

Έμφραξη των ριζικών σωλήνων με το σύστημα Thermafil Plus

Ε. ΜΠΑΚΙΡΤΖΟΓΛΟΥ¹, Ν. ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ

Εργαστήριο Ενδοδοντολογίας, Οδοντιατρική Σχολή του Α.Π.Θ.

Root canal obturation with Thermafil plus (A literature review)

Ε. ΒΑΚΙΡΤΖΟΓΛΟΥ¹, Ν. ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ²

Dept. of Endodontics, Dental School, Aristotle University of Thessaloniki.

Περίληψη

Σκοπός αυτής της βιβλιογραφικής ανασκόπησης είναι να παρουσιάσει την τεχνική έμφραξης ριζικών σωλήνων με το σύστημα Thermafil plus. Παράλληλα με την παρουσίαση του συστήματος γίνεται σύγκριση με τις καθιερωμένες τεχνικές που χρησιμοποιούνται συχνότερα στην κλινική πράξη.

Το Thermafil plus αποτελεί το πιο διαδεδομένο σύστημα έμφραξης ριζικών σωλήνων που χρησιμοποιεί μεταφορέα γουταπέρκας. Η γουταπέρκα του συστήματος είναι τύπου-α, η οποία όταν θερμανθεί εμφανίζει καλύτερα χαρακτηριστικά ροής από την κοινή οδοντιατρική τύπου-β. Από τις ιδιότητες του τύπου-α γουταπέρκας του Thermafil plus προκύπτουν τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του συστήματος. Έτσι, η αυξημένη ροή επιτρέπει την καλύτερη προσαρμογή του υλικού στα τοιχώματα, την έμφραξη τυχόν ανωμαλιών, αλλά και των παράπλευρων ριζικών σωλήνων με γουταπέρκα. Από την άλλη ευθύνεται για το υψηλό ποσοστό διαφυγής εμφρακτικού υλικού στους περιακρορριζικούς ιστούς και για την απογύμνωση του μεταφορέα από την γουταπέρκα σε ορισμένες εμφράξεις, με άγνωστες συνέπειες για την μικροδιείσδυση.

Το Thermafil plus όπως φαίνεται από την ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας, αποτελεί αξιόπιστη μέθοδο έμφραξης, ιδιαίτερα σε στενούς και κεκαμμένους ριζικούς σωλήνες, ενώ παράλληλα η μορφολογία αυτή του ριζικού σωλήνα περιορίζει την έξοδο φυράματος και γουταπέρκας του Thermafil plus πέρα από το ακρορρίζιο. Ταυτόχρονα επιτυγχάνεται ομοιογενής έμφραξη σε δύσκολες περιπτώσεις ενδοδοντικών θεραπειών, όπου η πλάγια συμπύκνωση θα οδηγούσε πιθανότατα στη δημιουργία κενών μέσα στην έμφραξη.

Όσον αφορά την ερμητικότητα της έμφραξης στο ακρορρίζιο, οι έρευνες συμφωνούν ότι βρίσκεται σε πολύ ικανοποιητικό επίπεδο, σε σχέση με τις κλασικές τεχνικές έμφραξης. Υπάρχουν ωστόσο ενδείξεις ότι με την πάροδο του χρόνου η γουταπέρκα α' φάσης αλλάζει διαστάσεις και συρρικνώνεται ελαφρώς, με αποτέλεσμα να διαταράσσεται η ερμητικότητα της έμφραξης στο ακρορρίζιο και να αυξάνει η ακρορριζική μικροδιείσδυση στις εμφράξεις με Thermafil plus γρηγορότερα από τις υπόλοιπες τεχνικές. Η μυλική μικροδιείσδυση επίσης φαίνεται να είναι μεγαλύτερη σε δόντια που έχουν εμφραχθεί με το Thermafil plus, γι' αυτό και συστήνεται η συμπύκνωση της θερμής γουταπέρκας στο μυλικό τριτημόριο.

Τέλος, η επανάληψη της ενδοδοντικής θεραπείας και η αποκατάσταση με την χρήση άξονα σε δόντια που έχουν εμφραχθεί με το Thermafil plus μπορούν να ολοκληρωθούν με ασφάλεια, χωρίς να υπάρχει κίνδυνος πρόκλησης υπερθέρμανσης ή φόβος διάτρησης της ρίζας.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Thermafil plus, έμφραξη, ριζικός σωλήνας

Summary

The purpose of this literature review is to present a fairly new method for the obturation of teeth called Thermafil plus. This is a method where the gutta-percha is heated before it is delivered in the root canal with a plastic carrier. The plastic carrier stays in the root canal as part of the filling, surrounded by the gutta-percha. In this essay it is described what the system consists of, the obturation technique, the advantages and disadvantages of it. At the same time, there is a comparison between thermafil plus and other techniques that are used more often in the clinical praxis.

The a' phase gutta-percha of Thermafil plus, when plasticized by heat, has much better flow characteristics than the b' phase gutta-percha that the conventional cones are made of. It becomes more adhesive, with better adaptation to the canal walls, it fills irregularities of the root canal and enters lateral canals. On the other hand, the two most important failures of the system arise from the flowing characteristics of the a' phase gutta percha: the occasional stripping of the carrier and the apical extrusion of the gutta-percha, with the sealer. But the properties of the a' phase gutta-percha of the Thermafil plus system make it more effective in filling curved and narrow root canals with a homogeneous mass of material, and at the same time there is better control of the apical extrusion of the gutta-percha.

The Thermafil plus system provides good apical seal, but it also demonstrates significantly more long-term apical leakage. Furthermore, an insufficient coronal seal seems to be a major cause of failure in wide canals, because of the design of the carrier and gutta-percha. Sometimes the obturating material cannot adapt and seal at the coronal edge of the root canal, but there are ways to overcome this problem and reduce coronal microleakage.

Retreatment of an obturation with thermafil plus and a post space preparation can be performed easily and safe, without fear of overheating and root fracture, nor concern about creating injury in the periodontal tissues and rest of the material being dislocated in the root canal when a post is introduced.

KEY WORDS: Thermafil plus, obturation, root canal

Στάλθηκε στις 17.5.2005. Εγκρίθηκε στις 15.9.2005.

¹ Οδοντίατρος² Επίκουρος ΚαθηγητήςReceived on 17th May, 2005. Accepted on 15th Sept., 2005.¹ Dentist² Assist. Professor

Εισαγωγή

Το τελικό στάδιο της ενδοδοντικής θεραπείας είναι η ερμητική, τρισδιάστατη έμφραξη του ριζικού σωλήνα. Οι Dow και Ingle¹ σε in vitro πειραματική εργασία τους απέδειξαν τη δυνατότητα αναμόλυνσης του, ατελώς, εμφραχθέντος ριζικού σωλήνα. Με την, κατά μήκος και πλάτος, ερμητική έμφραξη επιτυγχάνονται τα ακόλουθα:

1) Δημιουργούνται δυσμενείς συνθήκες διαβίωσης των μικροβίων, τα οποία πιθανόν παρέμειναν στα οδοντινοσωληνάρια μετά τη χημικομηχανική επεξεργασία και την απολύμανση των ριζικών σωλήνων.

