
Maskinell preparering av rotkanaler – er det forskjell på de forskjellige fabrikater?

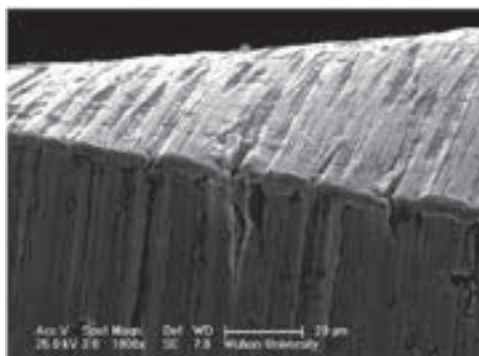
UNNI ENDAL

Maskinell preparering har tatt over i endodontien i løpet av de siste 10 årene. Etter en treg start på 1990-tallet, prepareres de fleste rotkanaler i dag med roterende nikkeltitan-instrumenter. På markedet i dag er det mange forskjellige fabrikater av maskinelle instrumenter. Den siste generasjonen av disse instrumenter har mange likhetstrekk når det gjelder utformingen av den aktive delen av instrumentet, men de er likevel utformet ulikt mht. tverrsnitt og avstanden mellom vindingene (flutes) av denne.

De maskinelle instrumentene er laget av nikkeltitan. Dette har en form-hukommelse som gjør at instrumentet, etter å ha blitt utsatt for stress under preparering, vil returnere til sin opprinnelige form når det er ute av kanalen igjen (når stressituasjonen er over). Årsaken til denne unike egenskapen er at under stress vil nikkeltitan gå gjennom en forandring av sin krystallinske struktur og vil dermed være i stand til å absorbere større kraft enn andre metaller som ikke har en form-hukommelse.

Skjæreflaten som skal kutte dentin, har tradisjonelt vært skapt ved sliping av nikkeltitan-området, noe som kan være årsaken til mikrosprekker i instrumentene som igjen vil kunne være utgangspunktet for filseparasjon (1). Cheung 2007(2) har vist at elektropolering av NiTi-instrumentene ikke reduserte frakturrisikoen.

Det nye nå er å tvinne filene, noe som beholder den fine strukturen i metallet og hindrer at denne får mikroskopiske partikler



Figur 1. Mikrofrakturer fra fabrikant, oppstått under sliping/tilvirking av instrumentet. With permission from Shen, Haapasalo.

inkludert i mikrofrakturer (Fig.2) oppstått under sliping av instrumentet, som kan bidra til separasjon av instrumentet.

Tenker en på selve måten en benytter instrumentene på ved preparering av rotkanaler, vil det også her være en forskjell fra fabrikat til fabrikat. I tillegg vil også kursgivere ha sin egen måte å undervise prepareringsteknikken på. I denne artikkelen vil jeg ta med de systemer som er mest benyttet i de nordiske land i dag og som har den seneste teknologien, dvs. ProTaper Universal, Bio RaCe, K3, M-Wire (GT Series X) og Twisted Files (TF).

Alle de maskinelle systemer som beskrives her, har den ting til felles at de trenger en korrekt preparert „access cavity“ som gir „straight line access“ til alle kanalene. Dette for å hindre at de maskinelle instrumentene skal interferere med veggene i tannens krone under instrumenteringen. Dette vil gi instrumentene unødig stress og kunne føre til separasjon av instrumentet.

„Glide path“, dvs. en åpen kanal som tilsvarer renselengden, må være preparert før den maskinelle instrumenteringen starter. Dette har stor betydning for de maskinelle instrumenters holdbarhet, noe som er vist av Berutti et al (3). Denne undersøkelsen viser at ved å lage en „glide path“ med minimum så stor diameter apicalt som det roterende instrumentet som skal benyttes som det første i serien av de maskinelle (som har en større



Figur 2. Bat Tip, typisk for de fleste NiTi-maskinelle filer, her vist på et RaCe instrument. With permission from Haapasalo, Endal, Friedman: Visual Endodontics.

konisitet), drastisk reduserer det torsonale stresset og derved også risikoen for filfraktur.

