

James B. Roane

Professor, Department of Endodontics
The University of Oklahoma
College of Dentistry
Oklahoma City, Oklahoma

Part of text and pictures taken from
Dentistry Today, vol. 15, no 5: May 1996,
by kind permission of the Publisher.

Balanced force, crown-down preparation and Inject-R Fill obturation

In 1985, the balanced force concept (1) introduced an innovative approach to endodontic instrumentation. It proposed the use of counterclockwise rotation with K-type files to enlarge pulp canals during endodontic treatment. Prior to its introduction, rotating movements were discouraged during endodontic preparation, especially counterclockwise rotation (2, 3). This was unfortunate because rotation is efficient and generates several useful interactions between a K-type file and the canal.

Four examples are:

1. Clockwise rotation moves an instrument forward along its thread-like cutting edges and inserts it through areas otherwise too tight for passage.

2. Counterclockwise rotation propels K-type instrument outwardly.

3. As an instrument passes apically, its cutting diameter expands relative to a given point within the canal.

4. When an instrument moves coronally its cutting diameter decreases relative to that point. To use this knowledge to an advantage, one simply needs to realize that preventing outward movement, while rotating an instrument counterclockwise, will cause a K-type instrument to cut away any structure which projects into its path of rotation. Hence for clinical application, an instrument is inserted and moved towards the apex with a 1/4 turn clockwise movement. This motion engages the cutting edges and forces them into dentin as the canal must accommodate an increase in instrument diameter. This insertion and loading action is terminated with a counterclockwise rotation and inward pressure. The inward pressure must be sufficient to prevent outward movement of the instrument. Managed in this manner, the instrument fractures away dentin as it turns counterclockwise. Any canal structure which lies within the instrument diameter is cleared away and the canal diameter is increased accordingly. Thus, counterclockwise rotation establishes space which now allows further penetration during the next clockwise movement. Alterations between these directions of rotation are continued until the instrument reaches the foraminal area and the canal is enlarged to that depth. The instrument's position, re-

lative to the apex, must be maintained until it rotates at least 120° counterclockwise in order to make a full circumference cut of the canal. Outward movement must be prevented or a tread-like opening will be formed (4). More angular rotation is desirable but is not always easy to achieve. Debris is removed by carefully rotating the file clockwise as it is withdrawn from the apex. The balanced force "Roane" technique was examined by Southard et al (5) and they demonstrated it to be more effective than step-back technique for keeping a standard K-type file centered during the clearing and shaping of molar canals.

The advantages of rotation are maximized by use of a special K-type file design, Flex-R® (Fig. 1). This file has a patented shape which guides the instrument tip as it moves toward the apex. Balanced force technique used with Flex-R® files enables the clinician to clean and shape a canal more rapidly and accurately than do traditional techniques and instruments (4, 6, 11). With the special guiding tip, time-savings is also accompanied by a reduced probability of canal blockage and ledge formation. Inclusion of the two makes cleaning and shaping less difficult and, as a consequence, endodontic therapy more enjoyable.

Balanced force instrumentation is effective because it uses the canal dentin to shape and position the file within the canal space (Fig. 2). When an instrument enters the canal, contact with any wall moves the file aside until an opposite wall makes an equal contact. When both contacts are made the resisting forces derived from dentin are greater than the restoring forces derived from the structure of the file; therefore, the restoring forces, which act only to keep the instrument straight, are in effect suppressed by the magnitude of the resisting forces derived from the dentin (Fig. 3). The differences in magnitudes between the dentinal resisting forces and the file's restoring forces are made up by forces derived from within the instrument and the sum of all the forces is zero. As the clinician turns a file centered by dentin, either clockwise or counterclockwise, this positioning relationship is maintained. Instruments are precisely curved by the root as they rotate throu-

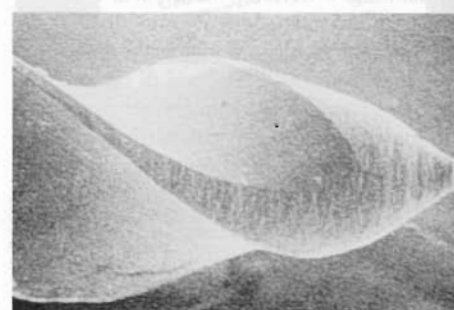


Fig. 1a - SEM of a Flex-R® file disclosing the unique shape of the instrument tip.

Fig. 1a - SEM di una lima Flex-R® che mostra la forma particolare della punta dello strumento.

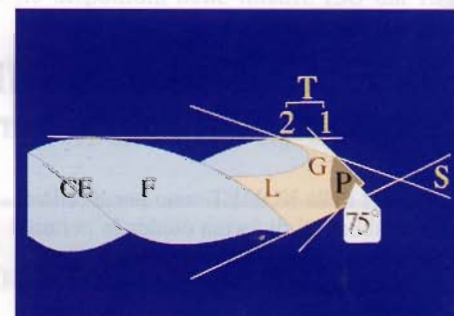


Fig. 1b - Diagrammatic representation describing the various elements of a Flex-R® file tip. CE is a cutting edge, F is a flute spaces, L is a land area, G is a thin guiding collar. L & G act together to guide the file tip through curvatures so that the canal wall is not damaged by the instrument tip, T is the transition angle created at the end of each the cutting edge during formation of an instrument tip. 1 is the transition angle generated by an ISO single conical tip (P) of 75° ± 15° and 2 is the lowered angle produced by a land and guiding collar of the Flex-R® secondary conical tip angle (S). The white triangular region represents standard file structure which cuts the canal walls and forms a ledge. This is eliminated by the Flex-R® file design.

Fig. 1b - Schema che descrive i vari elementi della punta di una lima Flex-R®. CE è l'estremità tagliente, F è uno spazio a flauto, L è l'area dorsale, G è un sottile anello guida. L & G agiscono insieme per guidare la punta della lima nelle curvature, in modo che la parete canale non venga

James B. Roane

B.S., D.D.S., M.S., D.A.B.E., F.A.C.D.

Professore, Dipartimento di Endodonzia
Università dell'Oklahoma
Collegio di Odontoiatria
Oklahoma City, Oklahoma

Parte del testo e delle figure riprese da
Dentistry Today, vol. 15, nr. 5: Maggio 1996,
per gentile concessione dell'Editore.