2) Παρακωλύεται η άθροιση εξιδρώματος από την περιακρορριζική περιοχή στο χώρο του ριζικού σωλήνα. Η άθροιση εξιδρώματος και η αποσύνθεση αυτού σε τοξικά προϊόντα είναι δυνατό να προκαλέσει περιακρορριζική φλεγμονή.

3) Παρεμποδίζεται η αναμόλυνση του ριζικού σωλήνα από παροδική μικροβιαμία, εάν κατά τη διάρκεια αυτής προκληθεί αιμορραγία στην ακρορριζική περιοχή².

4) Δημιουργούνται βιολογικές συνθήκες επούλωσης των περιακρορριζικών ιστών.

Απαραίτητη προϋπόθεση για να εμφραχθεί πλήρως ένας ριζικός σωλήνας είναι να έχει προηγηθεί σωστή προπαρασκευή, που θα προετοιμάσει το δόντι σε κατάλληλο σχήμα για να δεχθεί το εμφρακτικό υλικό. Σήμερα, στην κλινική πράξη χρησιμοποιούνται διάφορα υλικά και τεχνικές για την έμφραξη των ριζικών σωλήνων. Η γουταπέρκα, που εμφανίστηκε το 1867, σε συνδυασμό με κάποιο φύραμα, αποτελεί αναμφισβήτητο υλικό εκλογής, ενώ οι πιο δημοφιλείς τεχνικές παραμένουν ο πλάγιος στιβαγμός και η κάθετη συμπύκνωση της γουταπέρκας. Αυτές οι τεχνικές χρησιμοποιούν την κοινή οδοντιατρική γουταπέρκα τύπου-β, με μορφώνων, τυποποιημένων και μη. Μια διαφορετική προσέγγιση στην έμφραξη ριζικών σωλήνων εμφανίστηκε από το 1980 και μετά. Μελετητές όπως οι Mc Spadden³, Martin και Fisher⁴, Johnson⁵, δοκιμάζουν να θερμάνουν τη γουταπέρκα πριν την είσοδό της στο ριζικό σωλήνα, και διαπιστώνουν ότι η διαδικασία αυτή βελτιώνει τη ροή και την πλαστικότητα της, ενώ προσαρμόζεται καλύτερα στα οδοντικά τοιχώματα. Ειδικές συσκευές θέρμανσης κάνουν την εμφάνιση τους στην αγορά την τελευταία 15ετία, προκαλούν το ενδιαφέρον των οδοντιάτρων, κερδίζοντας ορισμένες φορές και την προτίμησή τους. Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να περιγράψει το Thermafil plus, μια τεχνική έμφραξης με γουταπέρκα που φέρεται σε μεταφορέα, και θερμαίνεται σε ειδική συσκευή. Παράλληλα με την παρουσίαση του συστήματος γίνεται σύγκριση με τις καθιερωμένες τεχνικές στην κλινική πράξη, για να γίνουν πιο κατανοητά τα βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του συστήματος αυτού.

● Σύστημα Thermafil plus - Περιγραφή

Το Thermafil είναι το πιο διαδεδομένο σύστημα έμφραξης των ριζικών σωλήνων που χρησιμοποιεί μεταφορέα γουταπέρκας για την έμφραξη των ριζικών σωλήνων. Η αρχική πρόταση της τεχνικής έγινε από τον Johnson⁵. Παρόμοια συστήματα είναι το Densfil (Denstply / Maillefer), το Soft Core (Soft-Core System, Inc) και το Three Dee GP (Deproco UK Ltd.). Η γουταπέρκα που χρησιμοποιεί το Thermafil είναι τύπου-α, ίδιας χημικής σύστασης με την κοινή οδοντιατρική τύπου -β. Η διαφορά τους έγκειται στο ότι η γουταπέρκα α-φάσης του Thermafil προέρχεται μετά από ιδιαίτερη διαδικασία θέρμανσης και επακόλουθης βραδείας ψύξης έτσι ώστε, να εμφανίζει διαφορετική κρυσταλλική δομή και διαφορετικές φυσικές ιδιότητες. Όταν η γουταπέρκα α-φάσης θερμανθεί, γίνεται εύπλαστη μάζα, εμφανίζοντας καλύτερα χαρακτηριστικά ροής και γίνεται ιδιαίτερα κολλώδης. Το φαινόμενο αυτό επιτρέπει τη μεταφορά της μέσα από το στενό πεδίο του ρ.σ μέχρι το ακρορρίζιο, χωρίς να απογυμνώνεται ο μεταφορέας από την γουταπέρκα.

Το Thermafil plus αποτελείται από τα εξής στοιχεία:

1. Το θερμαντήρα Thermaprep (Εικ.1).



Εικ.1. Ο Θερμαντήρας Thermaprep.

2. Το σετ των μεταφορέων με τη γουταπέρκα, σε μεγέθη 20-140. Οι μεταφορείς είναι πλαστικοί αξονες που καλύπτονται σε όλο το μήκος τους από γουταπέρκα. (Εικ.2)



Εικ. 2. Το ειδικό μικροεργαλείο από Ni-Ti και το αντίστοιχο μέγεθος μεταφορέα με τη γουταπέρκα.

3. ειδικά μικροεργαλεία απο Ni-Ti. (εικ.2).

4. τη φρέζα αποκοπής του μεταφορέα με τη γουταπέρκα στο ύψος του μυλικού στομίου του ρ.σ.

5. τη φρέζα δημιουργίας χώρου για άξονα

Παλιότερα, οι μεταφορείς κατασκευάζονταν αρχικά απο ανοξειδωτο ατσάλι και έπειτα απο τιτάνιο. Σήμερα, η εταιρεία κατασκευάζει τους μεταφορείς αποκλειστικά απο πλαστικό.