For å oppnå en „glide path“ har det tradisjonelt vært benyttet små stålfiler, gjerne K-filer eller Flexofiles i størrelser opp til ISO #20 i spissdiameter med en konisitet på 2 % (4). Disse filer velges fordi de kan benyttes med balance force-teknikk og filing. Dette gir disse filene en fordel fremfor de tradisjonelle reamere og Hedstrømfiler, da en ikke behøver å bytte instrument for å kunne komme videre innover i kanalen.

Det har også kommet maskinelle instrumenter som „Pathfinders“ som kan gjøre jobben som håndinstrumentene tradisjonelt har gjort. En manuell fil #010 må kunne nå til renselengden før de 3 maskinelle filene (som har en konisitet på 2 % som håndinstrumentene), kan fortsette utvidelsen av kanalens diameter apicalt suksessivt til diameter 013, 016 og 019. Man benytter disse instrumentene med en rotasjonshastighet på 300 rpm og en lett bevegelse opp og ned i kanalen. Etter tre til fem sekunders bruk av et slikt instrument vil en ha oppnådd renselengde. Med disse instrumentene vil en lettere unngå å lage step, zipping, stripping og transporterering av kanalen, da de er av nikkeltitan.

Hvis en #20 K-fil går rett ned til ønsket renselengde, vil det ikke være nødvendig å benytte verken håndfiler eller maskinelle filer før den maskinelle instrumenteringen startes.

Hele tiden under instrumenteringen med både manuelle og maskinelle instrumenter er det viktig å irrigere ofte og mye (5). Irrigasjonsmidlene har flere funksjoner som fx å få instrumentene til å gli lettere ned i kanalen i tillegg til at de fjerner smear



Figur 3. ProTaper med dentinchips i vindingene. With permission from Haapasalo, Endal, Friedman: Visual Endodontics.

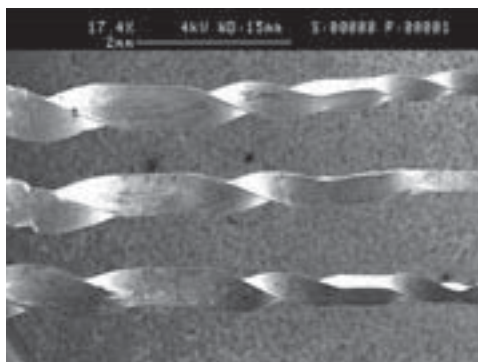
layer, dreper mikrober og mekanisk skyller kanalen. Dette gjør at faren for at filseparasjon, step, „zipping“, „stripping“ og transporterering reduseres radikalt.

Alle de maskinelle filene må brukes med et reduksjonsvinkelstykke eller en separat motor som har en rotasjon per minutt (rpm) som er redusert i forhold til den vanlige rotasjonshastigheten på et mikromotoren som er 40.000 eller 20.000. De filtypene vi tar for oss her, har en anbefalt rpm fra 250 til 600. For å kunne avvirke dentin med en så lav rpm, må dreimomentet (torqen) økes. Følg veiledningen fra fabrikanten.

ProTaper Universal (6)

Instrumentene finnes nå i lengdene 21, 25 og 31 mm. De går til en spissdiameter på #50. Spissen på instrumentet har en „bat tip“ som alle de maskinelle instrumentene har i dag (Fig. 7), dvs. en avrundet tupp. Etter at en har benyttet hånd- eller maskinelle instrumenter (med konisitet 2 %), kan en gå videre med maskinelle instrumenter med en større konisitet.

Disse instrumentene har en spesiell utforming av arbeidsdelen med flere konisiteter innen samme instrument. De er spesialdesignet til å avvirke dentin i en bestemt del av kanalen. Der hvor instrumentet har størst konisitet, vil det berøre dentinveggen og derved avvirke dentin. De andre delene av instrumentet vil ikke ha stor nok diameter til å berøre dentinveggene og vil derfor heller ikke avvirke dentin her.



Figur 4. Ødelagte vindinger som følge av torque sees her i de deler av instrumentet som har vindinger og ikke i de rette delene av instrumentet. With permission from Shen, Haapasalo.