Forza bilanciata, preparazione crown-down e otturazione Inject-R Fill

Nel 1985, il concetto (1) di forza bilanciata ha introdotto un approccio innovativo alla strumentazione endodontica. Proponeva l'uso della rotazione antioraria con le lime tipo K per allargare i canali pulpari durante il trattamento endodontico. Prima della sua introduzione, venivano sconsigliati i movimenti rotatori durante la preparazione endodontica, in particolare la rotazione antioraria (2, 3). Questo era svantaggioso, perché la rotazione è efficace e genera diverse interazioni utili tra la lima di tipo K e il canale. Ecco quattro esempi:

1. La rotazione oraria spinge uno strumento lungo le sue estremità taglienti a filo e lo inserisce in aree altrimenti troppo strette per farlo passare.

2. La rotazione antioraria spinge lo strumento tipo K all'esterno.

3. Quando lo strumento oltrepassa l'apice il suo diametro tagliente si espande relativamente a un punto prestabilito nel canale.

4. Quando uno strumento si muove coronalmente, il suo diametro tagliente diminuisce in relazione a quel punto. Per sfruttare queste caratteristiche, bisogna solo capire che impedire il movimento verso l'esterno, mentre si ruota lo strumento in senso antiorario, indurrà lo strumento tipo K a sezionare ogni struttura che si proietti nell'area della rotazione. Perciò nell'applicazione clinica si inserisce uno strumento e lo si muove verso l'apice con un movimento di 1/4 di giro in senso orario. Questo movimento impegna le estremità taglienti e le inserisce a forza nella dentina, dato che il canale deve adattarsi a un aumento nel diametro dello strumento. Questa azione di inserimento e carico si conclude con una rotazione antioraria e con una pressione verso l'interno. Questa pressione verso l'interno deve essere sufficiente a impedire il movimento dello strumento verso l'esterno. Utilizzato in questo modo lo strumento rimuove la dentina mentre ruota in senso antiorario. Qualsiasi struttura presente nel diametro dello strumento viene eliminata e il diametro del canale aumenta di conseguenza.

Così la rotazione antioraria dà origine a uno spazio che permetterà una ulteriore penetrazione nel successivo movimento in senso orario. Si alterna la direzione della rotazione fino a quando lo strumento non raggiun-



Fig. 2 - Diagram disclosing points of interaction between a file and dentin as the instrument passes through a curvature. A, B, and C are points of contact between the file and the curving canal. Apical of the third contact C the file is positioned against the outer canal wall by its own internal elastic forces, i.e., restoring forces.

Accurate shaping can best be accomplished by rotating the instrument as indicated by the yellow and green regions in the circle of motion atop the file shaft. Clockwise motion should be very limited, less than 1/4 turn, and counterclockwise rotations are made carefully.

Fig. 2 - Il diagramma mostra i punti di interazione tra una lima e la dentina mentre lo strumento passa attraverso una curvatura. A, B, e C sono punti di contatto tra la lima e il canale che si curva.

Apicalmente al terzo contatto C la lima viene posta contro la parete canalare esterna dalle proprie forze elastiche interne, cioè dalle forze ricostruttive. Si può ottenere una migliore sagomatura ruotando lo strumento come indicato nella figura.

Il movimento orario dovrebbe essere molto limitato, meno di 1/4 di giro, e le rotazioni antiorarie vengono eseguite con molta cautela.

ge l'area del forame e fino a quando il canale viene allargato a quella profondità. La posizione dello strumento, relativa all'apice, deve essere mantenuta fino a quando non ruota almeno di 120° in senso antiorario, per eseguire un taglio circolare completo del canale. È necessario impedire il movimento verso l'esterno, in modo che non si formi un'apertura "tread-like" a cerchione (4). Una rotazione angolare maggiore sa-

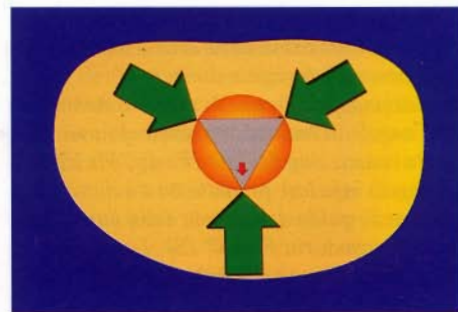


Fig. 3 - This cross section diagram indicates the reaction between an instrument and dentin. The restoring force, red arrow, is small in comparison to the much larger resisting forces which can be developed from the dentin, green arrows. Rotation maintains the relative magnitude and thereby allows dentin to guide and shape the file during preparation. For clarity, internal instrument forces are not illustrated. These unillustrated forces bring the total of all forces to zero.

Fig. 3 - Questo diagramma di sezione trasversale indica la reazione tra uno strumento e la dentina. La forza ricostruttiva, freccia rossa, è piccola a confronto con le forze resistenti superiori che possono essere originate dalla dentina, frecce verdi. La dentina guida e sagoma la lima durante la preparazione. Per chiarezza le forze interne allo strumento non vengono illustrate; queste forze non illustrate danno un totale di tutte le forze pari a zero.

rebbe desiderabile, ma non è sempre facile da ottenere. I residui vengono rimossi ruotando lentamente la lima in senso orario mentre la si ritrae dall'apice.

La tecnica della forza bilanciata "Roane" venne esaminata da Southard e coll. (5) che dimostrarono la sua maggiore efficacia rispetto alla tecnica "step-back" nel mantenere centrata una normale lima tipo K durante la pulizia e la sagomatura dei canali dei molari. I vantaggi della rotazione sono esaltati dall'uso di Flex-R® (Moyco/Union Broach, York, PA 17402), una speciale lima tipo K progettata in modo particolare (Fig. 1). Questa lima ha una forma brevettata che guida la punta dello strumento mentre avanza verso l'apice. La tecnica della forza bilanciata utilizzata con le lime Flex-R® per-

Correspondence:

Dr. James B. Roane

P.O. Box 26901

Dept. of Endodontics, COD

Oklahoma City, OK7319, U.S.A.

danneggiata dalla punta dello strumento; T è l'angolo di transizione creato alla fine di ogni estremità tagliente durante la formazione della punta di uno strumento. 1 è l'angolo di transizione creato da una punta conica singola ISO (P) di $75^{\circ} \pm 15^{\circ}$ e 2 è l'angolo inferiore prodotto da un dorso e dall'anello guida dell'angolo della punta conica secondaria Flex-R® (S). La regione triangolare bianca rappresenta la struttura standard della lima che incide le pareti canalari e forma un gradino. Questo viene eliminato dal disegno della lima Flex-R®.

gh the canal, and thus, they successfully remove tissue, bacteria, and debris (12) as they enlarge and shape the irregular walls of the natural canal space. Utilizing this phenomena, clinicians clean and shape more efficiently, precisely, and extensively with a minimum of effort.

