφητής των τάσεων⁶⁵.

B. Ρύθμιση των τάσεων από τη συστολή πολυμερισμού

Η διαχείριση των τάσεων από τη συστολή πολυμερισμού είναι ένας κρίσιμος παράγοντας κατά την κλινική τοποθέτηση των εμφράξεων από σύνθετη ρητίνη. Η μη κατάλληλη αντιμετώπιση των τάσεων από τη συστολή που αναπτύσσεται κατά τη διάρκεια του πολυμερισμού των σύνθετων ρητινών πιθανόν να γίνει αιτία αποτυχίας της εμφράξης που θα μπορούσε, κατά τα άλλα, να είναι επιτυχής.

Όλες οι σύγχρονες σύνθετες ρητίνες παρουσιάζουν ένα βαθμό συστολής πολυμερισμού. Οι τάσεις συστολής μπορούν να αντισταθμιστούν ή να αμβλυνθούν με διάφορους τρόπους, που δεν εξαρτώνται όλοι από τον οδοντίατρο. Όμως, κατάλληλοι κλινικοί χειρισμοί μπορούν να ελαχιστοποιήσουν την επίδραση της συστολής πολυμερισμού στην κλινική απόδοση της

έμφραξης.

Για τον οδοντίατρο που έχει εκτιμήσει την κατάσταση του δοντιού που πρέπει να αποκαταστήσει, μεγαλύτερη πρόκληση παραμένει το να αντισταθμίσει τις τάσεις από τη συστολή πολυμερισμού ή να τις μειώσει με όλα τα δυνατά μέσα. Δύο σημαντικοί παράγοντες για τη μείωση των τάσεων από τη συστολή πολυμερισμού είναι η μέθοδος πολυμερισμού και ο τρόπος με τον οποίο η σύνθετη ρητίνη τοποθετείται στην κοιλότητα^{66,67}.

B.1. Μέθοδος πολυμερισμού.

Στα πρώτα χρόνια εμφάνισης των φωτοπολυμεριζόμενων σύνθετων ρητινών, η τεχνική της τοποθέτησης του υλικού κατά στρώματα σε συνδυασμό με τον αποκαλούμενο κατευθυνόμενο πολυμερισμό είχαν προταθεί ως κλινική λύση για τη μείωση της ογκομετρικής συστολής⁶⁸. Έχει δειχθεί πειραματικά ότι η κατεύθυνση συστολής (δεν επηρεάζεται από τον προσανατολισμό του φωτός), αλλά αντίθετως επηρεάζεται σημαντικά από την ποιότητα της σύνδεσης των σύνθετων ρητινών με την οδοντική επιφάνεια, καθώς και από τον αριθμό των τοιχωμάτων που έχει η κοιλότητα σε σχέση με τον αριθμό των ελεύθερων επιφανειών^{69,70}. Τα τελευταία χρόνια έχει προταθεί από διάφορους ερευνητές η τεχνική του ελεγχόμενου πολυμερισμού. Στην αρχή της τεχνικής του ελεγχόμενου πολυμερισμού συμπεριλαμβάνονται:^{71,72} Η παλμική τεχνική (pulse delay), η τεχνική της αρχικής ήπιας έντασης (soft start polymerization) ή ο συνδυασμός και των δύο, η κλιμακωτή τεχνική (ramp curing). Κατά την παλμική τεχνική ο πολυμερισμός αρχίζει με μια μικρή εκπομπή φωτός που ακολουθείται από μια παύση μερικών λεπτών πριν την επίτευξη του τελικού πολυμερισμού. Έχει δειχθεί ότι η παλμική τεχνική οδηγεί σε πολυμερή με μικρότερη πυκνότητα σταυροειδών δεσμών σε σύγκριση με αντίστοιχα που πολυμερίζονται με την soft-start τεχνική⁷³. Όλες βασίζονται στην αρχή ότι μια αρχική, απαλή ένταση φωτός προ-πολυμερίζει τη ρητίνη, αλλά δεν ολοκληρώνει την αντίδραση του πολυμερισμού. Αυτό επιτρέπει τη ροή της ρητίνης⁷⁴, επιβραδύνει τον πολυμερισμό επιμηκύνοντας την προ-gel φάση και διευκολύνει τη διάχυση των τάσεων της συστολής^{75,76}. Στη συνέχεια, ακολουθεί υψηλή ένταση φωτός για την ολοκλήρωση του πολυμερισμού⁷⁷. Έχει αποδειχθεί πειραματικά ότι η τεχνική της ήπιας έναρξης μειώνει την ταχύτητα της συστολής, ενώ διατηρεί το βαθμό πολυμερισμού^{78,79}. Άλλα πλεονεκτήματα είναι η μικρή αύξηση της θερμοκρασίας⁸⁰, οι μικρές τάσεις από τη συστολή πολυμερισμού, και ότι οι σύνθετες ρητίνες που πολυμερίζονται με αυτές τις τεχνικές – σε σύγκριση με την παραδοσιακή τεχνική – εμφανίζουν καλύτερη προσαρμογή στα όρια των εμφράξεων^{81,82}.