ProTaper har to typer instrumenter, det er 3 shaping(S)- og 5 finishing(F) –files. Alle filene skal til renselengde unntatt SX. Filen skal rotere når den settes ned i kanalen med et lett trykk og gå videre nedover til renselengden og tas opp av kanalen mens den fremdeles roterer. Hvis renselengden ikke er oppnådd, tas instrumentet ut av kanalen med det er 3 shaping(S)- og 5 finishing(F) –files det stopper opp på vei ned i kanalen og renses for debris i vindingene (Fig.9) på instrumentets arbeidsdel. Kanalen irrigeres og prosedyren gjentas til renselengde er oppnådd. Det er vanligvis S1 som avvirker mest dentin og må påregnes å benyttes flere ganger før en oppnår renselengde om tannen har hardt dentin. Shapinginstrumentene kan også benyttes i filende bevegelser oppover for å forme inngangen til kanalen om denne ikke har „straight line access“. Dette må ikke forveksles med „hakkspetteknikken“ som benyttes ved andre maskinelle instrumenter.

Shapingfilene S1 og S2 preparerer henholdsvis den koronale og den midtre delen av kanalen. Spissen av instrumentene har en mindre diameter enn 20 og vil kun ha den hensikt å få instrumentet til å føye seg etter kanalen og derved sikre at de deler av kanalen som prepareres, får riktig kurvatur. Hvis kanalens inngang ikke har hatt en „straight line access“, dvs. at en ikke har



Figur 5. En serie K³-instrumenter med forskjellig konisitet. With permission from Haapasalo, Endal, Friedman: Visual Endodontics.

kunnet komme inn i den uten at instrumentet har fått en kurvatur ved inngangen, kan en benytte SX til å rette opp denne. Dette er det eneste instrumentet som er kortere enn alle de andre instrumentene i ProTaper Universal serien og som skal settes passivt ned i kanalen og benyttes med strykende/filende bevegelser oppover i kanalen. Hvis kanalen ikke er bred nok til at dette korte (19mm) og brede instrumentet kan komme ned i kanalen uten at en må bruke kraft, må en skaffe plass ved å benytte enten et Gates Glidden-bor eller et S1 instrument.

Finishingfilene preparerer den apicale delen av kanalen etter at shapingfilene har formet inngangspartiet av kanalen. F1 har samme diameter i spissen som en K-fil # 20 og vil kun preparere en mer konisk kanal i de 3 apicale millimetrene, da den eneste forskjellen på en K-fil #20 og F1 er konisiteten som er henholdsvis 2 % og 7 %. F2 øker i spissdiameter til #25 og i konisitet til 8% og F3 til #30 med konisitet 9%. Nå er den største konisiteten oppnådd, og F4 har en spissdiameter på #40 med en konisitet på 6%. Her er det hoppet over et instrument med en diameter på #35 og årsaken er at dette ikke er nødvendig, da F3 har en diameter på #39 1mm over spissen. Dette vil si at et instrument med diameter på selv #40 ikke vil ha mer enn 1mm å arbeide for å nå rense-

lengde. F5 har en spissdiameter på #50 og konisitet på 5% og er siste instrument i ProTaper Universal serien. Ønsker en større diameter på den apicale prepareringen, kan en enkelt benytte håndinstrumenter eller maskinelle instrumenter av annet fabrikat.

Finishingfilene benyttes som shapinginstrumentene med et lett trykk nedover i kanalen og trekkes ut igjen når renselengden er oppnådd, da fremdeles i roterende tilstand.

Rotasjonshastigheten skal være mellom 250 til 300/rpm.

