

Michele Simeone
* Roberto De Santis
Giuseppe Panico
Francesco Riccitiello
Sandro Rengo

Università degli Studi di Napoli Federico II
Dipartimento di Scienze Odontostomatologiche e Maxillo-Facciali
Cattedra di Odontoiatria Conservatrice
Titolare: Prof. Sandro Rengo
* CNR Napoli
Istituto dei Materiali Compositi e Biomedici

Corrispondenza:
Dott. Michele Simeone
Via S. Pasquale a Chiaia, 79
80121 Napoli NA
Tel.: 0814104413
E-mail: michelesimeone@libero.it

Pervenuto in Redazione il 16 novembre 2004
Accettato per la pubblicazione il 19 dicembre 2004

Valutazione del profilo termico dell'otturazione canalare a caldo mediante l'utilizzo del System-B

Heat transmission following warm compaction of gutta-percha with System B

RIASSUNTO

Introduzione: scopo del presente studio è stato quello di valutare la trasmissione di calore nella massa di gutta-percha durante le fasi di riscaldamento-compattazione, utilizzando una metodica di otturazione canalare con gutta-percha calda: il System-B.

Materiali e metodi: i test sono stati eseguiti su 5 incisivi mascellari, estratti per cause parodontali, immersi in ipoclorito di sodio al 5% per 20 minuti e sottoposti a trattamento endodontico utilizzando lime rotanti a conicità .06. Sono stati praticati dei fori perpendicolarmente all'asse longitudinale del dente ed inserite internamente delle termocoppie, collegate ad un sistema di acquisizione computerizzato provvisto di 6 condizionatori di segnale. Si è proceduto alla valutazione della trasmissione di calore ottenuta attraverso il System-B in accordo con le indicazioni del produttore.

Risultati: le termocoppie situate ad una distanza di oltre 3-4 mm dal portatore di calore hanno registrato incrementi termici di poco superiori ai 2°C, non sufficienti a garantire una adeguata modificazione visco-elastica della gutta-percha.

Key words:

Gutta-percha, termocoppie, condensazione verticale.

Materials and methods: measurements with thermocouples were performed in 5 extracted maxillary incisive, which had been disinfected in 5% sodium hypochlorite for 20 minutes, instrumented and shaped with a .06 tapered preparation. Perpendicular holes to the longitudinal axle of the tooth were created at various lengths. Inside the holes thermocouples were lodged and connected to a six channels acquisition system. Obturation procedure followed manufacturer's guidelines for clinical use with System B and heat transmission was recorded.

Results: thermocouples situated at a distance greater than 3-4 mm from the heat-carrier recorded thermal increases slightly greater than 2°C, which is not enough to determine a clinically acceptable visco-elastic modification of gutta-percha.

Parole chiave:

Gutta-percha, termocouples, vertical condensation.

moplastica) per non più di 3-4 mm, come dimostrato da differenti studi (3, 4, 5, 6). Ciò costituisce un limite operativo, in quanto gli strumenti per il riscaldamento e la compattazione proposti da Schilder nella tecnica di condensazione verticale a caldo, essendo rigidi e di grosse dimensioni, non sempre sono adattabili in modo semplice ed agevole ai canali radicolari. La problematica è più rilevante in presenza di canali curvi, sottili o laminari. In tali situazioni si rende necessario un significativo ampliamento della preesistente anatomia del canale, esponendo così l'elemento dentario, in special modo con gli operatori meno esperti, ad un maggior rischio di indebolimento, stripping o false strade. Al contrario una preparazione canalare non adeguata non consente una valida compattazione della gutta-percha nella sua porzione apicale, presupposto indispensabile per un ottimale riempimento tridimensionale del sistema dei canali radicolari.

Le tecniche di compattazione a caldo della gutta-percha che si sono succedute nel tempo, partendo dai presupposti di Schilder, hanno cercato di ottimizzare la metodica in modo da renderla fruibile ad un maggior numero di operatori, in particolare rendendo più semplice e predicibile il riscaldamento della gutta-percha con apparecchiature tipo il Touch'n Heat o la fase del backfill utilizzando la siringa Obtura. Una significativa modifica della metodica si è avuta con l'introduzione nel System B (Sybrondental, Orange, Ca, USA) di una fonte di calore (Fig. 1) in grado di riscaldare con precisione la punta del portatore di calore, che si presenta come un plugger, capace cioè di eseguire simultaneamente il riscaldamento e la compattazione della gutta-percha secondo la tecnica dell'onda continua di condensazione proposta da Buchanan. Il van-