● Έμφραξη των ριζικών σωλήνων

Ο ριζικός σωλήνας προπαρασκευάζεται έτσι ώστε να αποκτήσει κωνικό σχήμα. Η δημιουργία ακρορριζικής στένωσης μετά την προπαρασκευή του ριζικού σωλήνα θεωρείται απαραίτητη για την επιτυχία της τεχνικής και την αποφυγή εξόδου της γουταπέρκας ή του πλαστικού. Ακολουθως δοκιμάζεται το ειδικό μικροεργαλείο από Ni-Ti που παρέχει η εταιρεία, το οποίο θα πρέπει να εφαρμόζει στο μήκος εργασίας, χωρίς άσκηση πίεσης. Επιλέγεται το αντίστοιχο μέγεθος μεταφορέα – γουταπέρκας, το οποίο απολυμαίνεται σε υποχλωριώδες νάτριο και κατόπιν στεγνώνεται. Στη συνέχεια τίθεται σε λειτουργία ο φούρνος Thermaprep. Όταν είναι έτοιμος, τοποθετούμε το εμφρακτικό υλικό στην ειδική υποδοχή-ανεκκτήρα. Ο φούρνος Thermaprep διαθέτει δύο υποδοχές, έτσι ώστε, εάν έχουμε περισσότερους απο ένα ρ.σ, να εμφράξουμε, να εναλλάσουμε τους μεταφορείς με την γουταπέρκα στο δεξιό και αριστερό ανεκκτήρα. Ο χρόνος θέρμανσης ποικίλει απο 15"-35", ανάλογα με τη διάμετρο του εμφρακτικού υλικού. Κατόπιν στεγνώνεται ο ριζικός σωλήνας, τοποθετείται λεπτό στρώμα φυράματος σε όλο το μήκος εργασίας και ακολουθεί η άμεση τοποθέτηση του μεταφορέα με τη γουταπέρκα στο ριζικό σωλήνα με αργή, σταθερή, και συνεχή κίνηση. Ο μεταφορέας παραμένει μέσα στο ριζικό σωλήνα ως τμήμα της έμφραξης, ενώ περιβάλλεται σε όλο το μήκος του απο τη γουταπέρκα. Φυσιολογικά, το πλαστικό δεν έρχεται καθόλου σε επαφή με τα οδοντικά τοιχώματα. Ακολουθεί ακτινογραφική επιβεβαίωση ότι ο ριζικός σωλήνας έχει εμφραχθεί σωστά. Το τμήμα του μεταφορέα και της γουταπέρκας που προεξέχουν απο το μυλικό στόμιο αποκόπτονται με την ειδική φρέζα αποκοπής, και μαζί αφαιρούνται και οι περισσείες γουταπέρκας. Σε περιπτώσεις ευρέων ριζικών σωλήνων με κωνικά τοιχώματα μπορεί να πραγματοποιηθεί και κάθετη συμπίκνωση, περιφερικά του πλαστικού άξονα, όσο η γουταπέρκα είναι ακόμα ζεστή.

● Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα

Τα κύρια πλεονεκτήματα του Thermafil plus έτσι, όπως αυτά παρουσιάζονται απο την εταιρεία, είναι:

1. Η εύκολη, ομοιογενής και τρισδιάστατη έμφραξη με μία κίνηση.

2. Η πλήρωση με φύραμα και γουταπέρκα, ακόμα

και των πλάγιων ριζικών σωλήνων.

3. Η αποτελεσματικότητα του Thermafil σε στενούς και κεκαμμένους ριζικούς σωλήνες, αφού ο πλαστικός άξονας πιέζει τη μαλακή γουταπέρκα προς τα πλευρικά τοιχώματα εμφράσσοντας τυχόν ανωμαλίες.

Το σύστημα έμφραξης δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν:

1. Δεν έχει διαπλαστεί πλήρως το ακρορρίζιο.

2. Οι ριζικοί σωλήνες είναι υπερβολικά στενοί και δεν μπορούν να παρασκευαστούν κωνικά(διάμετρος μικροεργαλείου τουλάχιστον 0.04 χιλ).

3. Ο ασθενής δεν ανοίγει καλά το στόμα του, καθώς και οποιοσδήποτε άλλος λόγος εμποδίζει την πρόσβαση στο ριζικό σωλήνα.

Συζήτηση

● Σύγκριση με άλλες μεθόδους

Τα τελευταία χρόνια δημοσιεύτηκαν πολλές εργασίες στις οποίες μελετητές συγκρίναν το Thermafil plus με διάφορες άλλες τεχνικές. Τα αποτελέσματα συχνά υπήρξαν αντικρουόμενα. Έτσι οι Weis et.al⁶ υποστηρίζουν ότι το Thermafil, σε σχέση με την πλάγια συμπίκνωση και την τεχνική του System B, πετυχαίνει την πιο ομοιογενή έμφραξη, με τα λιγότερα κενά, και την καλύτερη προσαρμογή στα οδοντικά τοιχώματα. Οι Jarrett et.al⁷ συγκρίνοντας επτά τεχνικές έμφραξης κατέληγαν στο συμπέρασμα ότι το Thermafil plus είναι απο τις πιο αξιόπιστες μεθόδους, καλύτερη απο την πλάγια συμπίκνωση. Σε άλλη εργασία όμως οι De Moor και De Bruyne⁸ υποστηρίζουν ότι δεν υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στο Thermafil και την πλάγια συμπίκνωση. Προτείναν μάλιστα ένα συνδυασμό πλάγιας συμπίκνωσης κώνων γουταπέρκας, όπου το υλικό θα αφαιρείται στο μυλικό και μέσο τριτημόριο για να προστεθεί θερμοπλαστικοποιημένη γουταπέρκα που θα πληρώσει το υπόλοιπο του ριζικού σωλήνα. Η τεχνική αυτή, που είχε προταθεί και απο άλλους ερευνητές⁹, ονομάστηκε υβριδική. Οι ερευνητές πιστεύουν ότι συνδυάζει τα κυριότερα πλεονεκτήματα δύο τεχνικών:

1. Τον καλύτερο έλεγχο του μήκους έμφραξης και την αποφυγή εξόδου υλικού απο το ριζικό σωλήνα με την τεχνική της πλάγιας συμπίκνωσης.

2. Την ομοιογένεια και την καλύτερη προσαρμογή στα τοιχώματα των τεχνικών με θέρμανση της γουταπέρκας.