Other investigators have tested the balanced force technique and have also demonstrated that the concepts introduced are reproducible (13-15). At least one critical review exist (16). While it challenges portions of the physics used in the explanation of the balanced force concept, it concludes that the technique works and offers an additional physical explanation for the results obtained. Utilization of balanced force technique with Flex-R® files allows one to easily and efficiently accomplish a larger-than-traditional preparation, even past notable curvature. This is an important advantage, because preparation size should be determined by the canal dimensions and not the degree of root curvature.

Curvature activates restoring forces within a file. These forces place and hold an instrument's tip against the outer wall of a canal. This relationship is not controlled by the clinician and must be compensated for by preparation dynamics and final diameter. In other words, apical to a curvature, one must increase the size of the preparation sufficiently to allow the cutting diameter of a single file to encompass the greatest dimension of the biological canal space. If cleaning and shaping efforts do not match this dimension of the canal space (17, 21),

(Fig. 4) cleaning will remain biologically incomplete. Balanced force technique and Flex-R® files make this canal enlarging diameter a realistic expectation. This fact has made the concept of predetermined preparations (17, 18) a reality without undue difficulty. Thus using balanced force principals for preparation give us an ability to prepare canal spaces in relationship to the tooth size and anatomical configuration. Three sizes of preparation have been suggested by Sabala et al (17). They report these three specifications are appropriate for most teeth. Larger sizes are developed when needed.

Using balanced force techniques, Flex-R® files and a predetermined preparation, one can employ crown-down preparation concepts (22). This can be done with near certainty that a ledge will not be formed. With a crown-down approach, one determines canal length, the immediately uses Gates-Glidden drills (GG) to complete a radicular access opening. These drills provide rapid mechanical shaping as the first step in the cleaning and shaping process, not as an intermediate or final step. Use of a crown-down technique lets radicular access provide more than a shape conducive to the obturation process. Radicular access in a crown-down technique allows instruments used to shape the apical depths to pass through the already enlarged coronal portion of the canal without flexing, hence, they are less curved than the canal they penetrate. With less curvature traversed, each instrument produces less transportation into the external canal wall as the preparation progresses towards the apex (23) (Fig. 5). Also hand-held instruments prepare less canal length; therefore preparation moves quicker and with minimal effort. There is an observable decrease in the operator work with crown-down versus a conventional approach. Crown-down preparation provides a predictable and desirable clinical shaping in addition to this coveted efficiency. Radiographs of clinical cases disclose excellent preservation of the curved canal anatomy. Canals are easily enlarged sufficiently to eliminate biologically active materials from the primary canal system (Fig. 6a). Crown-down preparation using balan-

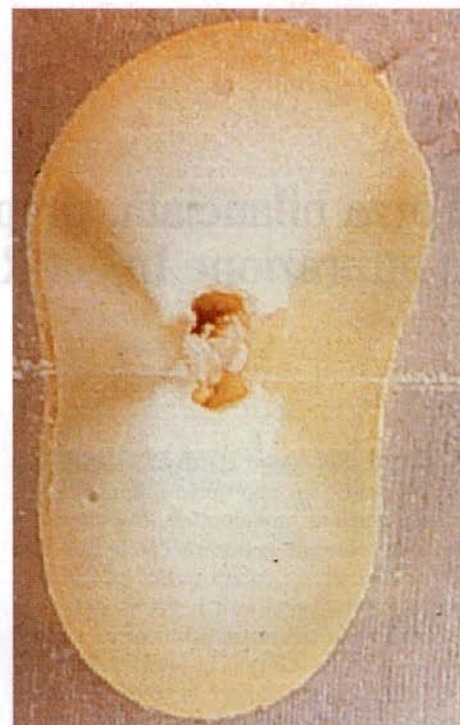


Fig. 4a - Cross section of an oval shaped root disclosing an oval shaped canal before instrumentation. When a curvature is present, canal shaping must match the largest diameter of this space.

Fig. 4a - Sezione trasversale di una radice sagomata a ovale che mostra un canale sagomato a ovale prima della strumentazione. Quando è presente una curvatura, la sagomatura del canale deve corrispondere al diametro più largo di questo spazio.

ced force techniques requires a thorough understanding of canal anatomy, plus an ability to sense the true orientation of the canal. Failure to properly orient the GG can result in a gouged canal wall, a blocked canal entrance, and a difficult instrumentation process. Canal perforations may be produced by improperly applying pressure towards the furcal regions of molar teeth. The apex can be over-enlarged by passing a GG through the foramen in short teeth. This concept should be practiced and perfected on extracted teeth before it is used clinically in order to minimize risks to patients.

After the cleaning and shaping of a canal system is complete, its aseptic state must be preserved in order to assure an enduring clinical benefit. To fulfill this need, an obturation technique is employed. The Inject-R Fill™ (Moyco/Union Broach, York, PA 17402) technique simplifies warmed vertical condensation method by altering both the apical pack and backfill process. The principals of warmed vertical obturation are preserved and the materials which remain in the canal spaces are unchanged. The Inject-R Fill technique establishes a more efficient process through the inclusion of a



Fig. 4b - *Cleaning and shaping has been completed and the final shape is round, smooth, and tapers towards the apex. Balanced force techniques were used and are an efficient way to clean and shape curved canals.*

Fig. 4b - *La detersione e la sagomatura sono state completate e la forma finale è rotonda, liscia e smussata verso l'apice. Sono state usate delle tecniche di forza bilanciata, che sono un modo efficiente di pulire e sagomare i canali curvi.*

mette di pulire e sagomare il canale molto più rapidamente e accuratamente rispetto alle tecniche e agli strumenti tradizionali (4, 6, 11). Grazie alla speciale punta guida, il risparmio di tempo è associato a una ridotta probabilità di blocco del canale e di formazione di gradini. In questo modo la pulizia e la sagomatura sono meno difficili e di conseguenza la terapia endodontica è più piacevole.