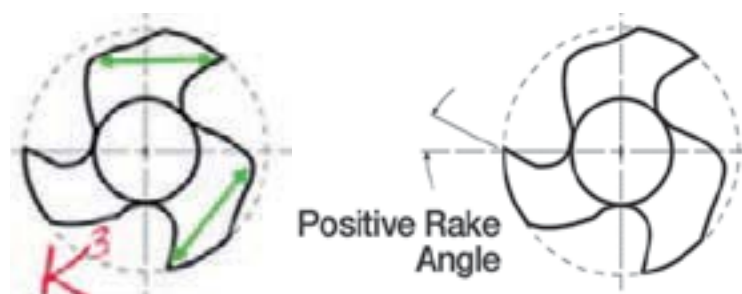
Bio RaCe

RaCe er forkortelsen for „Reamer with Alternating Cutting Edge“ (7). Dette betyr at filen har en vekselvis rett og vridd skjæreegg som er laget slik for å forhindre at filen skal skru seg fast. Tverrsnittet av instrumentet er trekantet som hos ProTaper, noe som er meget effektivt for å avvirke dentin. Den rette delen av instrumentet har en rett skjæreegg, og med 3 mm mellomrom er det lagt inn små partier med skjæreegger som er noe vridd. Dette med den hensikt å bidra til å frakte dentinspon ut av kanalen. Shen et al. (8) har vist at de fleste frakturer skjer nettopp i spiralpartiene av filene (Fig.4) og hyppigere jo flere ganger filen er brukt.

Bio RaCe kommer i 2 sett:

Et „Basic Set“ som består av filene BR0 til BR5 er vanligvis tilstrekkelig for å kunne rense de fleste kanaler til en biologisk akseptabel størrelse. I tillegg leveres det et „Extended Set“ med fire filer til benyttelse i svært buede kanaler (BR4C og BR5C) og/eller i store kanaler (BR6 og BR7).

BR0 er en „orifice shaper“ med en konisitet på 8%. Denne former inngangen og den koronale delen av kanalen. BR1 skal til renselengde og har en diameter på 15 i spissen med en konisitet på 5%. Som ved de fleste maskinelle systemer, skal alltid en



Disse to
figurer er
meget
dårlige i
opløsning-
gen. Ligger
kun på ca
100 og
burde ligge
på 300

Figur 6a,b. *K³* har en positiv rake angle (skjærevinkel), 3 radial land, hvorav 2 (markert med grønne piler) som har avlastning for å minske friksjonen og hindre at instrumentet skjærer seg for dypt inn i dentinet, og et radial land som stabiliserer instrumentet og sørger for at det holder seg til kanalkurvaturen.

„glide path“ være opparbeidet før det første maskinelle instrumentet benyttes.

BR2 med en diameter på ISO #25 og konisitet 4% føres til renselengde og etterfølges av BR3 med samme diameter i spissen, men med en konisitet på 6%. Hvis denne ikke kommer til renselengde, går en over på „Extended Set“ og instrumenter BR4C. Denne filen har en økt diameter i spissen, dvs. ISO #35, men har en mindre konisitet på kun 2%. Dette for lettere å kunne trenge ned i bøyde og trange kanaler. Etter denne filen kan en velge å gå videre med „Basic Set“ og filen BR4 med lik spissdiameter som BR4C, men med en økt konisitet på 4%. Hvis kanalen skal instrumenteres til diameter 40, benyttes BR5 som har en konisitet på 4%, eller en går til BR5C som har samme diameter, men konisitet på 2%.

Hvis kanalen er bred og det er ønskelig med en større diameter apicalt, kan BR6 og BR7 benyttes. Disse har henholdsvis en spissdiameter på ISO #50 og 60 med konisitet på 4% og 2%.

Filene skal føres med et lett trykk nedover i kanalen og fjernes når de ikke lenger beveger seg innover i kanalen. Hvis renselengde ikke er oppnådd, gjentas prosessen til så er tilfelle. Rikelig med irrigasjon er et „must“ her som ved all maskinell og ma-

nuell preparering for å hindre komplikasjoner som filseparasjon og pakking av dentinchips apicalt.

Rotasjonshastigheten anbefales å være mellom 500 og 600/rpm for Bio RaCe. Når de første RaCe instrumentene ble introdusert på markedet, var rotasjonshastigheten anbefalt å være ca 300 rpm.