Επίσης, έχει αποδειχθεί ότι ο πολυμερισμός με την

κεκλιμένη τεχνική μπορεί να επιβραδύνει το βαθμό πολυμερισμού και να μειώσει τις τάσεις από τη συστολή πολυμερισμού, χωρίς να επηρεάσει τις φυσικές ιδιότητες των υλικών⁸².

Σήμερα, κυκλοφορούν διάφορες συσκευές πολυμερισμού (φωτοενεργοποίησης), με κύριο στόχο τη βελτίωση των ιδιοτήτων των σύνθετων ρητινών και τη μείωση των τάσεων από τη συστολή πολυμερισμού⁷². Ο οδοντίατρος έχει να επιλέξει μεταξύ των συσκευών αλογόνου (Quartz-Tungsten-Halogen Sources), πλάσματος (Plasma Arc Curing Sources), laser (Laser Sources) και LED (Light-Emitting-Diode Sources).

Οι συσκευές πλάσματος (plasma arc) εμφανίσθηκαν στο πλαίσιο της προσπάθειας των ερευνητών να πολυμερίσουν μεγαλύτερη ποσότητα υλικού και σε μικρότερο χρόνο. Οι συσκευές πλάσματος παρέχουν υψηλή ενέργεια μεταξύ 2000-2500 mW/cm² και, έτσι, επιτυγχάνουν τον πολυμερισμό με πολύ σύντομη συνεχή εκπομπή φωτός (1-3 sec), αλλά σε περιορισμένο φάσμα εκπομπής μήκους κύματος γύρω στα 470 nm⁸³. Ωστόσο, οι τάσεις από τη συστολή πολυμερισμού ενδέχεται να είναι πολύ μεγαλύτερες, γιατί οι ρητίνες φθάνουν στην gel φάση πολύ γρήγορα κατά τη διαδικασία του πολυμερισμού, οπότε δεν μπορούν να εκτονωθούν όλες οι τάσεις από τη συστολή και μεταφέρονται στην ενδοεπιφάνεια ρητίνης-δοντιού^{67,83,84}.

Η πλέον πρόσφατη τεχνολογία είναι η εμφάνιση των συσκευών LED (light Emitting Diodes). Τα πλεονεκτήματά τους είναι πολλαπλά: ιδανική ενέργεια σε συνδυασμό με ασύρματο ρύγχος, αμελητέα εκπομπή θερμότητας, προγραμματιζόμενο φάσμα και ένταση, και χαμηλό κόστος λάμπας^{85,86}. Στα μειονεκτήματά τους ανήκουν το περιορισμένο φάσμα εκπομπής τους (470 nm) και το ότι διασκορπίζουν το φως περισσότερο από τις συμβατικές συσκευές αλογόνου^{85,86}.