La strumentazione con forza bilanciata è efficace perché utilizza la dentina delle pareti canalari per modellare e posizionare la lima all'interno dello spazio canalare (Fig. 2). Quando uno strumento entra nel canale, il contatto con una parete sposta la lima di lato finché non c'è un contatto equivalente con una parete opposta. Quando ci sono entrambi i contatti le forze di resistenza proprie della dentina sono maggiori delle forze di ricostruzione generate dalla struttura della lima; perciò le forze ricostruttive, che agiscono solamente per mantenere dritto lo strumento, sono di fatto sopresse dalla grandezza delle forze di resistenza della dentina (Fig. 3). Le differenze in ampiezza tra le forze di resistenza dentinale e le forze ricostruttive della lima sono compensate dalle forze provenienti dall'interno dello

Corrispondenza:
Dr. James B. Roane
P.O. Box 26901
Dept. of Endodontics, COD
Oklahoma City, OK7319, U.S.A.

strumento e la somma di tutte le forze è zero. Quando il clinico ruota la lima centrata nella dentina, in senso orario o antiorario, si mantiene questa relazione di posizionamento. Gli strumenti vengono curvati con precisione dalla radice mentre ruotano attraverso il canale e così rimuovono con successo il tessuto, i batteri e i residui (12), mentre allargano e sagomano le pareti irregolari dello spazio canalare naturale. Sfruttando questo fenomeno, i clinici possono pulire e modellare in modo più efficiente, preciso e esauriente con uno sforzo minimo.

Molti ricercatori hanno studiato la tecnica di forza bilanciata e hanno dimostrato che i concetti introdotti sono riproducibili (13-15). Esiste almeno una revisione critica (16). Questa, mentre mette in dubbio alcune delle proprietà fisiche utilizzate nella spiegazione del concetto di forza bilanciata, conclude che la tecnica funziona e offre un'ulteriore spiegazione fisica per i risultati. L'utilizzo della tecnica della forza bilanciata con le lime Flex-R® permette di ottenere una preparazione più grande di quella tradizionale, anche oltre una curvatura considerevole. Questo è un vantaggio importante, perché la misura della preparazione dovrebbe essere determinata dalle dimensioni del canale e non dal grado della curvatura radicolare.

La curvatura attiva le forze ricostruttive all'interno di una lima. Queste forze posizionano e mantengono la punta di uno strumento contro la parete esterna di un canale. Questa relazione non è controllata dal clinico e deve essere compensata dalle dinamiche di preparazione e dal diametro finale. In altre parole, bisogna aumentare la misura della preparazione apicalmente alla curvatura, abbastanza da permettere che il diametro tagliente di una singola lima comprenda le dimensioni più grandi dello spazio canalare biologico. Se la pulizia e il modellamento non sono adatti alla dimensione dello spazio canalare (17-21) (Fig. 4), la pulizia rimarrà biologicamente incompleta. La tecnica di forza bilanciata e le lime Flex-R® rendono possibile questo diametro di allargamento canalare. Questo fatto ha reso il concetto di preparazioni predeterminate (17, 18) una realtà senza rischi eccessivi. Perciò utilizzare i principi della forza bilanciata du-

Roane JB. Forza bilanciata, preparazione crown-down e otturazione Inject-R Fill. *G It Endo* 1996; 4: 152-61

rante la preparazione ci permette di preparare gli spazi canalari in relazione alla misura del dente e alla configurazione anatomica. Sabala et al. (17) hanno suggerito tre misure di preparazione. Sostengono che queste tre specificazioni sono adatte alla maggior parte dei denti. In caso di necessità si possono studiare delle misure più grandi.

Utilizzando le tecniche di forza bilanciata, le lime Flex-R® e una preparazione predeterminata, si possono sfruttare i concetti della preparazione crown-down (22). C'è un buon margine di certezza che non si formeranno gradini. Secondo il concetto crown-down, non appena è stata determinata la lunghezza canalare, si utilizzano le frese Gates-Glidden (GG) per ottenere un'apertura di accesso radicolare. Queste frese forniscono un modellamento meccanico rapido come prima fase del processo di pulizia e sagomatura, non come fase intermedia o finale. L'utilizzo della tecnica crown-down permette che l'accesso radicolare sia più di una forma adatta al processo di otturazione. Nella tecnica crown-down l'accesso radicolare permette agli strumenti apicali di passare, non flessi, attraverso la parte coronale già allargata del canale, per cui le lime risultano meno curve del canale in cui vengono introdotte. Dovendo attraversare una parte curva minore, ogni strumento causa meno trasporto nella parete esterna mentre la preparazione progredisce verso l'apice (23) (Fig. 5). Anche gli strumenti manuali preparano una lunghezza canalare minore, quindi la preparazione procede più velocemente e con uno sforzo minimo. C'è una diminuzione osservabile nel lavoro dell'operatore con l'approccio crown-down, rispetto a quello tradizionale. La preparazione crown-down fornisce una sagomatura clinica prevedibile e ottimale, oltre a un'auspicabile efficienza. Le radiografie di casi clinici mostrano una conservazione eccellente dell'anatomia del canale curvo. I canali vengono facilmente allargati abbastanza da eliminare i materiali biologicamente attivi dal sistema primario dei canali (Fig. 6a). La preparazione crown-down con le tecniche di forza bilanciata richiede una completa conoscenza dell'anatomia canalare, oltre alla capacità di individuare il reale orientamento del canale.



Fig. 5a - Working length determined with small files in each canal.

Fig. 5a - Lunghezza di lavoro determinata con piccole lime in ogni canale.



Fig. 5b - Preparation initiated with # 6 GG introduced no more than 2 mm into the orifice of each canal. Mesial canals are flared by outwards movement of the GG towards the MF and ML respectively.

Fig. 5b - Preparazione iniziata con la GG n° 6 introdotta per non più di 2 mm nell'apertura di ogni canale. I canali mesiali sono fresati con movimenti verso l'esterno delle GG in direzione mesio-vestibolare e mesio-linguale, rispettivamente.



Fig. 5c - The preparation has been extended 2 mm apically with the # 5 GG. Again the M canals are flared MF and ML respectively.

Fig. 5c - La preparazione è stata estesa 2 mm apicalmente con la GG n° 5. I canali mesiali vengono di nuovo fresati in direzione mesio-vestibolare e mesio-linguale rispettivamente.

System-B™ (Analytic Technology, Redman, WA 98052) apical pack and a single backfill injection of gutta-percha. Obturation begins by fitting a System B plugger. Fitting is accomplished by inserting an appropriately shaped plugger (F, FM, M or ML) into the prepared canal space and verifying that it becomes snug in the canal 3 to 5 mm short of the apical foramen. Next, a master cone of gutta-percha is fitted to the exact apical location desired in the final obturation (Fig. 6a). Seated thusly, the master cone assures that closure will commence at the apical location the clinician considers most advantageous for an optimal result (Fig. 6b). Preservation of the master point position is essential and because it is preserved, one can presume that reliability is unaffected by the changes in the gutta-percha application and condensation process.