Είναι απαραίτητο να αναφερθεί εδώ, ότι το Thermafil, αντίθετα με τα όσα αναφέρει η εταιρεία παραγωγής του στις οδηγίες χρήσης, εμφανίζει ένα βασικό μειονέκτημα: την έξοδο φυράματος και γουταπέρκας στην περιακρορριζική περιοχή. Το πρόβλημα αυτό είναι κοινό στις τεχνικές έμφραξης με θερμή γουταπέρκα. Σε αυτό το συμπέρασμα καταλήγουν σχεδόν όλοι οι συγγραφείς που ασχολήθηκαν με το

Thermafil.^{7,9,10,11,12} Οι Da Silva et al⁹ σύγκριναν το Thermafil plus με την τεχνική της πλάγιας συμπύκνωσης και βρήκαν ότι, ενώ το Thermafil πετυχαίνει πολύ καλής ποιότητας εμφράξεις, εμφανίζει έξοδο φυράματος και γουταπέρκας σε όλες τις περιπτώσεις που εξετάστηκαν (20/20). Αντίθετα, στην πλάγια συμπύκνωση μόνο 3/20 περιπτώσεις παρουσίασαν διαφυγή φυράματος πέρα από το ακρορρίζιο και καμία περίπτωση έξοδο γουταπέρκας από το ριζικό σωλήνα. Πάντως η εμφράξη με το Thermafil plus δεν άφηνε καθόλου "κενά", ενώ στην πλάγια συμπύκνωση 18/20 περιστατικά εμφάνισαν μικρά κενά μέσα στην εμφράξη. Οι Pathomvanich και Edmunds¹³ εντόπισαν έξοδο φυράματος και γουταπέρκας στο 45% των περιπτώσεων που εξέτασαν ενώ οι Kytridou et al¹⁴ στο 84%. Η διαφορά αυτή μπορεί να οφείλεται σε διάφορες παραμέτρους, όπως οι διαφορετικές μέθοδοι αξιολόγησης, οι συνθήκες διεξαγωγής των πειραμάτων, καθώς και η εμπειρία του επεμβαίνοντα.

Η φλεγμονώδης αντίδραση των περιακρορριζικών ιστών στην έξοδο του εμφρακτικού υλικού του Thermafil είναι η ίδια με την αντίδραση που παρατηρείται στην έξοδο υλικού στην πλάγια συμπύκνωση.

Η ομοιογένεια της εμφράξης που επιτυγχάνεται με το Thermafil plus οφείλεται στο ότι μόνο ένας μεταφορέας καλυμένος με γουταπέρκα εισέρχεται και εμφράσσει το ριζικό σωλήνα, εκτός των περιπτώσεων που ο ριζικός σωλήνας έχει πολύ κωνικό σχήμα. Στην τεχνική του πλάγιου στιβαγμού δεν προκύπτει ποτέ απόλυτα ομοιογενής εμφράξη. Η καλύτερη προσαρμογή του εμφρακτικού υλικού του Thermafil plus στα τοιχώματα του ριζικού σωλήνα οφείλεται¹³ στο ότι η γουταπέρκα α' φάσης του συστήματος έχει καλύτερες ιδιότητες ροής από την κοινή οδοντιατρική β' φάσης, από την οποία κατασκευάζονται οι γνωστοί κώνοι γουταπέρκας που χρησιμοποιούνται, ευρέως, στην κλινική πράξη. Η μαλακή γουταπέρκα α' φάσης πιέζεται από το μεταφορέα προς τα πλευρικά τοιχώματα εμφράσσοντας τυχόν ανωμαλίες και παράπλευρους ριζικούς σωλήνες. Με τον τρόπο αυτό ο μεταφορέας λειτουργεί και ως μέσο συμπύκνωσης της γουταπέρκας του Thermafil plus. Από την άλλη πλευρά, όμως, η αυξημένη ροή της γουταπέρκας α' φάσης ευθύνεται και για τα μεγάλα ποσοστά διαρροής εμφρακτικού υλικού στους περιακρορριζικούς ιστούς. Η σωστή προπαρασκευή πάντως παίζει πολύ μεγάλο ρόλο στην προσαρμογή στα τοιχώματα της εμφράξης με Thermafil plus, καθώς και στη συγκράτηση του υλικού μέσα στον ριζικό σωλήνα¹⁰. Όλοι οι ερευνητές προτείνουν κατά το στάδιο της προπαρασκευής να απομακρύνεται το smear layer (οδοντινικό επίχρισμα) από το ριζικό σωλήνα με EDTA και υποχλωριώδες νάτριο έτσι, ώστε να αυξάνει η πρόσφυση του εμφρακτικού υλικού στα τοιχώματα, μειώνοντας τη μικροδιείσδυση¹⁵.

Άλλοι συγγραφείς αναφέρουν περιστατικά απογύ-

μωσης του μεταφορέα από τη γουταπέρκα¹⁶ και άμεσης επαφής του πλαστικού με τα οδοντικά τοιχώματα, με άγνωστες συνέπειες για τη μικροδιείσδυση στα εμφραγμένα δόντια^{14,17,18}. Οι Pathomvanich και Edmunds¹³ θεωρούν ότι η απογύμνωση είναι πίο πιθανό να συμβεί σε κεκαμμένους ριζικούς σωλήνες, παρά σε ευθείς. Οι Weller et al¹⁹ υποστηρίζουν ότι το φαινόμενο αυτό είναι συχνό στις εμφράξεις με Thermafil plus και ευθύνεται για την εγκατάληψη κενών μέσα στην εμφράξη, με συχνότερη εντόπιση στο ακρορριζικό τριτημόριο.

Σε μια άλλη εργασία ο Gencoglu²⁰ συγκρίνει έξι τεχνικές εμφράξης και βρίσκει αυτές που κάνουν χρήση μεταφορέα για τη θερμοπλαστικοποιημένη γουταπέρκα (Thermafil, Soft Core, JS Quick Fill) να είναι ανώτερες από τις τεχνικές πλάγιας συμπύκνωσης, και κάθετης συμπύκνωσης με το System B. Αντίθετα, οι Schafer και Olthoff¹¹ εκφράζουν την άποψη ότι δεν υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στις τεχνικές πλάγιας συμπύκνωσης και Thermafil plus, και ότι αυτές πετυχαίνουν ίδιας ποιότητας εμφράξεις, αρκεί να χρησιμοποιείται πάντοτε φύραμα. Οι Kytridou et al¹⁴ σύγκριναν την ακρορριζική μικροδιείσδυση σε εμφράξεις με το Thermafil plus και με την τεχνική του System B. Βρήκαν ότι, ενώ στις 24 h και στις 10 μέρες η μικροδιείσδυση υπήρξε ίδια για τις 2 τεχνικές, στις 67 μέρες είχε αυξηθεί πολύ περισσότερο για το Thermafil. Εντυπωσιακό υπήρξε και το αποτέλεσμα των ερευνών των Pommel και Camps²¹ που μελέτησαν την ακρορριζική μικροδιείσδυση σε δόντια εμφραγμένα με πλάγια και κάθετη συμπύκνωση, με το Thermafil plus και την τεχνική του System B, και βρήκαν τη μικροδιείσδυση να αυξάνει σημαντικά για όλες τις τεχνικές, ένα μήνα μετά τις εμφράξεις.