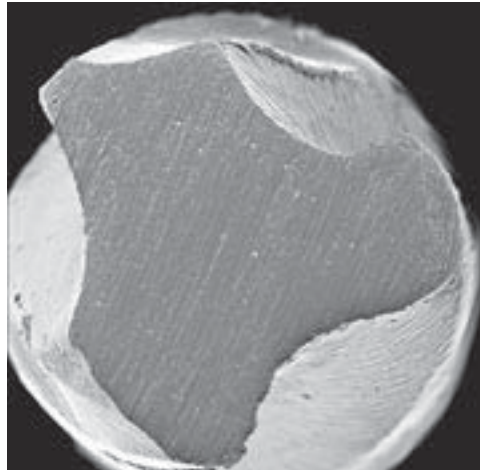
K³-maskinelle instrumenter

K3-instrumentene (9) er av nikkeltitan og finnes i ISO størrelsene fra #15 til 60 med en konisitet på 2,4 eller 6% og i lengdene 21, 25 og 30 mm (Fig. 6). Håndtaket som skal festes i vinkelstykket er kun 11 mm, noe som kan lette innføringen av instrumentet hos pasienter med liten gapeevne. K3 har 3 orifice shapere med samme diameter i spissen, ISO # 25, men med avtagende grad av konisitet; 12, 10 og 8%.

K3 blir benyttet med 250 til 300 rpm med hakkespett-metoden, slik som de første RaCe instrumentene ble anbefalt brukt. Når renselengden er bestemt og glide path er opparbeidet, starter en med instrumenter med en konisitet på 6% og med avtagende spissdiameter på for eksempel ISO str. #35, 30, 25, 20 til renselengden er oppnådd. Ønskes større diameter apicalt, går en tilbake i instrumentrekken til ønsket diameter, hvor ISO # 60 er den største og gjerne benyttes i palatinale kanaler i molarer i overkjeven.

I oblittererte og/eller sterkt bøyde kanaler anbefales det å benytte 4% konisitet på instrumentene.

Til forskjell fra de to tidligere beskrevne instrumenter med trekantet tverrsnitt, har K3 et tverrsnitt med 3 radial lands for å sentrere instrumentet i kanalen, og med en positiv skjærevinkel for å få en mer aktiv kutting av dentinet (Fig.1,5). Radial lands er mindre enn hos andre maskinelle instrumenter, som for eksempel Pro File, og K3 har i tillegg to radial land reliefs (avlastning



Figur 7. Tverrsnitt av en K³-maskinell fil.
With permission from Haapasalo, Endal, Friedman: Visual Endodontics.

for å redusere friksjonen på kanalveggen). Et tredje radial land skal hindre at instrumentet skjærer seg fast i dentinet og gi operatøren mer kontroll over sentrering og stabilisering av instrumentet. K3 har i likhet med RaCe en variabel „pitch“, dvs. at avstanden mellom vindingene (skjærende flatene) på instrumentet ikke er like. Dette skal forhindre skru-effekten og fjerne debris effektivt og transportere det koronalt.

Selzner (2003) klarte ikke å vise at den positive skjærende vinkelen økte effektiviteten på dentinavvirkningen hos K3 instrumentene. I dette studiet hadde ProTaper og Flex Master høyeste skjærende effekt på dentin i forhold til GT-Rotary og K3. Den tingen disse to instrumentene (ProTaper og Flex Master) har felles er det trekantede tverrsnittet med spisse og konvekse skjæreflater, noe også RaCe har.

De nyeste NiTi-filene på markedet, Twisted Files (TF) og GT Series X (GTX).

Hukommelseslegeringer, eller „shape memory alloy (SMA)“ på engelsk, er en gruppe metalliske materialer som går gjennom en reversibel faseforandring i fast tilstand ved temperaturer i området 0-150°C. I lavtemperatur-fasen (martensitt- eller R-fa-

sen) lar NiTi-vaieren seg „deformere“ dvs. tvinne. NiTi-filen gjen-
vinner så sin form og struktur etter å ha blitt brakt tilbake til høy-
temperaturfasen (austenitt-fasen), som er den normale brukstil-
standen. Dette gir en NiTi-fil med et metall som har en superela-
stisk stuktur/flexibilitet som skal gi en mindre sjanse for filfrak-
tur.