After fitting the master points, each canal is coated with sealer and the cone replaced to the fitted depth (Fig. 6c). Kerr Pulp Canal Sealer (KPCS) is the traditional sealer of warmed vertical condensation. The extended working time (EWT) formula is used to reduce the chance that a premature set will be initiated by heat and moisture. The master cone is heated, compressed, and severed in one continuous motion with the System B. The plugger tip is carried to the

mouth of the canal and placed against the master cone. Heating is activated and the plugger is pushed into the center of the master cone. From this position the plugger is then pressed firmly towards the apex. Condensation is complete as soon as the plugger seats against the canal walls (Fig. 6d and 6e). The heat switch is released and pressure maintained for a few seconds. Next, heat is reapplied and the plugger is withdrawn. This motion removes the coronal gutta-percha with the plugger. The remaining apical segment is condensed using a small Schilder plugger to step around the canal walls and against the gutta-percha until it becomes firm and the surface is flat. This apical condensation requires just a few seconds and assures a tight adaptation of the apical segment. The heating and condensation step removes most, if not all, of the sealer; therefore, the canal is coated with additional sealer (Fig. 6f). A small Schilder plugger is used to carry new sealer to the canal. All the canal walls must be covered to assure sealing of the following gutta-percha segment. The empty coronal regions are filled with gutta-percha from an Inject-R fill device. To accomplish injection of its gutta-percha content, the Inject-R fill must first be heated in a flame or electronic heater. When a burner is used, the stainless



Fig. 5d - The preparation progresses 2 mm further apically with the # 4 GG. No additional flaring is indicated.

Fig. 5d - La preparazione avanza di 2 mm apicalmente con la GG n° 4. Non è indicata nessuna ulteriore fresatura.

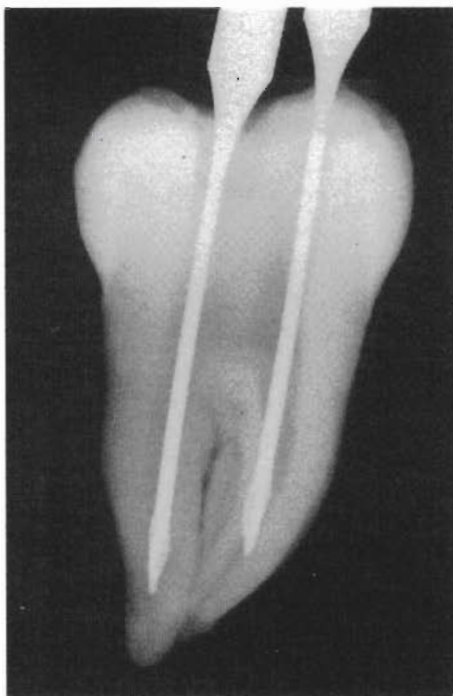


Fig. 5e - An addition 2 mm of canal has been prepared with the # 3 GG.

Fig. 5e - Altri 2 mm di canale sono stati preparati con la GG n° 3.



Fig. 5f - A final 2 mm of the canal has been enlarged with the # 2 GG. Preparation is complete for a 10 mm length of canal and terminates near the apex. The remaining apical area is shaped with hand instruments.

Fig. 5f - I 2 mm finali del canale sono stati allargati con la GG n° 2. La preparazione è completa per una lunghezza di 10 mm del canale e termina vicino all'apice. La rimanente area apicale è sagomata con strumenti manuali.

Il fallimento nell'orientare giustamente le GG può causare la perforazione della parete canalare, il blocco dell'accesso canalare e un difficile processo di strumentazione. Le perforazioni canalari possono venire prodotte quando si esercita impropriamente della pressione sulle regioni della biforcazione nei denti molari. L'apice può venire sovra-allargato introducendo una GG nel forame di denti corti. Questo concetto dovrebbe essere messo in pratica e perfezionato sui denti estratti prima di utilizzarlo in clinica, per minimizzare i rischi per i pazienti.

Dopo aver completato la pulizia e la sagomatura del sistema canalare, bisogna preservare il suo stato asettico, per assicurare la durata del beneficio clinico. Per rispondere a questa necessità, si utilizza una tecnica di otturazione. La tecnica di Otturazione Inject-R Fill™ (Moyco/Union Broach, York, PA 17402) semplifica il metodo di condensazione verticale a caldo alterando sia la condensazione apicale sia il processo di retro-otturazione. Vengono mantenuti i principi dell'otturazione verticale a caldo e i materiali che rimangono negli spazi canalari sono invariati. La tecnica di otturazione Inject-R Fill™ introduce un processo più efficiente con l'inclusione della condensazione apicale con l'apparecchio System-B™ (Analytic Technology, Redman, WA 98052) e una singo-

la iniezione retro-otturante di guttaperca. L'otturazione comincia introducendo un otturatore System-B. L'introduzione è ottenuta inserendo un plugger (V, VM, M o ML) nello spazio canalare preparato e controllando che aderisca a 3-5 mm dal forame apicale. Successivamente si inserisce un cono master di guttaperca nella esatta posizione apicale desiderata per l'otturazione finale (Fig. 6a). Posizionato in questo modo, il cono master garantisce che il sigillo parta nell'apice dalla posizione che il clinico considera più adatta per un risultato ottimale (Fig. 6b). Il mantenimento della posizione del cono master è fondamentale e, se viene mantenuta, ci si può aspettare che l'affidabilità non venga intaccata dai cambiamenti del processo di applicazione e condensazione della guttaperca.