Για να μην υπάρχει μικροδιείσδυση πρέπει η εμφράξη να είναι ερμητική στο ακρορρίζιο, αλλά και στο μυλικό άκρο του ριζικού σωλήνα. Ένα σημαντικό ποσοστό αποτυχιών στις ενδοδοντικές εμφράξεις οφείλεται στην αναμόλυνση τους από το στοματικό περιβάλλον, μέσω προβληματικών αποκαταστάσεων²². Υγρά και μικρόβια από το στόμα διαπερνούν όλο το μήκος της εμφράξης και φτάνουν στο ακρορρίζιο²³, προκαλώντας την έναρξη περιακρορριζικής φλεγμονής ή την αναζωπύρωση παλιότερου προβλήματος. Οι Swanson και Madison²⁴, πρώτοι, έκαναν λόγο για την μυλική μικροδιείσδυση και τις επιπτώσεις που μπορεί να έχει αυτή στην επιτυχία της ενδοδοντικής θεραπείας. Το Thermafil plus εμφάνισε μεγαλύτερα ποσοστά μικροδιείσδυσης από το μυλικό στόμιο^{8,25} σε σχέση με τις τεχνικές πλάγιας και κάθετης συμπύκνωσης και την υβριδική τεχνική. Η μικροδιείσδυση μάλιστα ήταν συνεχώς αυξανόμενη με την πάροδο του χρόνου. Το φαινόμενο αυτό, ίσως, να οφείλεται και στο ότι η γουταπέρκα α' φάσης του Thermafil έχει την τάση να συρρικνώνεται μετά τη θέρμανση και την τοποθέτησή της στο

ριζικό σωλήνα²⁶. Γι' αυτό η εταιρεία τονίζει στις οδηγίες να συμπυκνώνεται το υλικό γύρω από τον άξονα, μόλις κοπεί ο μεταφορέας στο μυλικό στόμιο. Επίσης, σε ριζικούς σωλήνες με πολύ κωνικό σχήμα είναι πιθανό να χρειαστεί η πλάγια συμπύκνωση του εμφρακτικού υλικού του Thermafil και η προσθήκη κοινών κώνων γουταπέρκας μυλικά, αφού ο μεταφορέας με τη γουταπέρκα στο Thermafil δεν έχουν μεγάλη κωνικότητα. Έτσι, μπορεί να εμφράσουν ερμητικά το ακρορρίζιο, να παραμένει, όμως, κενός από υλικό χώρος στο μυλικό τριτημόριο²³. Πάντως οι Bhambhani & Sprechman²⁷ υποστήριξαν ότι ο μεταφορέας στο Thermafil plus εμποδίζει τη μεγάλη αλλαγή των διαστάσεων της γουταπέρκας, η οποία εμφανίζει τάσεις συρρίκνωσης μετά την αρχική θέρμανση, ανεξάρτητα αν η γουταπέρκα είναι α' ή β' φάσης.

Επίσης, οι Gilbert et al²⁸ που εξέτασαν τη μικροδιδύση από το μυλικό άκρο της έμφραξης τόσο με χρωστική όσο και με βακτήρια, για τρεις τεχνικές, βρήκαν ότι τα καλύτερα αποτελέσματα δίνει η κάθετη συμπύκνωση, ακολουθούμενη από το Thermafil και τον πλάγιο στιβαγμό.

- **Μορφολογία ριζικού σωλήνα**

Διχογνωμία μεταξύ των ερευνητών εμφανίζεται και για το ποιοί ριζικοί σωλήνες είναι κατάλληλοι να εμφραχθούν με Thermafil. Σύμφωνα με την εταιρεία, το σύστημα ενδείκνυται για στενούς και κεκαμμένους ριζικούς σωλήνες. Οι Abarca et al²⁹ προσθέτουν ότι κλίση 20-40° του ριζικού σωλήνα εμποδίζει την έξοδο του εμφρακτικού υλικού από το ακρορρίζιο. Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγουν και οι Pathomvanich και Edmunds¹³. Ισχυρίζονται ότι το αρχικό σχήμα και μέγεθος του ριζικού σωλήνα έχει σχέση με τη συχνότητα εξόδου του εμφρακτικού υλικού εκτός ακρορριζίου. Έτσι, τα μεγαλύτερα ποσοστά διαφυγής φυράματος και γουταπέρκας εμφανίζονταν στους τομείς της άνω γνάθου, που έχουν ευρείς και ευθείς ριζικούς σωλήνες. Παρ' όλα αυτά οι Mc Murtrey et al³⁰ δε βρίσκουν διαφορές στη μικροδιδύση σε δόντια με κάμψη μεγαλύτερη των τριάντα μοιρών, όταν αυτά εμφράσσονται με πλάγια συμπύκνωση και Thermafil, ενώ οι Baumgardner et al²⁴ ισχυρίζονται ότι το Thermafil plus είναι κατάλληλο μόνο για ριζικούς σωλήνες αποστρωγγυμένους, που στενεύουν προσδευτικά και ομαλά προς το ακρορρίζιο. Αναφέρουν, επιπλέον, ότι στην επιλογή της τεχνικής έμφραξης πρέπει πάντοτε να λαμβάνεται υπ' όψη το σχήμα του ριζικού σωλήνα.

- **Έμφραξη παράπλευρων ριζικών σωλήνων**

Οι Goldberg et al³¹ βρήκαν ότι το Thermafil plus εμφράσει τους παράπλευρους ριζικούς σωλήνες σε μεγαλύτερο βαθμό από άλλες τεχνικές.

Το πλεονέκτημα του συστήματος φαίνεται να είναι

ότι οι παράπλευροι ριζικοί σωλήνες εμφράσσονται με γουταπέρκα με το Thermafil plus, σε αντίθεση με την τεχνική του πλάγιου στιβαγμού, όπου μόνο το φύραμα μπορεί να εισέλθει σε αυτούς. Το γεγονός αυτό αμφισβητείται, όμως, από άλλους ερευνητές¹³, οι οποίοι βρίσκουν μόνο το φύραμα να εισέρχεται στους παράπλευρους ριζικούς σωλήνες στις εμφράξεις με το σύστημα Thermafil plus. Οι Pathomvanich και Edmunds¹³ υποστηρίζουν ότι έμφραξη παράπλευρων ριζικών σωλήνων με γουταπέρκα μπορεί να γίνει μόνο στην τεχνική της κάθετης συμπύκνωσης, γιατί ασκείται πολύ μεγαλύτερη πίεση κατά τη διάρκεια της συμπύκνωσης σε σχέση με την τεχνική του Thermafil plus και του πλάγιου στιβαγμού.

Θα πρέπει, πάντως, να έχουμε κατά νου, ότι οι παράπλευροι ριζικοί σωλήνες αποφράσσονται με την πρόοδο της ηλικίας, και ότι η χημικομηχανική επεξεργασία, τα διαλύματα και τα φάρμακα απολύμανσης επηρεάζουν την περιοχή των παράπλευρων ριζικών σωλήνων και συμβάλλουν στην έμφραξη αυτών με οστεΐνη.