INTRODUZIONE

La tecnica di condensazione verticale a caldo, introdotta da Schilder nel 1969, ampiamente descritta e codificata, prevede l'utilizzo di una fonte di calore ad una temperatura compresa tra i 170 e i 220°C, necessaria ad ammorbidire la gutta-percha, e di una punta fredda per compattarla (1). Il "portatore di calore" deve raggiungere almeno 6-7 mm dalla lunghezza di lavoro ed il plugger deve essere portato ad almeno 5 mm dalla stessa lunghezza (2). Tali parametri vanno considerati con attenzione in quanto la gutta-percha non è un eccellente conduttore termico: quando riscaldata, trasmette al suo interno calore sufficiente a modificarne le caratteristiche fisiche (cioè a renderla ter-

ABSTRACT

Introduction: the purpose of the present study was the evaluation of heat transmission in the mass of gutta-percha during the phases of heating-compaction, using System-B continuous wave root canal filling technique



Fig. 1 - System B.

taggio di tale metodica è la simultaneità delle due fasi, con un'unica onda di condensazione, ottimizzando sia come tempi che come resa la termoplastificazione della guttaperca, in quanto viene fornita e mantenuta per il tempo necessario una quantità costante di calore attraverso la massa della guttaperca. Le caratteristiche della lega usata per la fabbricazione del plugger ha consentito per quelli più fini (il più piccolo "fine" con diametro di punta 50 e conicità .06) l'ulteriore vantaggio di poter essere precurvati per una migliore otturazione nei canali curvi.

Anche per il System B, comunque, le proprietà fisiche della guttaperca impongono la necessità di utilizzare temperature di almeno 200° C e di far giungere il plugger attivato o meno, a seconda delle diverse varianti della tecnica, almeno fino ad una distanza di 5 mm dalla lunghezza di lavoro (7, 8, 9), così da portare l'onda di condensazione fino al termine apicale della preparazione, pur non risolvendo del tutto le problematiche di ampliamento in fase di sagomatura della tecnica di Schilder.

Va inoltre rilevato che non tutte le metodiche di più recente utilizzo sopramenzionate, benché abbiano facilitato le procedure e abbreviato i tempi operativi, hanno subito una verifica sperimentale degli assunti su cui si fondano, in particolar modo in relazione alla effettiva capacità di determinare una variazione viscoelastica del materiale sufficiente ad adattarlo alle diverse anatomie canalari. Sulla base di tali premesse, lo scopo del presente studio è stato quello di valutare *in vitro* l'entità del riscaldamento della guttaperca, apicalmente alla sorgente di calore, ottenuta con la metodica System B.

MATERIALI E METODI

Per il presente studio sono stati selezionati 5 incisivi centrali mascellari recentemente estratti per cause parodontali; dopo essere stati immersi in ipoclorito di sodio al 5% per 20 minuti e successivamente in soluzione fisiologica, è stata realizzata la cavità d'accesso. La preparazione canalare è stata eseguita mediante sondaggio e preparazione iniziale con strumenti manuali fino ad un calibro 25 all'apice e terminata con l'utilizzo di strumenti rotanti Quantec Lx (SybronEndo, Orange, Ca, USA) di calibro 25/.06. A preparazione ultimata, sono stati praticati dei fori perpendicolarmente all'asse lungo del dente, partendo dalla superficie esterna della radice e raggiungendo il lume endodontico. I fori sono stati eseguiti a 5, 8 e 10 mm dall'apice; è stato inoltre praticato un alloggio a livello apicale, in corrispondenza del forame principale, ed uno sulla superficie vestibolare della radice, in corrispondenza del terzo medio. In questi orifizi sono state poste delle termocoppie tipo K (RS Components, UK), in modo da essere più prossime possibili allo spazio endodontico, e successivamente fissate con resina autopolimerizzante "Duralay" (Figg. 2 e 3). Questo tipo di termocoppia, grazie alle sue piccole dimensioni (0,6 mm), è in grado di essere alloggiato in uno spazio ridotto quale quello radicolare. Il sistema di rilevazione termica così strutturato consente di avere in qualsiasi fase dell'otturazione informazioni sulle variazioni termiche apportate alla guttaperca nelle differenti porzioni del lume canalare.