Dopo aver adattato i coni master ogni canale viene rivestito con cemento sigillante e il cono viene riposizionato alla profondità stabilita (Fig. 6c). Il cemento sigillante Kerr Pulp Canal Sealer (Kerr MFG, Romulus, MI 48174) (KPCS) è quello convenzionale per la condensazione verticale a caldo. Si utilizza la formula di tempo di lavoro esteso (EWT) per ridurre la possibilità che il calore e l'umidità diano inizio a una solidificazione precoce. Il cono master viene scaldato, compresso e staccato in un movimento

continuo con il System B. La punta del plugger viene diretta verso l'apertura del canale e posta contro il cono master. Il plugger viene riscaldato, spinto nel centro del cono master e poi spinto con decisione verso l'apice. La condensazione è completa non appena il plugger si posiziona contro le pareti canalari (Figg. 6d e 6e). Si rilascia il tasto del riscaldamento e la pressione viene mantenuta per pochi secondi. Si applica nuovamente il calore e si ritira il plugger. Questo movimento rimuove la guttaperca coronale con il plugger. Il segmento apicale rimanente viene condensato utilizzando un piccolo plugger Schilder per muoversi intorno alle pareti canalari e contro la guttaperca fino a quando non si solidifica e la superficie diventa piatta. Questa condensazione apicale richiede solo pochi secondi e assicura una stretta adesione al segmento apicale. La fase di riscaldamento e condensazione appena completata rimuove, se non completamente, la maggior parte del sigillante; perciò il canale viene rivestito con altro sigillante (Fig. 6f). Per inserire del nuovo cemento sigillante nel canale viene utilizzato un piccolo plugger Schilder. Tutte le pareti canalari devono essere ricoperte per garantire il sigillo del successivo segmento di guttaperca. Le regioni coronali vuote vengono riempite con guttaperca per mezzo di

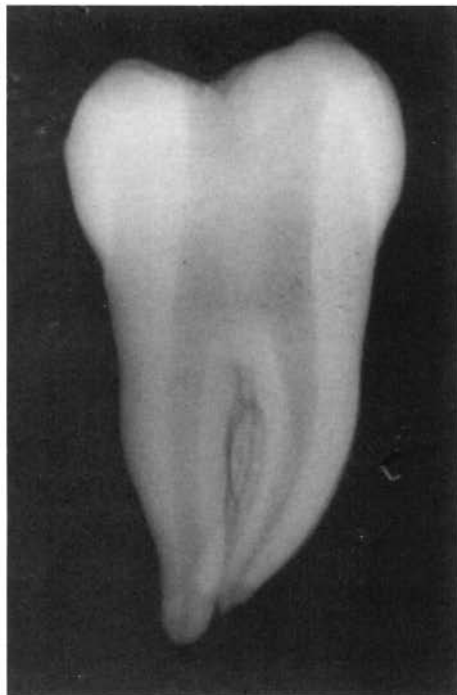


Fig. 6a - The final preparation shape tapers through the entire canal length and has a rapid constriction over the final 1.5 mm to the foramen.

Fig. 6a - La forma della preparazione finale si affusola lungo tutta la lunghezza del canale e ha una rapida costrizione nei 1,5 mm finali del forame.

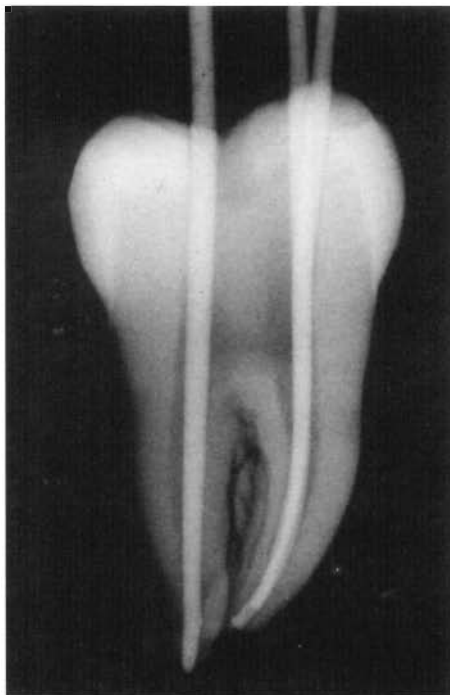


Fig. 6b - Master gutta-percha points have been custom fitted to the foramen using a chloroform dip technique.

Fig. 6b - Sono stati inseriti dei coni master di guttaperca nel forame con una tecnica di immersione nel cloroformio.



Fig. 6c - Sealer has been painted into the canal with the master gutta-percha points.

Fig. 6c - Il cemento sigillante è stato "pennellato" nel canale con i coni master di guttaperca.

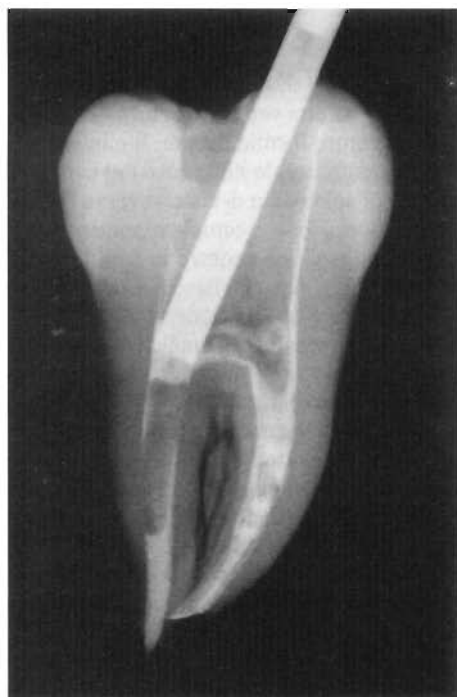


Fig. 7a - An Inject-R™ Fill is positioned into the orifice of the D canal ready to inject heated gutta-percha for the backfill. New sealer should be added to each canal before the backfill.

Fig. 7a - Un Inject-R™ Fill è posizionato nell'orifizio del canale distale, pronto per iniettare guttaperca riscaldata per la retro-otturazione. Prima della retro-otturazione bisognerebbe aggiungere del nuovo sigillante.



Fig. 7b - The injected gutta-percha backfill is adapted to the apical segment with a 10 1/2 Schilder plugger.

Fig. 7b - La guttaperca iniettata viene adattata al segmento apicale con un plugger Schilder 10 1/2.



Fig. 7c - The D canal displays a plugger track left after adapting the injected gutta-percha to the apical segment.

Fig. 7c - Il canale distale mostra un solco lasciato dal plugger dopo l'adattamento della guttaperca iniettata nel segmento apicale.



Fig. 6d - Radiograph disclosing the initial downpack of the D canal using the System B™. Condensation reaches within 2-3 mm of the foramen.

Fig. 6d - Radiografia che mostra l'otturazione iniziale del canale distale con il System B™. La condensazione arriva fino a 2-3 mm del forame.



Fig. 6e - The System B plugger is in the apical one-third of a mesial canal. Note that the coronal portions of the D canal are open. Removal of the System B plugger removes the coronal obturation materials.

Fig. 6e - Il plugger System B è nel terzo apicale di un canale mesiale. Notate che le parti coronali del canale distale sono aperte. L'estrazione del plugger System B rimuove i materiali di otturazione coronale.



Fig. 6f - All canals have been packed with a 9 1/2 Schilder plugger. Some gutta-percha and sealer remain in the anastomoses between the mesial canals.