Οι συσκευές με λυχνίες αλογόνου εκπέμπουν φάσμα φωτός σε μήκη κύματος από 400 ως 510 nm. Το εύρος απορρόφησης των περισσότερων φωτοενεργοποιητών των σύγχρονων σύνθετων ρητινών καλύπτεται από αυτό το φάσμα. Επίσης, θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι συσκευές με λυχνία αλογόνου μπορούν να χρησιμοποιηθούν και με τις τεχνικές του ελεγχόμενου πολυμερισμού. Το πρόβλημα, όμως, είναι ότι στην κλινική πράξη, ένα υψηλό ποσοστό των λυχνιών αλογόνου εμφανίζουν παραγωγή ενέργειας κάτω από το ελάχιστο αποδεκτό όριο των 200-300 mW/cm². Γι' αυτό, στην κλινική πράξη θα πρέπει οι συσκευές με λυχνία αλογόνου να ελέγχονται συχνά, με εξωτερικό ραδιόμετρο.

Ενώ ο σημαντικότερος παράγοντας της αντίστασης στη φθορά μιας σύνθετης ρητίνης είναι η σύστασή της, και ειδικότερα η ποσότητα και το μέγεθος των ανόργανων ενισχυτικών ουσιών (fillers), έχει αποδειχθεί ότι ο βαθμός πολυμερισμού της οργανικής βάσης επηρεάζει σημαντικά την ενδοστοματική αντοχή στη

φθορά⁸⁷. Γι' αυτό θα πρέπει οι κλινικοί να βεβαιώνονται ότι εξασφαλίζεται επαρκής πολυμερισμός των ρητινών με τις λυχνίες πολυμερισμού, κατά την τοποθέτηση των εμφράξεων. Επίσης, θα πρέπει σε τακτά χρονικά διαστήματα να γίνεται έλεγχος της καλής λειτουργίας των συσκευών.

B.2. Τεχνική τοποθέτησης του υλικού στην κοιλότητα

Στην κλινική πράξη, για τον έλεγχο των τάσεων από τη συστολή πολυμερισμού έχει χρησιμοποιηθεί πληθώρα εμφρακτικών τεχνικών. Αυτές οι τεχνικές μπορούν να διαιρεθούν σε άμεσες και έμμεσες. Κατά την άμεση τεχνική, η σύνθετη ρητίνη πολυμερίζεται στη θέση της, ενώ κατά τις έμμεσες μεθόδους ο μεγαλύτερος όγκος της έμφραξης κατασκευάζεται και πολυμερίζεται εκτός στόματος, σε εκμαγείο. Το πλεονέκτημα για τις έμμεσες τεχνικές (ένθετα) είναι ότι η σύνθετη ρητίνη μπορεί να πολυμερισθεί σε συνθήκες, όσον αφορά το χρόνο, την ένταση του φωτός, και τη θερμοκρασία, που δεν είναι εφικτές στη στοματική κοιλότητα. Κατ'αυτόν τον τρόπο, το μεγαλύτερο τμήμα της συστολής πολυμερισμού λαμβάνει χώρα πριν τη συγκόλληση της έμφραξης. Το πρόβλημα με τη συγκεκριμένη τεχνική είναι ότι εμφανίζονται τεράστιες τάσεις εντός της ρητινώδους συγκολλητικής κονίας (luting resin cement), εξαιτίας του υπερβολικά υψηλού παράγοντα C (C-factor) που εμφανίζεται εάν η κοιλότητα δεν έχει το κατάλληλο σχήμα. Πειραματικές έρευνες δείχνουν ότι οι τάσεις από τη συστολή πολυμερισμού που αναπτύσσονται κατά τη συγκόλληση της έμμεσης έμφραξης (του ενθέτου), επηρεάζονται από το πάχος της συγκολλητικής ρητίνης (layer thickness) και από την ελαστικότητα του υποστρώματος^{88,89}. Κατά συνέπεια, οι έμμεσες τεχνικές μπορούν να αποβούν χειρότερες από τις άμεσες, εξαιτίας των τάσεων που αναπτύσσονται από τη συστολή πολυμερισμού. Οι έμμεσες ένθετες εμφράξεις από σύνθετη ρητίνη μπορούν να είναι επιτυχείς, εάν η κοιλότητα σχεδιασθεί, κατά τέτοιο τρόπο, ούτως, ώστε να μεγιστοποιηθούν οι ελεύθερες επιφάνειες ή εάν το ένθετο κατασκευασθεί έτσι, ώστε να επιτρέπει κάποιο ελεύθερο χώρο για τη συγκόλληση. Η χρήση ρητινώδους συγκολλητικής κονίας αργού πολυμερισμού ή, όπως διαφορετικά ονομάζεται, διπλού πολυμερισμού (dual-curing cement) βοηθά στη μείωση των τάσεων από τη συστολή πολυμερισμού, κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης.