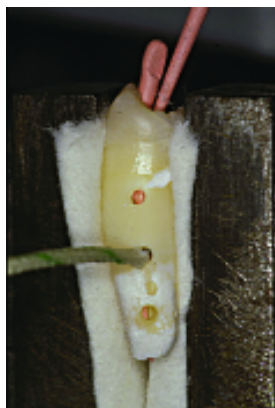


Fig. 2 - Fissaggio delle termocoppie.

In tal modo sono state eseguite registrazioni non solo nella regione apicale, ma a varie altezze radicolari, limitando la variabile relativa alla massa di guttaperca presente nei differenti diametri del lume canalare.

Il corretto posizionamento delle termocoppie è stato verificato mediante esame radiografico (Fig. 4). Ogni campione è stato posto in un cilindro d'acciaio ed inglobato mediante la stessa resina autopolimerizzante (Fig. 5), ponendolo successivamente in un termostato Thermoblock, (Falc, Bergamo, Italia), che consente di portare il campione così preparato ad una temperatura basale di 37°C.

Per la valutazione delle temperature registrate dalle termocoppie, è stato utilizzato un sistema rilevatore a 6 condizionatori di segnale 6B-11 (Fig. 6), dotato di un software Labview 5.1 (National Instruments, USA). A ciascun condizionatore è stata collegata una termocoppia (TC): le prime cinque per le rilevazioni termiche sull'elemento dentario, eseguendo una registrazione continua, con acquisizione a 20 punti al secondo, delle variazioni termiche per tutta la lunghezza del canale radicolare. La termocoppia collegata al sesto canale è stata utilizzata per verificare la temperatura massima raggiunta in punta dal plugger utilizzato, in relazione ai differenti livelli di impostazione del display della macchina.

Per il System-B è stata utilizzata una punta "fine" con funzioni di portatore di calore e di compattatore, in analogia con quanto indicato dalla casa produttrice. È stato posizionato un cono di guttaperca Autofit (Sybrondental, Orange, Ca, USA) non standardizzato, di calibro *medium* a contatto con la termocoppia apicale, verificandone l'e-

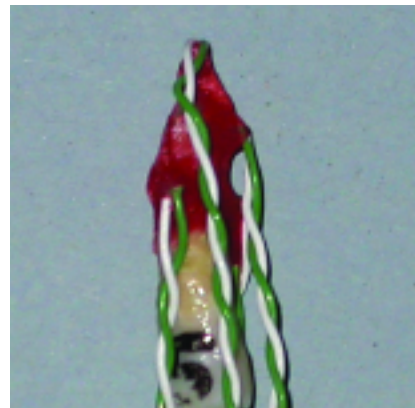


Fig. 3 - Termocoppia tipo K.

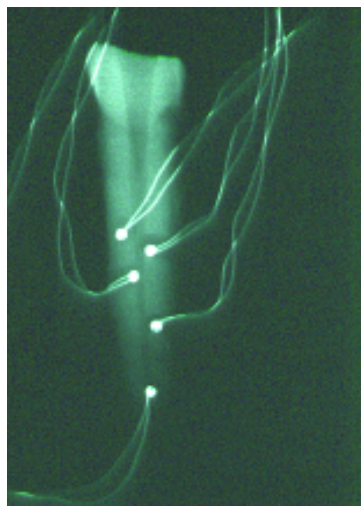


Fig. 4 - Verifica radiografica del posizionamento delle termocoppie.



Fig. 5 - Posizionamento campione in cilindro di acciaio.

satto posizionamento mediante esame radiografico e misurazione della lunghezza canalare.

In fase preliminare si è proceduto al test della temperatura massima raggiunta in punta dagli inserti metallici utilizzati, poggiando la sesta termocoppia a contatto con la punta stessa e registrandone i risultati. Sono state rilevate temperature pari a circa 220°C, ove la temperatura impostata al display risultava pari a 300°C.

Sono state dapprima eseguite rilevazioni sulle termocoppie coronali e medie, portando la punta a distanze conosciute da queste e misurando le variazioni termiche. Si è proceduto, quindi, alla fase di otturazione canalare secondo la metodica indicata dall'Autore (10). La punta portatrice di calore è stata portata, già a temperatura massima, nel terzo coronale, approfondendola fi-



Fig. 6 - Sistema di rivelazione a sei condizionatori di segnale.