Fig. 6f - Tutti i canali sono stati riempiti con un plugger Schilder 9 1/2. Nelle anastomosi tra i canali mesiali rimangono dei residui di gutta-perca e cemento sigillante.

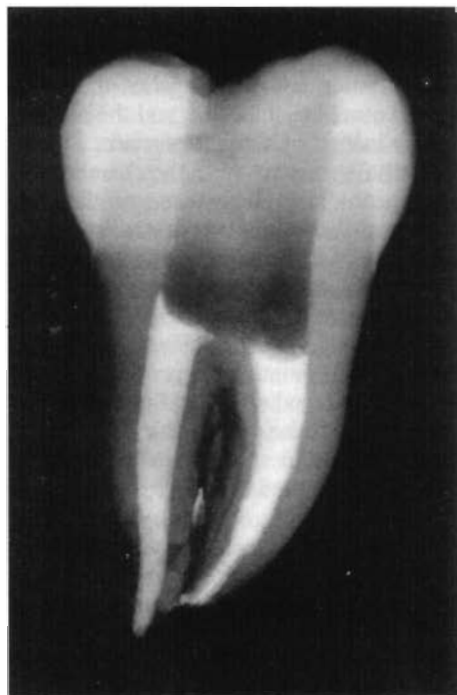


Fig. 7d - Final enfolding and condensation with a large diameter plugger leaves the canals densely filled and obturation complete to the apical foramen.

Fig. 7d - Il ripiegamento e la condensazione finale con un plugger di diametro largo lasciano il canale riempito densamente e l'otturazione completa fino al forame apicale.

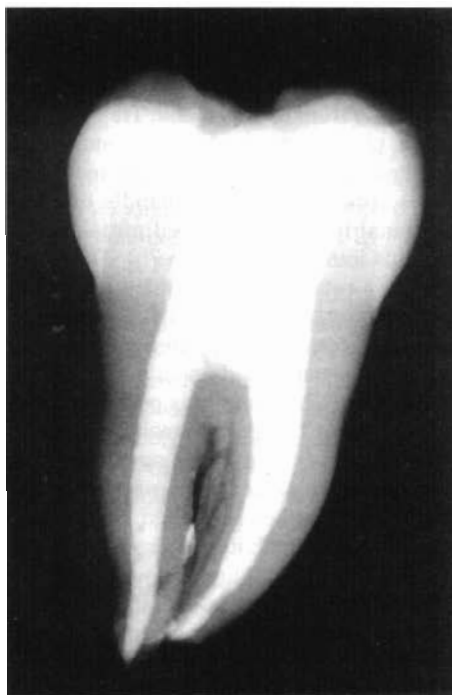


Fig. 7e - Closure of the access has completed the obturation process.

Fig. 7e - La chiusura dell'accesso ha completato il processo di otturazione.

uno strumento per otturazioni Inject-R Fill. Per eseguire l'iniezione del contenuto di gutta-perca, l'Inject-R Fill per otturazione deve essere prima riscaldato su un apparecchio per riscaldamento a fiamma o elettronico. Quando si utilizza un bruciatore, l'ago di acciaio inossidabile riempito di gutta-perca viene passato sulla fiamma finché la gutta-perca non comincia a fuoriuscire dall'estremità aperta. Il dispositivo riscaldato viene posto nell'apertura di accesso e inserito nell'apertura del canale (Fig. 7a). Una semplice spinta del manico verso il canale inietta il contenuto di gutta-perca riscaldata nel canale (Fig. 7b). Lo strumento svuotato viene ruotato per liberarlo dalla gutta-perca iniettata e rimosso dall'apertura. Questa massa di gutta-perca iniettata viene condensata con un plugger Schilder 9 1/2. Questo plugger viene posizionato nel centro della massa di gutta-perca e spinto con decisione verso l'apice (Fig. 7c). La pressione viene mantenuta per diversi secondi prima di muovere il plugger da un lato e dall'altro e di ruotarlo per liberarlo dalla gutta-perca. Infine il plugger viene rimosso con cautela dalla gutta-perca lasciando un piccolo solco nel centro. Questo solco deve essere chiuso ripiegando la gutta-perca dai lati nella parte vuota e tamponandola apicalmente (Fig. 7d).

Con un piccolo plugger si eseguono diverse compressioni intorno al foro del plugger e la condensazione è completata con un grosso plugger, cioè uno abbastanza grande da



Fig. 8a - The preoperative radiograph reveals calcification in the M canals, S curvature of the D root and a small radiolucent areas about the M and D apices.

Fig. 8a - La radiografia preoperatoria mostra una calcificazione nei canali mesiali, una doppia curvatura della radice distale e delle piccole aree radiotrasparenti intorno agli apici mesiale e distale.



Fig. 8b - This final film reveals a preservation of curvatures, a tapered canal preparation, obturation to the apices, and sealer extruded from accessory foramen in both the M and D roots.

Fig. 8b - Questa radiografia finale mostra la conservazione delle curvature, una preparazione canalare smussata, l'otturazione degli apici e il cemento sigillante estruso dal forame accessorio sia nelle radici mesiale che distale.



Fig. 8c - A 6 month recall discloses initial osseous repair.

Fig. 8c - Un controllo dopo 6 mesi mostra una riparazione ossea iniziale.

Figg. 8a, b, c, d - Case x-rays of a treatment employing balanced force technique and the crown down approach.

Figg. 8a, b, c, d - Radiografie del caso di un trattamento che ha adottato la tecnica forza bilanciata e l'approccio crown-down.

steel gutta-percha filled sleeve is waved through the flame until gutta-percha begins to extrude from the open end. This warmed unit is placed into the access opening and inserted into the mouth of the canal (Fig. 7a). A simple push of the handle towards the canal injects the heated gutta-percha contents into the canal (Fig. 7b). The spent carrier is rotated to break it free from the injected gutta-percha and it is removed from the access. This injected mass of gutta-percha is condensed using a 9 1/2 Schilder plugger. This plugger is positioned into the center of the gutta-percha mass and pressed firmly towards the apex (Fig. 7c). Pressure is sustained for several seconds before the plugger is rocked side-to-side and rotated to break it loose from the gutta-percha. Finally the plugger is carefully removed from the gutta-percha leaving a small track through the center. This track must be closed by folding gutta-percha from the sides into the void and packing it apically (Fig. 7d).