Κατά την τοποθέτηση των άμεσων εμφράξεων, έχουν, κατά καιρούς, προταθεί και χρησιμοποιηθεί διάφορες τεχνικές, για να μειωθούν οι τάσεις από τη συστολή του πολυμερισμού, και ως εκ τούτου να ελαχιστοποιηθούν οι μικροβιακοί κίνδυνοι.

Για να ελαττωθούν οι συνέπειες της συστολής πολυμερισμού είναι απόλυτα απαραίτητα τα παρακάτω:

1. Η τοποθέτηση της ρητίνης να γίνεται κατά στρώματα είτε με την οριζόντια είτε με την κατακόρυφη

είτε με τη διαγώνιο τεχνική^{90,91}. Η τεχνική της τοποθέτησης του υλικού κατά στρώματα επιτρέπει την ελεύθερη συστολή της ρητίνης προς την επιφάνεια συγκόλλησης. Ωστόσο, κατά την τοποθέτηση της ρητίνης με τη διαγώνιο τεχνική, είναι πολύ πιθανόν να δημιουργηθούν κενά στις μασητικές εμφράξεις, ακόμη και αν η κοιλότητα είναι μεγάλη.

2. Με την τοποθέτηση παχέος ελαστικού συνδετικού παράγοντα. Όταν χρησιμοποιούνται συνδετικοί παράγοντες ολικής οξικής κατεργασίας, (one bottle) συνιστάται η τοποθέτηση πολλών στρώματων, ώστε να είμαστε βέβαιοι για την ύπαρξη ικανού πάχους ρητινώδους film στην υβριδική ζώνη. Σήμερα, υπάρχουν διαθέσιμοι συνδετικοί παράγοντες με ενσωματωμένα nano fillers στη δομή τους, οι οποίοι υπόσχονται το σχηματισμό συνεχόμενου στρώματος σε όλη την έκταση της παρασκευασθείσας κοιλότητας. Αποτελέσματα ερευνητικών μελετών του Choi και των συνεργατών του⁶⁴ έδειξαν ότι οι αναπτυσσόμενες τάσεις μπορούν να απορροφηθούν και να εκτονωθούν με την τοποθέτηση μαλακού ελαστικού συνδετικού παράγοντα αυξημένου πάχους.
3. Τοποθέτηση ενός επιχρίσματος με χαμηλό δείκτη ελαστικότητας. Οι τάσεις της συστολής πολυμερισμού, μπορούν επίσης να απορροφηθούν, με τη χρήση ενός πιο ελαστικού υλικού, ενός επιχρίσματος ή ουδέτερου στρώματος υαλοϊονομερούς κονίας ή μιας ενδιάμεσης ρητίνης χαμηλού ιξώδους, μεταξύ της συνδετικής φάσης και της τελικής αποκαταστατικής ρητίνης. Σήμερα, οι περισσότερες εταιρείες συνοδεύουν τις πολύ ανθεκτικές συμπυκνούμενες ρητίνες με ρητίνες χαμηλού ιξώδους (flowable), που τοποθετούνται αμέσως μετά τη συνδετική φάση και πριν την τελική εμφρακτική ρητίνη.

Εν κατακλείδι, με προσεκτικό πολυμερισμό και με την κατά στρώματα τοποθέτηση της ρητίνης σε μια κοιλότητα σχεδιασμένη με μικρό παράγοντα C, ο οδοντίατρος μπορεί να διατηρήσει τις τάσεις σε χαμηλό επίπεδο κατά την τοποθέτηση των άμεσων εμφράξεων από σύνθετη ρητίνη στα οπίσθια δόντια.

Συμπεράσματα

1. Η αντικατάσταση παλαιών εκτεταμένων εμφράξεων αμαλγάματος με σύνθετες ρητίνες αποτελεί ισχυρή αντένδειξη.
2. Η επιτυχής αποκατάσταση των οπίσθιων δοντιών με άμεσες αισθητικές αποκαταστάσεις στηρίζεται στο παρακάτω τετράπτυχο:
 - Σωστή ενημέρωση του ασθενούς.
 - Σωστή επιλογή του περιστατικού.
 - Εξοικείωση του κλινικού με τις τεχνικές των άμεσων αισθητικών αποκαταστάσεων.
 - Σωστή επιλογή των υλικών και της τεχνικής.