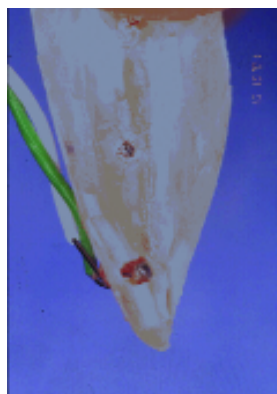


Fig. 7 - Verifica posizionamento termocoppia dopo sezione del campione.

no a 8 mm dalla TA (TC apicale), trattendola in tale posizione per 2 secondi ed eseguendo con la stessa punta la fase di compattazione, dopo aver interrotto la somministrazione di calore, fino a portarla a 5 mm dalla stessa. Tutte le variazioni termiche sono state registrate; i risultati delle registrazioni sono stati sottoposti ad elaborazione statistica con metodica One-Way Anova. Al termine delle acquisizioni ogni campione è stato sezionato con un microtomo al fine di verificare l'esatto posizionamento delle TC nel lume endodontico (Fig. 7).

RISULTATI

Nei 5 campioni otturati sono stati registrati incrementi termici tra loro sovrapponibili. Pertanto, per semplicità, se ne riportano solo alcuni esempi, indicativi dei valori medi. Le medie dei dati ottenuti ed elaborati sono riportati nella Tabella 3.

Nel campione n° 1, portando la punta del

System-B a T.max a 8 mm da T1 (13 mm da TA), la T3, distante 3 mm dalla punta dello strumento, ha rilevato un aumento di temperatura di 4.5°C; la T2, distante 5 mm dalla punta calda, ha rilevato un aumento di temperatura pari a 2°C. La T1 ha rilevato un aumento di temperatura di 0.8°C, mentre la TA ha rilevato un aumento di temperatura di 0.3°C (Grafico A, Tabella 1).

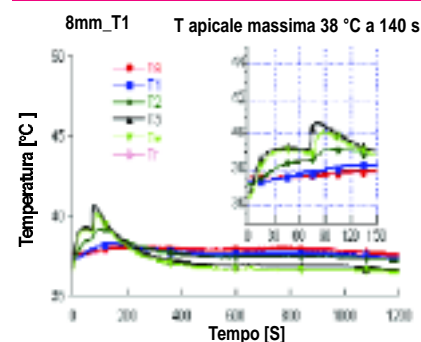


Grafico A -

TC	Incremento termico
T3	+ 4.5° C
T2	+ 2° C
T1	+ 0.8° C

Tab. 1 - Tabella riassuntiva delle registrazioni delle termocoppie T3, T2 e T1, portando la punta calda nel terzo coronale a 13 mm dalla TA.

Portando la punta a T.max a 5 mm da TA, tale termocoppia ha registrato un incremento termico pari a 2°C (Grafico B, Tabella 2). In T3 e T2, ampiamente superate, e T1, in corrispondenza della punta, sono stati registrati incrementi termici non significativi.

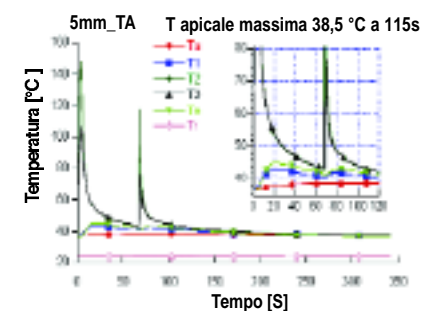


Grafico B

TC	Incremento termico
TA	+ 2°C

Tab. 2 - Tabella riassuntiva delle registrazioni della termocoppia apicale portando la punta calda a 5 mm da essa.

Dall'elaborazione statistica delle registrazioni effettuate è stato ottenuto il profilo termico della metodica di otturazione canalare.

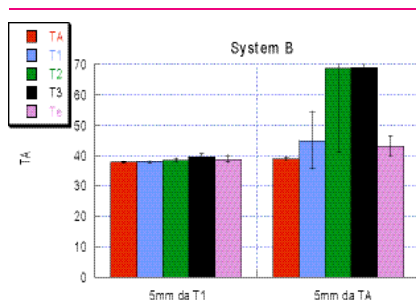


Grafico C -

Distanza apice 8 (mm)	TC	Rilevazioni termiche	Rilevazioni termiche
13		**	
12			
11			
10	T3	40±1.5°C	
9			
8	T2	39±0.5°C	
7			
6			
5	T1	38±0.5°C	**
4			
3			
2			
1			
0	TA		39±0.5°C

Tab. 3 - Tabella riassuntiva delle elaborazioni delle registrazioni ottenute. Nella prima colonna sono riportate le profondità canalari in mm, dal terzo coronale all'apice; nella seconda colonna sono indicate le TC di riferimento; nella terza e quarta colonna sono riportate le medie delle registrazioni effettuate per ciascuna TC. Gli asterischi ** indicano la profondità a cui è stato portato il plugger.