Several packs are made about the plugger hole with a small plugger, and the condensation is completed using a large plugger, i.e., one big enough to nearly fill the canal opening. Coating the tip of each Inject-R with sealer before placing it into a canal will prevent sticking of the gutta-percha and improves the probability of a complete gutta-per-

cha-sealer-canal interface.

Condensation is complete when the gutta-percha mass becomes firm and the plugger will no longer sink into its surface. All gutta-percha is removed from the chamber and access, a radiograph is taken, and the completeness of obturation is determined (Fig. 7e). If the radiograph indicates that obturation is acceptable, the case is closed (Fig. 7f). If a discrepancy is present, it is corrected before continuing. While this technique description is lengthy, the process is rapid. A single canal requires about one minute to complete with the remarkable density and close adaptation so well recognized and routinely expected from warmed vertical condensation (Figg. 8).

Five years of clinical application of these principals in a three-person Endodontic practice has failed to reveal any alterations in clinical response or treatment reliability. Results similar to that reported by Pekruhn are experienced (24).



Fig. 8d - A 2 year recall discloses complete osseous repair even adjacent to an over extended D obturation.

Fig. 8d - Un controllo dopo 2 anni mostra la completa riparazione ossea anche adiacente a un'otturazione distale sovraestesa.

riempire quasi l'apertura del canale. Rivestire la punta di ogni Inject-R con cemento sigillante prima di posizionarlo in un canale serve a prevenire che la guttaperca rimanga attaccata e migliora la probabilità di una completa interfaccia guttaperca-otturatore-canale. La condensazione è completa quando la massa di guttaperca diventa solida e l'otturatore non sprofonda nella sua superficie. Tutta la guttaperca viene rimossa dalla camera e dall'accesso, si esegue una radiografia e si determina il completamento dell'otturazione (Fig. 7e). Se la radiografia indica che l'otturazione è accettabile, si chiude il caso (Fig. 7f). Se c'è qualche discrepanza, viene corretta prima di continuare. Mentre questa descrizione tecnica è piuttosto lunga, il procedimento clinico è rapido. È necessario circa un minuto per completare un canale singolo con la densità e il buon adattamento tipici e di regola prevedibili con la condensazione verticale a caldo (Figg. 8). Cinque anni di applicazione clinica di questi principi in uno studio endodontico di tre persone non hanno evidenziato alterazioni nella risposta clinica o nell'affidabilità del trattamento. Sono stati ottenuti risultati simili a quelli riportati da Pekruhn (24).

BIBLIOGRAPHY

- 1 - Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG. The balanced force concept for instrumentation of curved canals. *J Endodon* 1985; 11: 203-11
- 2 - Chernick LB, Jacobs JJ, Lautenschlager EP, Heuer MA. Torsional failure of endodontic files. *J Endodon* 1976; 2: 94-7
- 3 - Lautenschlager EP, Jacobs JJ, Marshall GW Jr, Heuer MA. Brittle and ductile torsional failures of endodontic instruments. *J Endodon* 1977; 3: 175-8
- 4 - Sabala CL, Roane JB, Southard LZ. Instrumentation of curved canals using a modified tipped instrument: a comparison study. *J Endodon* 1988; 14: 59-64
- 5 - Southard DW, Oswald RJ, Natkin E. Instrumentation of curved molar root canals with the Roane technique. *J Endodon* 1987; 13: 479-89
- 6 - Powell SE, Simon JHS, Maze BB. A comparison of the effect of modified and nonmodified instrument tips on apical canal configuration. *J Endodon* 1986; 12: 293
- 7 - Powell SE, Wong PD, Simon JHS. A comparison of the effect of modified and nonmodified instrument tips on apical canal configuration. Part II. *J Endodon* 1988; 14: 224-48
- 8 - Sepic AO, Pantera Jr EA, Neaverth EJ, Anderson RW. A comparison of Flex-R files and K-Type files for enlargement of severely curved molar root canals. *J Endodon* 1989; 15: 240-5
- 9 - Leseberg DA, Montgomery S. The effects of canal master, flex-R and K-flex instrumentation on root canal configuration. *J Endodon* 1991; 17: 59-65
- 10 - Saunders WP, Saunders EM. Effect on noncutting tipped instruments on the quality of root canal preparation using a modified double-flared technique. *J Endodon* 1992; 18: 32-6
- 11 - Saunders WP, Saunders EM. Comparison of three instruments in the preparation of the curved root canal using the modified double-flared technique. *J Endodon* 1994; 20: 440-4
- 12 - McKendry DJ. Comparison of balanced forces, endosonic and step-back filing instrumentation techniques: quantification of extruded apical debris. *J Endodon* 1990; 16: 24-7
- 13 - Calhoun G, Montgomery S. The effects of four instrumentation techniques on root canal shape. *J Endodon* 1988; 14: 273-7
- 14 - Backman CA, Oswald RJ, Pitts DL. A radiographic comparison of two root canal instrumentation techniques. *J Endodon* 1992; 18: 19-24
- 15 - Baumgartner JC, Martin H, Sabala CL, Strittmatter EJ, Wildey WL, Quigley NC. Histomorphometric comparison of canals prepared by four techniques. *J Endodon* 1992; 18: 530-4
- 16 - Kyomen SM, Caputo AA, White SN. Critical analysis of the balanced force technique in endodontics. *J Endodon* 1994; 20: 322-7
- 17 - Sabala CL, Biggs JT. A standard predetermined endodontic preparation concept. *Compend Contin Educ Dent* 1991; 12: 656-63
- 18 - Roane, JB. Principals of preparation using the balanced force technique. In: *Clark's Clinical Dentistry*. Revised Edition, Philadelphia, 1991, Chapter 1, pp. 1-39 Lippincott
- 19 - Kerekes K, Tronstad L. Morphometric observations on root canals of human anterior teeth. *J Endodon* 1977; 3: 24-9
- 20 - Kerekes K, Tronstad L. Morphometric observations on root canals of human premolars. *J Endodon* 1977; 2: 74-9
- 21 - Kerekes K, Tronstad L. Morphometric observations on root canals of human molars. *J Endodon* 1977; 3: 114-8
- 22 - Marshall FJ, Pappin J. A crown-down pressureless preparation root canal enlargement technique. In: *Endodontic technique manual*. Portland, OR, Oregon: Health Sciences University, 1980.
- 23 - Swindle RB, Neaverth EJ, Pantera EAJr, Ringle RD. Effect of coronal-radicular flaring on apical transportation. *J Endodon* 1991; 17: 147-9
- 24 - Pekruhn RB. The incidence of failure following single-visit endodontic therapy. *J Endodon* 1986; 12: 68-72