Βιβλιογραφία

- Roulet JF. Benefits and disadvantages of tooth-coloured alternatives to amalgam. *J Dent* 1997; 25:459-73.
- Allan dn. A longitudinal study of dental restorations. *Brit Dent J* 1977; 143:87-9.
- Osborne W, Normann RD, Gale EN. A 14-year clinical assessment of 12 amalgam alloys. *Quintessence Int* 1991; 22:857-64.
- Mjor IA. Amalgam and composite resin restorations: Longevity and reasons for replacement. Replacement of AM restorations. In: Anusavice K.J. Ed. *Quality Evaluation of Dental Restorations*. Quintessence Publishing, Chicago, 1989; 61-80.
- Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955; 34:849-53.
- Buonocore MG, Wileman W, Brudevold F. A report on a resin composition capable of bonding to human dentin surfaces. *J Dent Res* 1956; 35:846-51.
- Hickel R, Dasch W, Janda R, Tyas M, Anusavice K. New direct restorative materials. *Int Dent J* 1998; 48:3-16.
- Peters MCRB, Roeters JJM, Frankenmolen FWA. Clinical evaluation of Dyract in primary molars: 1-year results. *Am J Dent* 1996; 9:83-7.
- Roulet JF. Benefits and disadvantages of tooth-coloured alternatives to amalgam. *J Dent* 1997; 25: 459-73.
- Phillips RW, Avery DR, Mehra R, Swartz ML, McCune RJ. Observations on a composite resin for class II restorations: three years report. *J Prosthet Dent* 1973; 30:891-7.
- Suzuki M, Jordan RE, Boksmann L. Posterior composite resin restoration –clinical considerations. In: Vanherle G, Smith DC, editors. *Posterior composite resin dental materials*. Peter Szulc Publishing Co. 1985; 455-64.
- Staeble HJ. Minimally invasive restorative treatment. *J Adhes Dent* 1999; 1: 267-84.
- Lutz F, Krejci I. Quality guidelines of operative dentistry: the Swiss Approach. In: Roulet JF, Wilson NHF, Fuzzi M, editors *Advances in operative dentistry: challenges for the future*. Vol. 2. Chicago: Quintessence Publishing Co, 2001; 305-26.
- Roulet JF, Degrange M. Adhesion – the silent revolution. Chicago: Quintessence Publishing Co., 2001; 11.
- Wilson NHF. Direct adhesive materials: current perceptions and evidence- future solutions. *J Dent* 2001; 29: 307-16.
- Cvar J, Ryge G. Criteria for the clinical evaluation of dental restorative materials. San Francisco: Government Printing Office; 1971. USPHS publ. no 190-240.
- Ryge G, Snyder M. Evaluating the clinical quality of restorations. *J Am Dent Assoc* 1973; 87:369-58.
- Ryge G. Clinical criteria. *Int Dent J* 1980; 30:347-58.
- Manhart J, Garcia- Godoy F, Hickel R. Direct posterior restorations: clinical results and new developments. *Dent Clin North Am* 2002; 46:303-39.
- Manhart J, Chen H, Hamm G, Hickel R. Buonocore Memorial Lecture. Review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of permanent dentition. *Oper Dent* 2004; 29:481-08.
- Sarrett DC. Clinical challenges and the relevance of materials testing for posterior composite restorations. *Dent Mater* 2005; 21:9-20.
- Tyas MJ. Placement and replacement of restorations by selected practitioners. *Aust Dent J* 2005; 50:215.
- Jontell M, Hanks CT, Bratel J, Bergholtz G. Effects of unpolymerized resin components on the function of accessory cells derived from the rat incisor pulp. *J Dent Res* 1995; 74:1162-1167.
- Bentley C, Drake CW. Longevity of restorations in adental school clinic. *J Dent Educ* 1986; 50:594-00.
- Söderholm KJ, Lambrechts P, Sarrett D, Abe Y, Yang MC, Labella R, Yildiz E, Willems G. Clinical wear performance of eight experimental dental composites over three years determined by two measuring methods. *Eur J Oral Sci* 2001; 109: 273-81.
- Larsen IB, Freund M, Munksgaard EC. Change in surface hardness of Bis GMA/TEGDMA polymer due to enzymatic action. *J Dent Res* 1992; 71:1851-3.
- De Gee AJ, Wendt SL, Werner A, Davidson CL. Influence of enzymes and plaque acids on in vitro wear of dental composites. *Biomaterials* 1996; 17:1327-32.
- Asmussen E. Softening of Bis-GMA-based polymers by ethanol and by organic acids of plaque. *Scand J Dent Res* 1984; 92:257-61.
- Ferracane JL, Marker VA. Solvent degradation and reduced fracture toughness in aged composites. *J Dent Res* 1992; 71:13-9.
- Ferracane JL. Fracture toughness of experimental dental composites aged in ethanol. *J Dent Res* 1995; 74:1418-23.
- Sarrett DC, Coletti DP, Peluso AR. The effects of alcoholic beverages on composite wear. *Dent Mater* 2000; 16:62-7.
- ADA Council on Access Prevention and Interprofessional Relations. Caries diagnosis and risk assessment. A review of preventive strategies and management. *J Am Dent Assoc* 1995; 126 (Suppl):1S-24S.
- Powell LV. Caries risk assessment: relevance to the practitioner. *J Am Dent Assoc* 1998; 129:349-53.
- Goldberg AJ. Deterioration of restorative materials and the risk of secondary caries. *Adv Dent Res* 1990; 4:14-8.
- Hodges DJ, Mangum FL, Ward MT. Relationship between gap width and recurrent dental caries beneath occlusal margins of amalgam restorations. *Community Dent Oral Epidemiol* 1995; 23:200-4.
- Rezwani-Kaminski T, Kamann W, Gaengler P. Secondary caries susceptibility of teeth with long-term performing composite restorations. *J Oral Rehabil* 2002; 29: 1131-8.
- Imazato S. Antibacterial properties of resin composites and dentin bonding systems. *Dent Mater* 2003; 19:449-57.
- Imazato S, Ebi N, Takahashi Y, Kaneko T, Ebisu S; Russell RR. Antibacterial activity of bactericide-immobilized filler for resin-based restoratives. *Biomaterials* 2003; 24:3605-9.
- ADA Council on SCIENTIFIC Affairs, ADA Council on Dental Benefits and Programs. Statement on posterior-