- **Χρήση φυράματος**

Ένα θέμα που έχει απαντηθεί εδώ και χρόνια είναι η απόλυτη ανάγκη χρήσης φυράματος μαζί με τη γουταπέρκα σε όλες τις τεχνικές έμφραξης, άρα και στο Thermafil. Το φύραμα είναι εκείνο που «γεμίζει» τα κενά που δημιουργούνται κατά το στιβαγμό των κώνων γουταπέρκας, αλλά και ανάμεσα στη γουταπέρκα και στα τοιχώματα του ριζικού σωλήνα⁸. Οι Schafer and Olthoff¹¹ σύγκριναν εμφράξεις με το σύστημα Thermafil plus και την τεχνική της πλάγιας συμπύκνωσης και βρήκαν ότι, όταν δε χρησιμοποιήσαν φύραμα, η μικροδιδύση ήταν πολύ υψηλή και συνεχώς αυξανόμενη και για τις δύο τεχνικές.

Όμως τα περισσότερα υλικά που χρησιμοποιούνται ως φυράματα βρέθηκαν να διαλύονται από τα στοματικά υγρά και το εξίδρωμα της περιακρορριζικής περιοχής με την πάροδο του χρόνου, με αποτέλεσμα να χάνεται η ερμητικότητα της έμφραξης. Σε αυτό το σημείο ο Gencoglu²⁰ υποστήριξε ότι υπερτερεί το Thermafil έναντι των άλλων τεχνικών, επειδή μόνο ένα λεπτό στρώμα φυράματος παραμένει μεταξύ της γουταπέρκας του συστήματος και των τοιχωμάτων του ριζικού σωλήνα. Έχει αποδειχθεί ότι στις εμφράξεις με Thermafil plus η αναλογία γουταπέρκας/ φυράματος είναι πολύ μεγαλύτερη από την αντίστοιχη αναλογία στις τεχνικές πλάγιας και κάθετης συμπύκνωσης και την τεχνική έμφραξης με το System B. Το γεγονός αυτό θεωρήθηκε ότι συμβάλλει κατα πολύ στη διατήρηση της ερμητικότητας και στην μακροπρόθεσμη επιτυχία της έμφραξης³².

- **Θερμότητα**

Κάποια στιγμή εμφανίστηκε και το ερώτημα, εάν η

μεγάλη θερμοκρασία (115° C) της γουταπέρκας που εισέρχεται στο ριζικό σωλήνα είναι δυνατό να μεταφερθεί μέσα από την οδοντίνη, στην εξωτερική επιφάνεια της ρίζας και να βλάβει, έτσι, την οστείνη και τους περιοδοντικούς ιστούς. Βρέθηκε, λοιπόν, ότι η κρίσιμη άνοδος της θερμοκρασίας στην εξωτερική επιφάνεια της ρίζας πάνω από την οποία προκαλούνται ανεπανόρθωτες βλάβες στην οστείνη, τον περιοδοντικό σύνδεσμο και το οστόν είναι οι 10 βαθμοί κελσίου. Οι έρευνες που έγιναν για το Thermafil έδειξαν ότι η θερμοκρασία δεν αυξάνεται πάνω από 3,9-4,8 C^{33,34}. Άρα από αυτή τη σκοπιά, το Thermafil είναι μια ασφαλής μέθοδος έμφραξης.

● Επανάληψη ενδοδοντικής θεραπείας

Ένα ακόμη πρόβλημα που μπορεί να εμφανιστεί στην κλινική πράξη είναι η αποτυχία της έμφραξης με Thermafil plus, και η ανάγκη επανάληψης της. Η αφαίρεση του υλικού μπορεί να γίνει με ρίνες ή με μηχανοκίνητα μικροεργαλεία. Η εταιρεία κατασκευάζει τον πλαστικό μεταφορέα με σχήμα, όχι απόλυτα κυλινδρικό αλλά με εσοχή στη μια πλευρά, για να διευκολύνεται η βύθιση του μικροεργαλείου μέσα στη γουταπέρκα και η αφαίρεσή της μαζί με τον άξονα. Ορισμένοι ερευνητές όπως οι Bertrand et al³⁵, χρησιμοποίησαν και κάποιο διαλύτη για να μαλακώσουν τη γουταπέρκα (χλωροφόρμιο). Δε βρέθηκε, όμως, να δίνει καλύτερα αποτελέσματα και έτσι δεν κρίνεται απαραίτητη η χρήση του.

Παλιότερα με τους μεταλλικούς μεταφορείς ήταν γεγονός ότι η αφαίρεση της έμφραξης Thermafil παρουσίαζε κάποιες δυσκολίες^{36,37}. Όμως, σήμερα, οι πλαστικοί μεταφορείς είναι ευκολότερο να αφαιρεθούν³⁸. Ένας ακόμα τρόπος αφαίρεσης είναι να χρησιμοποιηθεί κάποια πηγή θερμότητας, κυρίως, το System B, για να μαλακώσει η γουταπέρκα, ενώ ο απαιτούμενος χρόνος είναι μικρότερος από τη χρήση διαλύτη³⁸. Προσοχή χρειάζεται, πάντως, να μην ανέβει υπερβολικά η θερμοκρασία του πλαστικού μεταφορέα και λιώσει, όπως, επίσης, και να μην προκληθεί υπερθέρμανση στην εξωτερική επιφάνεια της ρίζας.

Η πλήρης αφαίρεση των εμφρακτικών υλικών από το ριζικό σωλήνα είναι σχεδόν αδύνατη, όχι μόνο με το σύστημα Thermafil plus, αλλά και με τις άλλες τεχνικές έμφραξης. Το κρίσιμο σημείο με το σύστημα Thermafil plus είναι εάν θα καταστεί δυνατό να αφαιρεθεί ο μεταφορέας³⁹. Κάποιοι ερευνητές αναφέρουν ότι αφαιρέσαν τον πλαστικό άξονα εύκολα και γρήγορα σε 6-7 λεπτά³⁵, ενώ άλλοι συνάντησαν δυσκολίες³⁷. Όμως, ακόμα και αυτοί που δυσκολεύτηκαν σε ποσοστό 93-95%, πέτυχαν την αφαίρεση του μεταφορέα, και η επανάληψη της ενδοδοντικής θεραπείας συνεχίστηκε κανονικά. Το μόνο σύμβαμα που αναφέρεται είναι η έξοδος εμφρακτικού υλικού από το ακρορριζίο, κατά την προσπάθεια αφαίρεσής του.