La temperatura di partenza per ciascuna termocoppia è stata di 37°C. A distanza di 8 mm dalla punta calda del System-B sono stati registrati incrementi termici fino a raggiungere 38° ± 0.5°C, come è possibile evidenziare dal Grafico C, colonna 2. A distanza di 5 mm dalla punta le TC hanno registrato temperature massimali di 39° ± 0.5°C (Grafico C, colonne 3 e 6). A distanza di 3 mm dalla punta sono stati registrati incrementi termici fino a raggiungere 40° ± 1.5°C (Grafico C, colonna 4). Le rilevazioni termiche sono riassunte nella Tabella 3, nella quale sono riportate le distanze in mm dall'apice di ciascuna TC e le rilevazioni termiche effettuate per le due differenti modalità. Gli asterischi corrispondono alla profondità a cui è stata portata la punta portatrice di calore. Le termocoppie esterne non hanno registrato temperature superiori a 55° ± 5°C.

DISCUSSIONE

In questo studio sono state verificate le variazioni termiche nella massa di guttaperca con una delle metodiche di riscaldamento-compattazione della guttaperca più diffuse nella pratica clinica, il System B. La problematica fondamentale presentata dalle tecniche di otturazione canalare a caldo è la conduzione di una sufficiente quantità di calore nella massa di guttaperca apicale, ossia la porzione del canale radicolare più difficilmente raggiungibile, soprattutto quando questo risulti curvo, stretto o non sufficientemente preparato. Ciò riveste particolare importanza nel System B, in quanto lo stesso plugger funge sia da portatore di calore che da compattatore.

Portando le punte calde a diverse profondità ed eseguendo registrazioni sull'intero canale radicolare, è stata esaminata accuratamente l'influenza che la massa di guttaperca, in relazione alla presenza di canali più o meno svasati, può avere sulla conduzione termica, e sulla quantità degli scambi di calore. Non sono state evidenziate differenze significative tra l'entità degli scambi di calore nella zona apicale rispetto a quella coronale, in relazione alla massa di guttaperca presente.

I risultati ottenuti confermano come la guttaperca sia un cattivo conduttore termico, in accordo con quanto sostenuto da differenti Autori (3, 4, 5, 6).

Utilizzando la metodica secondo le indicazioni dell'Autore (10), non sortiscono in-

crementi termici validi al fine di ottenere una sufficiente modificazione viscoelastica della guttaperca. Infatti, approfondendo il portatore di calore (plugger *fine*) ad una distanza di 5 mm dal termine della preparazione, si ottiene un modico incremento termico nella massa di guttaperca apicale (2°C circa), non sufficiente da solo a determinare una adeguata plasticizzazione (3, 9), per la quale è richiesto un incremento termico compreso tra i 3 e gli 8 °C in più rispetto alla temperatura corporea (11,12). Incrementi termici validi si evidenziano nella guttaperca soltanto a distanze non superiori ai 3 mm dalla punta calda del plugger compattatore/riscaldatore di Buchanan. Il raggiungimento di una distanza di 3 mm dall'apice per il System-B risulta raramente possibile nella pratica clinica, considerate le dimensioni (diametro 50 in punta) e le caratteristiche strutturali, in termini di flessibilità e di adattamento alla morfologia canalare, dei plugger metallici disponibili in commercio, soprattutto in presenza di canali stretti, curvi o non sufficientemente preparati.

Per poter ottenere un valido incremento termico della massa di guttaperca apicale, sarebbe necessario innalzare i livelli di temperatura impostati, superando i 300 °C, o sagomare il canale radicolare in modo da poter portare la punta calda ad almeno 3-4 mm dalla lunghezza di lavoro. Nel primo caso si esporrebbe il legamento parodontale ad un possibile, pericoloso incremento termico; si potrebbe correre il rischio di fenomeni di rimaneggiamento della zona periradicolare con aumento di anchilosi dell'elemento dentario, nonché di maggiori fastidi post-operatori per il paziente. Nel secondo caso, la preparazione canalare eccessivamente svasata, necessaria in considerazione delle misure delle punte disponibili per il System-B, indebolendo la struttura dentaria, neppure sicuramente il dente ad un notevole indebolimento, con aumento del rischio di frattura e/o di errori iatrogeni in fase di sagomatura.