- based composites. *J Am Dent Assoc* 1998; 130: 1627-8.
40. Wilder AD, Bayne SC, Heymann HO. Long-term clinical performance of direct posterior composites. *Trans ACAD Dent Mater* 1999; 9:151-69.
 41. Ferracane JL. Is the wear of dental composites still a clinical concern? Is there still a need for in vitro wear simulating devices? *Dent Mater* 2006; 22:689-692.
 42. Van Dijken JW. Direct resin composite inlays/onlays: an 11 year follow-up. *J Dent* 2000; 28:299-306.
 43. Pallesen U, Qvist V. Composite resin fillings and inlays: an 11-year evaluation. *Clin Oral Invest* 2003; 7:71-9.
 44. Van Nieuwenhuysen JP, D'Hoore W, Carvalho J, Qvist V. Long-term evaluation of extensive restorations in permanent teeth. *J Dent* 2003; 31:395-405.
 45. Spreafico R, Roulet JF. Posterior esthetics with Composite Resins. In *advances in Operative Dentistry. Challenges of the future*. Wilson HFN, Roulet JF, Fuzzi M. Quintessence Publishing CO, Inc 2001; 225-35.
 46. Wilson EG, Mandradjieff M, Brindock T. Controversies in posterior composite resin restorations. *Dent Clin North Am* 1990; 34:27-44.
 47. Costa GAS, Nascimento ABL, Teixeira HM, Fontana UF. Response of human pulps capped with a self-etching adhesive SYSTEM. *Dent Mater* 2001; 17:230-240.
 48. Cox CF, Bergenholtz G, Heys DR, Syed SA, Fitzgerald M, Hryns RJ. Pulp capping of dental pulp mechanically exposed to oral microflora: a 1-2 year observation of wound healing in the monkey. *J Oral Path* 1985; 14:156-168.
 49. Cox CF. Biocompatibility of dental materials in the absence of bacterial infection. *Oper Dent* 1987; 12:146-52.
 50. Cox CF, Hafez AA, Akimoto M, Otsuki M, Suzuki S, Tarim B. Biocompatibility of primer, adhesive and resin composite systems on non-exposed and exposed pulps of non human primate teeth. *Am J Dent* 1998; 10:S55-S63.
 51. Gerzina TM, Hume WR. Diffusion of monomers from bonding resin-resin composite combinations through dentine in vitro. *J Dent* 1996; 24:125-28.
 52. Hebling J, Giro EM, Costa CA. Human pulp response after an adhesive system application in deep cavities. *J Dent* 1999; 27:557-64.
 53. Bouillaguet S, Wataha JC, Virgillito M, Gonzalez L, Rakich DR, Meyer J-M. Effect of sublethal concentrations of HEMA (2-hydroxyethylmethacrylate) on THP-1 human monocytemacrophages, in vitro. *Dent Mater* 2000; 16:213-17.
 54. Costa CAS, Hebling J, Hanks CT. Current status of pulp capping with dentin adhesive systems: a review. *Dent Mater* 2000; 16:188-97.
 55. Gwinnett AJ and Tay FR. Early and intermediate time responses of the dental pulp to an acid etch technique in vivo. *Am J Dent* 1998; 11:S35-S44.
 56. Mount GJ. *Acolor Atlas of Glass Ionomer Cement*, 2nd ed. London: Martin Dunitz; 1994.
 57. Van Meerbeek B, Vargas M, Inoue S, Yoshida Y, Peumans M, Lambrechts P, et al. Adhesives and cements to promote preservation dentistry. *Oper Dent* 2001; 26(Suppl 6):119-144.