● Τοποθέτηση αξόνων

Για την τοποθέτηση αξόνων σε δόντια που έχουν εμφραχθεί με το σύστημα Thermafil plus ισχύει ότι και για τα δόντια που εμφράσσονται με πιο καθιερωμένες τεχνικές στην κλινική πράξη. Ειδικά για το Thermafil, και λόγω του πλαστικού μεταφορέα, όταν πρόκειται να τοποθετηθεί ενδορριζικός άξονας, η εταιρεία παράγει ειδική εγγλυφίδα για την αφαίρεση του μυλικού τμήματος της έμφραξης. Πάντοτε θα πρέπει βέβαια να παραμένουν 5-6 χιλ. υλικού ακρορριζικά για να μην κινδυνεύσει η ερμητικότητα της έμφραξης. Επίσης, η αφαίρεση της γουταπέρκας με το μεταφορέα θα πρέπει να ολοκληρώνεται σύντομα με καταιονισμό νερού, για να αποτραπεί η εμφάνιση υπερθέρμανσης. Με αυτές τις συνθήκες η τοποθέτηση ενδορριζικού άξονα δε βρέθηκε να αυξάνει τη μικροδιείσδυση σε δόντια εμφραγμένα με Thermafil⁴⁰. Επίσης, δε βρέθηκαν διαφορές στη μικροδιείσδυση, όταν συγκρίθηκαν δόντια εμφραγμένα με πλάγια συμπύκνωση και με Thermafil, στα οποία είχαν τοποθετηθεί ενδορριζικοί άξονες⁴¹.

Η εταιρεία ισχυρίζεται ότι η δημιουργία χώρου για την τοποθέτηση άξονα μπορεί να γίνει στην ίδια συνεδρία με την έμφραξη, κερδίζοντας χρόνο. Αυτό συμβαίνει, επειδή, κατά την αφαίρεση τμήματος της γουταπέρκας και του άξονα, δεν προκαλούνται δονήσεις στο υπόλοιπο της έμφραξης και δεν αλλάζει η προσαρμογή στα τοιχώματα ακρορριζικά. Αποτελέσματα, όμως, ερευνητικών εργασιών αναφέρουν ότι ο μεταφορέας μπορεί να αλλάζει θέση σε ορισμένες περιπτώσεις⁴² και προτείνεται η τοποθέτηση του ενδορριζικού άξονα να γίνεται λίγες μέρες, 2-3, μετά την έμφραξη, εξασφαλίζοντας, έτσι, και την καλύτερη πήξη του φυράματος^{41,43}. Ο κίνδυνος διάτρησης της ρίζας με την ειδική εγγλυφίδα αφαίρεσης υλικού είναι μικρός, γιατί το άκρο της είναι λείο και αποστρογγυλεμένο, χωρίς κοπτική ακμή. Έτσι, ο πλαστικός μεταφορέας και η γουταπέρκα αφαιρούνται, επειδή θερμαίνονται και μαλακώνουν λόγω τριβής, και όχι λόγω απλής αποκοπής.

Συμπεράσματα

Το Thermafil φαίνεται να αποτελεί αξιόπιστη μέθοδο έμφραξης. Ειδικά μετά την αλλαγή του μεταλλικού μεταφορέα σε πλαστικό, που διευκολύνει την επανάληψη της θεραπείας και την αποκατάσταση με χρήση αξόνων, αποτελεί μια καλή επιλογή για στενούς και κεκαμμένους ριζικούς σωλήνες, αρκεί να υπάρχει η δυνατότητα καλής διάνοιξης και προπαρασκευής. Όλες σχεδόν οι μελέτες βρίσκουν πολύ καλή προσαρμογή της γουταπέρκας στα τοιχώματα, με λιγότερα κενά και μεγάλη ομοιογένεια του εμφρακτικού υλικού.

Τα κύρια μειονεκτήματα του Thermafil plus φαίνεται να είναι η έξοδος εμφρακτικού υλικού στους περιακρορριζικούς ιστούς, και η απογύμνωση του πλαστικού μεταφορέα από τη γουταπέρκα σε ορισμένες περιπτώ-

σεις^{7,18,24,40}. Επιπλέον, έρευνες υποστηρίζουν ότι σε ευρείς ριζικούς σωλήνες είναι πολύ δύσκολο να εμφραχθεί ερμητικά και τρισδιάστατα το μυλικό στόμιο. Πάντως, η συμπύκνωση της γουταπέρκας του Thermafil plus περιφερικά του μεταφορέα και η προσθήκη κοινών κώνων μειώνουν την μυλική μικροδιείσδυση, ενώ πολύ σημαντικό είναι να ακολουθηθεί μια σωστή αποκατάσταση του θεραπευμένου δοντιού που θα εμποδίσει την αναμόλυνση της έμφραξης από υγρά και μικρόβια του στοματικού περιβάλλοντος.

Το Thermafil plus αποτελεί μια ασφαλή τεχνική, αφού η έμφραξη ολοκληρώνεται με μία κίνηση, ενώ η θερμοκρασία στους οδοντικούς και περιακρορριζικούς ιστούς από την είσοδο της θερμής γουταπέρκας στο ριζικό σωλήνα δεν ανέρχεται σε επίπεδα ικανά να προκαλέσουν μόνιμη βλάβη. Τέλος, αποτελεσματικό φαίνεται να είναι το σύστημα και στην έμφραξη των παράπλευρων ριζικών σωλήνων.