Utile accorgimento sarebbe quello di utilizzare, in associazione al portatore di calore System-B, dei compattatori di dimensioni inferiori, in grado di adattarsi alla curvatura canalare, tali da compattare la massa di guttaperca fino a 3 mm dall'apice. In tale ottica saranno a breve proposti nuovi pluggers per il System B con diametri di punta e conicità minori, in grado di penetrare più apicalmente nei casi più complessi, senza necessità di svasamenti eccessivi.

A tal proposito è necessaria una ulteriore considerazione: la quantità di calore scambiata tra due corpi a differente temperatura è data dalla legge di Fourier

$$Q = K \cdot A \cdot T / X,$$

dove Q è la quantità di calore scambiata tra i due corpi, K è la conducibilità termica del materiale che assume calore, A è la superficie di scambio termico, δT è l'intervallo termico durante il quale i due corpi sono a contatto, δX è la distanza tra essi. Incrementando il tempo di contatto tra la punta calda e la massa di guttaperca, pur non trattene-
ndo troppo a lungo la stessa nel canale,

è possibile aumentare la quantità degli scambi termici. Un miglioramento degli scambi di calore può essere, inoltre, ottenuto portando la punta fredda nel canale e dando inizio successivamente all'incremento di temperatura. In tal modo si somministra progressivamente calore alla massa di guttaperca, consentendone una più adeguata distribuzione.

Un'ulteriore variabile da considerare è la non costante viscosità della guttaperca, differente a seconda dei coni utilizzati, e la mancanza di dati relativi alla conducibilità termica del materiale. A tal proposito sono in corso una serie di studi finalizzati a valutare il comportamento termomeccanico

dei diversi tipi di guttaperca quando sottoposti a variazione termica.

Alla luce delle rilevazioni effettuate, e delle considerazioni in precedenza esposte, la tecnica di condensazione verticale a caldo della guttaperca mediante l'utilizzo del System-B – fermo restando tutte le caratteristiche positive della metodica, tra cui sicuramente la praticità di utilizzo e la qualità dell'otturazione canalare, documentata in una lunga serie di lavori scientifici – presenta dei limiti nei canali stretti e/o curvi. Ulteriori valutazioni sono necessarie a proposito dei nuovi plugger metallici recentemente introdotti in commercio che differiscono in termini di dimensioni e flessibilità.

BIBLIOGRAFIA

1. Schilder H, Goodman A, Aldrich WI. The thermomechanical properties of gutta-percha. Part IV. A thermal profile of the warm gutta-percha packing procedure. *Oral Surg* 1981; 51:544.
2. Schilder H. Filling root canal in three dimensions. *Dent Clin North Am*, 1967: 723-744.
3. Schilder H, Goodman A, Aldrich W. The Thermomechanical properties of gutta-percha. A thermic profile of warm gutta-percha packing procedure. Part IV. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1981; 51:544-51.
4. Gurney BF, Gervasio G, Best EJ. Physical measurements on gutta-percha. *Or Surg* 1971; 32:260-270.
5. Marciano J, Michalesco PM. Dental gutta-percha: chemical composition, X-ray identification, enthalpic studies and clinical implications. *J Endod* 1989; 15(4):149.
6. Baternan L. The chemistry and physics of rubber-like substances. 1963 *Mac Laren & Sons Ltd., London* 21-27.
7. Blum JY, Parahy E, Machtou P. Warm vertical compaction sequences in relation to gutta-percha temperature. *J Endod* 1997;23(5):307-11.
8. Marciano J, Michalesco P. Dental gutta-percha: chemical composition, X-ray identification, enthalpic studies and clinical application. *J Endod* 1989;5:33-47.
9. Buchanan LS. Vertical condensation of warm gutta-percha: observations regarding a classic technique. *Dentistry Today* 1994; September: 1-7.
10. Schilder H, Goodman A, Aldrich WI. The thermomechanical properties of gutta-percha. Volume changes in bulk gutta-percha as a function of temperature and its relationship to molecular phase transformation. *Oral Surg* 1985; 59:285.
11. Ruddle CJ. Three-dimensional obturation: the rationale and application of warm gutta-percha with vertical condensation. 1994 *Pathways of the Pulp, 6th Edition, Cohen and Burns, Mosby, Chap. 9, 243.*