 58. Inoue S, Vargas MA, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, et al. Microtensile bond strength of eleven contemporary adhesives to dentin. *J Adhes Dent* 2001; 3: 237-45.
 59. Van Meerbeek B, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, Duke ES, Eick JD, et al. A TEM study of two water-based adhesive systems bonded to dry and wet dentin. *J Dent Res* 1998; 77:50-9.
 60. Perdigão J, Frankenberger R. Effect of solvent and rewetting time on dentin adhesion. *Quintessence Int* 2001; 32:385-90.
 61. Yoshiyama M, Tay FR, Doi J, Nishitani Y, Yamada T, Itou K, et al. Bonding of self-etch and total-etch adhesives to carious dentin. *J Dent Res* 2002; 81:556-60.
 62. Tay FR, Carvalho R, Sano H, Pashley DH. Effect of smear layers on the bonding of a self-etching primer to dentin. *J Adhes Dent* 2000; 2:99-116.
 63. Abdalla AL, Davidson CL. Shear bond strength and microleakage of new dentin bonding systems. *Am J Dent* 1993; 6:295-8.
 64. Choi KK, Condon JR, Ferracane JL. The effects of adhesive thickness on polymerization contraction stress of composite. *J Dent Res* 2000; 79:812-7.
 65. Zheng L, Pereira PN, Nakajima M, Sano H, Tagami J. Relationship between adhesive thickness and microtensile bond strength. *Oper Dent* 2001; 26:97-104.
 66. Dietschi D, Krejci I. Adhesive Restorations in Posterior Teeth: Rationale for the Application of Direct Techniques. In: *Proceeding from the international symposium on Management Alternatives for the Carious lesion*. *Oper Dent* 2001(suppl 6); 191-7.
 67. Bouillaguet S. Biological Risks of Resin-based Materials to the Dentin-Pulp Complex. *Crit Rev Oral Biol Med* 2004; 15:47-60.
 68. Lutz F, Krejci I, Barbakow F. Restoration quality in relation to wedge-mediated light channeling. *Quintessence Int* 1992; 23:763-7.
 69. Feilizer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res* 1987; 66:1636-9.
 70. Prati C, Ferrieri P, Galloni C, Mongiorgi R, Davidson CL. Dentin permeability and bond quality as affected by new bonding systems. *J Dent* 1995; 23:217-26.
 71. Watts D, Silikas N. In Situ Photo-Polymerisation and Polymerisation - Shrinkage Phenomena. In: *Eliades G, Watts DC, Eliades T, Eds. Dental Hard Tissues and Bonding*. Springer-Verlag Heidelberg, 2005; 123-54.
 72. Versluis A. Evaluation of polymerization vectors and FEA models. In: *Advanced adhesive dentistry*. 3rd International Kuraray symposium. Tagami J, Toledano M, Prati C, editors. Cirimido, Italy: Kuraray Co. Ltd., 2000; 31-7.
 73. Soh M, Yap A. Influence of curing modes on crosslink density in polymers structures. *J Dent* 2004; 32:321-6.
 74. Davidson CL, De Gee A. Relaxation of polymerization contracts stresses by flow in dental composites. *J Dent Res* 1984; 63:146-8.
 75. Davidson CL. Influence of light intensity on polymerization shrinkage and integrity of restoration-cavity inter-ale. *Eur J Oral Sci* 1995; 103:322-6.