Βιβλιογραφία

- Dow PR and Ingle JL. Isotope determination of root canal failure. *Oral Surg Med Path.* 1955; 8:1110-1104.
- Delivanis PH and Fan V. The localisation of blood-borne bacteria in instrumented unfilled and overinstrumented canals. *J.endod.* 1984 Nov; 10(11):521-4.
- Mc Spadden JT. Self study course of the thermatic condensation of gutta-percha. *Dentsply Int. Inc. Milford DE, USA: LD Caulk Division.*
- Martin H, Fisher E. Photoelastic stress comparison of warm (Endotec) versus cold lateral condensation techniques. *Oral Surg.Med.Path.* 1990 Sep; 70(3):325-7.
- Johnson WB. A new gutta-percha filling technique. *J Endod.* 1978; 4:184.
- Weis MV, Parashos P, Messer H. Effect of obturation technique on sealer cement thickness and dentinal tubule penetration. *Int. Endod J* 2004 Oct; 37 (10):653-63.
- Jarrett IS, Marx D, Covey D, Karmazin M, Lavin M, Gound T. Percentage of canals filled in apical cross sections – an in vitro study of seven obturation techniques. *Int Endod J.* 2004 Jun; 30(6):441-3.
- De Moor RJ, De Bruyne MA. The long-term sealing ability of AH 26 and AH plus used with three gutta-percha obturation techniques. *Quintessence Int.* 2004 Apr; 35(4):326-31.
- Da Silva D, Endal U, Reynaud A, Portenier I, Orstavik D, Haapasalo M. A comparative study of lateral condensation, heat-softened gutta-percha, and a modified master cone heat-softened backfilling technique. *Int Endod* 2002 Dec; 35(12):1005-11.
- Robinson MJ, McDonald NJ, Mullally PJ. Apical extrusion of thermoplasticized obturating material in canals instrumented with Profile 0.06 or Profile GT. *J Endod.* 2004 Jun; 30(6):418-21.
- Schafer E, Olthoff G. Effect of three different sealers on the sealing ability of both thermafil obturators and cold laterally compacted Gutta-percha. *J Endod.* 2002 Sep; 28(9):638-42.
- Clinton K, Van Himmel T. Comparison of a warm gutta-percha obturation technique and lateral condensation. *J Endod.* 2001 Nov; 27(11):692-5.
- Pathomvanich S, Edmunds DH. The sealing ability of Thermafil obturators assessed by four different microleakage techniques. *Int Endod J.* 1996 Sep; 29(5):327-34.
- Kytridou V, Gutmann JL, Nunn MH. Adaptation and sealability of two contemporary obturation techniques in the absence of the dentinal smear layer. *Int Endod J.* 1999 Nov; 32(6):464-74.
- Behrend GD, Cutler CW, Gutmann JL. An in vitro study of smear layer removal and microbial leakage along root canal fillings. *Int Endod J.* 1996 Sep; 29(5):327-3.
- Lares C, ELDeeB ME. The sealing ability of the Thermafil obturation technique. *Journal of Endodontics* 1990; 16:474-9
- Gutmann JL, Saunders WP, Saunders EM, Nguyen L. An assessment of the plastic Thermafil obturation technique. Part 1. Radiographic evaluation of adaptation and placement. *Int Endod J.* 1993 May; 26(3):173-8.
- Gutmann JL, Saunders WP, Saunders EM, Nguyen L. An assessment of the plastic Thermafil obturation technique. Part 2. Material adaptation and sealability. *Int Endod J* 1993 May; 26(3):179-83.
- Weller RN, Kimbrough WF, Anderson RW. A comparison of thermoplastic obturation techniques: adaptation to the canal walls. *J Endod.* 1997 Nov; 23(11):703-6.
- Gencoglu N. Comparison of six different gutta-percha techniques (part 2):Thermafil, Quick-Fill, Soft Core, Microseal, System B, and lateral condensation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003 Jul; 96(1):91-5.
- Pommel L, Camps J. In vitro apical leakage of system B compared with other filling techniques. *J Endod.* 2001 Jul; 27(7):449-51.
- De Moor RJ, Hommez GM. The long-term sealing ability of an epoxy resin root canal sealer used with five gutta percha obturation techniques. *Int Endod J.* 2002 Mar; 35(3):275-82.
- Malone KH, Donnelly JC. An in vitro evaluation of coronal microleakage in obturated root canals without coronal restorations. *J Endod.* 1997 Jan; 23(1):35-8.
- Baumgardner KR, Taylor J, Walton R. Canal adaptation and coronal leakage: lateral condensation compared to Thermafil. *J Am Dent Assoc.* 1995 Mar; 126(3):351-6.
- Swanson K, Madison S. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part 1. Time periods. *J Endod* 1988; 9:455-8.
- De Moor RJ, Hommez GM. The long-term sealing ability of an epoxy resin root canal sealer used with five gutta percha obturation techniques. *Int Endod J.* 2002 Mar; 35(3):275-82.
- Nguyen TN. Obturation of the root canal system. In: Cohen S, Burns RC (eds). *Pathways of the pulp.* St Louis: Mosby, 1994; 219-71.
- Bhambhani SM, Sprechman K. Microleakage comparison of thermafil versus vertical condensation using two different sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1994 Jul; 78(1):105-8.
- Gilbert SD, Witherspoon DE, Berry CW. Coronal leak-

- age following three obturation techniques. *Int Endod J*. 2001 Jun; 34(4):293-9.
29. Abarca AM, Bustos A, Navia M. A comparison of apical sealing and extrusion between Thermafil and lateral condensation techniques. *J Endod*. 2001 Nov; 27(11):670-2.
 30. Mc Murtrey LG, Krell KV, Wilcox LR. A comparison between Thermafil and lateral condensation in highly curved canals. *J Endod*. 1992; 2:68-71.
 31. Goldbergf, Artaza LP, De Silvio A. Effectiveness of different obturation techniques in the filling of simulated lateral canals. *J Endod*. 2001 May; 27(5):362-4.
 32. Wu M-k, Wesselink PR, Boersma J. A 1-year follow-up study on leakage of four root canal sealers at different thickness. *Int Endod J*. 1995; 28:185-9.
 33. Lipski M. Root surface temperature rises in vitro during root canal obturation with thermoplasticized gutta-percha on a carrier or by injection. *J Endod*. 2004 Jun; 30(6):441-3.
 34. Behnia A, Mc Donald NJ. In vitro infrared thermographic assessment of root surface temperatures generated by the Thermafil plus system. *J Endod*. 2001 Mar; 27(3):203-5.
 35. Bertrand MF, Pellegrino JC, Rocca JP, Klinghofer A, Bolla M. Removal of Thermafil root canal filling material. *J Endod*. 1997 Jan; 23(1):54-7.
 36. Wilcox LR, Juhlin JJ. Endodontic retreatment of Thermafil versus laterally condensed gutta-percha. *J Endod*. 1994 Mar; 20(3):115-7.
 37. Imura N, Zuolo ML, Kherlakian D. Comparison of endodontic retreatment of laterally condensed gutta-percha and Thermafil with plastic carriers. *J Endod*. 1993 Dec; 19(12):609-12.
 38. Wolcott JF, Himel VT, Hicks ML. Thermafil retreatment using a new "System B" technique or a solvent. *J Endod*. 1999 Nov; 25(11):761-4.
 39. Wilcox LR. Thermafil retreatment with and without chloroform solvent. *J Endod*. 1993 Nov; 19(11):563-6.
 40. Saunders WP, Saunders EM, Gutmann JL, Gutmann ML. An assessment of the plastic Thermafil obturation technique. Part 3. The effect of post space preparation on the apical seal. *Int Endod J*. 1993 May; 26(3):184-9.
 41. Dalat DM, Spangberg LS. Effect of post preparation on the apical seal of teeth obturated with plastic Thermafil obturators. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1993 Dec; 76(6):760-5.
 42. Jeffrey IWM, Saunders WP. An investigation into the bond strength between a root canal sealer and root-filling points. *Int Endod J* 1987; 20:217-22.
 43. Rybicki R, Zillich R. Apical sealing ability of Thermafil following immediate and delayed post space preparations. *J Endod*. 1994 Feb; 20(2):64-6.