76. Gorracci G, Mori G, Casa de Martinis L. Curing light intensity and marginal leakage of resin composite restorations. *Quintessence Int* 1996; 27:355-62.
77. Sahafi A, Peutzfeldt A, Asmussen E. Effect of pulse-delay curing on in vitro wall-to-wall contraction of composite in dentin cavity preparations. *Am J Dent* 2001; 14:295-6.
78. Silikas N, Eliades G, Watts DC. Light intensity effects on resin composite degree of conversion and shrinkage strain. *Dent Mater* 2000; 16:292-6.
79. Hofmann N, Denner W, Hugo B, Klaiber B. The influence of plasma arc vs halogen standard or soft-start irradiation on polymerization shrinkage kinetics of polymer matrix composites. *J Dent* 2003; 31:383-93.
80. Hofmann N, Markert T, Hugo B, Klaiber B. Effect of high intensity vs soft-start halogen irradiation on light-cured resin-based composites. Part I. Temperature rise and polymerization shrinkage. *Am J Dent* 2003; 16:421-30.
81. Hofmann N, Markert T, Hugo B, Klaiber B. Effect of high intensity vs soft-start halogen irradiation on light-cured resin-based composites. Part II. Hardness and solubility. *Am J Dent* 2004; 17:38-42.
82. Bouschlicher MR, Rueggeberg FA. Effect of ramped light intensity on polymerization force and conversion in a photoactivated composite. *J Esthet Dent* 2000; 12:328-39.
83. Feilzer A, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stresses in composite for two different curing modes. *Dent Mater* 1993; 9:2-5.
84. Peutzfeldt A, Sahafi A, Asmussen E. Characterization of resin composites polymerized with plasma arc curing units. *Dent Mater* 2000; 16:330-6.
85. Jandt K, Blackwell G, Ashworth S. Depth of cure and compressive strength of dental composite cured with blue light emitting diodes (LEDs). *Dent Mater* 2000; 16:41-4.
86. Bennett A, Watts D. Performance of two light-emitting diode dental light curing units with distance and irradiation time. *Dent Mater* 2004; 20:72-9.
87. Ferracane JL, Mitchem jc, Conon JR, Todd R. Wear and marginal breakdown of composites with various degrees of cure. *J Dent Res* 1997; 76:1508-16.
88. Alster D, Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL (1995). Tensile strength of thin resin composite layers as a function of layer thickness. *J Dent Res* 74:1745-48.
89. Alster D, Venhoven BA, Feilzer AJ, Davidson CL (1997). Influence of compliance of the substrate materials on polymerization contraction stress in thin resin composite layers. *Biomaterials* 18:337-41.
90. Hansen EK. Effect of cavity depth and application technique on marginal adaptation of resins in dentin cavities. *J Dent Res* 1986; 65:1319-21.
91. Tjan AHL, Bergh BH, Lidner G. Effect of various incremental techniques on the marginal adaptation of Class II composite resin restorations. *J Prosthet Dent* 1992; 67:62-6.