Twisted File (TF)

TF kan benyttes med en hvilken som helst elektrisk endodontisk
motor med 500 rotasjoner per minutt. Filen føres ned i kanalen
med et lett trykk til motstand føles, da trekkes filen ut. Hele tiden
med rikelig irrigasjon. De første TF på markedet hadde samme
apicale diameter, ISO # 25/4-12% (Fig.8), inntil for kort tid si-
den. Nå har TF kommet med tre nye instrumenter, ISO # 30/6%,
35/6% og # 40/4%. Om en ønsket å skape en større apical dia-
meter, kan en gå videre med håndinstrumenter eller andre fabri-
kater av maskinelle instrumenter.

TF kan benyttes som eneste fil for å nå ønsket renselengde om
en har valgt korrekt konisitet på filen. Vanligvis vil det da være



Figur 8. Twisted Files,
alle ISO # 25/12, 10,
8, 6 og 4% konisitet.
De siste filene i ISO #
30/6%, # 35/6% og #
40/4% er ikke vist her.

nødvendig å føre filen 3 ganger ned i kanalen, og ved en 2 fils teknikk 6 ganger. Hvis en bruker en TF med 10% konisitet vil denne i de fleste tilfelle komme til apex, hvis den ikke gjør det, kan en TF med 8% konisitet nesten sikkert gjøre det. I store, åpne kanaler med direkte adgang til inngangen, som en palatinal kanal i en molar i overkjeven, vil det vanligvis bare behøves en konisitet på 12 eller 10% for å nå apex med en TF. Små og mellomstore kanaler kan instrumenteres ofte med kun en TF med konisitet 8 eller 6%.

GT Series X, M-Wire

Filene får sine spesielle egenskaper som beskrevet over, etter at nikkeltitan-vaieren har gått gjennom flere serier av varmebehandling og nedkjølinger. Filene kan tåle dypere vindinger (flutes) og mindre kjernediameter, noe som gir en økt fleksibilitet og motstand mot cyklisk tretthet. Den er en videreutvikling av Greater Taper (GT)-instrumentet.

GTX har den samme geometrien på instrumentets spiss, samme begrensede diameteren på vindingene langs hele instrumentet som GT-filene, og de har fremdeles radial lands, men her har det skjedd en vesentlig forbedring, da disse ikke har samme bredde langs hele filen. De er minst i spissen og mot håndtaket av filen og bredest i midten. Dette gir en mer fleksibel fil med mer effektiv avvirking av dentin i spissdelen, da denne også har økt antall vindinger her. De tynne radial lands i filens øverste arbeidsdel vil ikke utgjøre noen fare for fraktur, da denne arbeider i den retteste delen av kanalen. Den midtre delen av filen har de bredeste radial lands, for å sikre at kurvaturen i kanalen ikke blir rettet ut.

Vinkelen mellom akselen og skjærebladet har blitt åpnet til 30 grader langs hele filen. Ved dette har det skjedd en dobling av plassen til dentinchips i vindingene. Dette vil også øke fleksibiliteten på filene og merkbart øke lengden på prepareringstiden før en må fjerne filen fra kanalen for å rense den for debris.

Filsettet har minsket til 8 filer med en konisitet på 4,6 og 8%. Spissdiameterne kommer i ISO #20, 30 og 40 hvor #20 kun har konisitet på 4 og 6%. Filene benyttes med 300 rpm med et lett trykk innover i kanalen til den ikke lenger avanserer videre. Den tas straks ut av kanalen, renses for debris, kanalen irrigeres og prosedyren gjentas om ikke renselengde er oppnådd. Små, tynne røtter kan ofte instrumenteres med kun en ISO #20/4% GTX evt. etterfulgt av en ISO # 30/6% GTX, selvfølgelig etter at en K-fil #20 først har etablert en glide path. Ved medium og store rotkanaler ønskes det å etablere en kanal med en 8% konisitets GTX. Ønskes en større diameter apicalt, kan en benytte GT filer med en spissdiameter på ISO #50, 70 og 90 med en konisitet på 12%.

Hvilket instrument er det beste?

Utviklingen av roterende NiTi-instrumenter har vært nærmest eksplosiv i den senere tid. Flere fabrikanter har modifisert og forandret sine produkter når det gjelder design og materiale. Resultatet har vært at i dag har vi NiTi-filer som er både mer effektive, fleksible og derved også tryggere enn de første som kom på markedet. Selv om det ser ut til at utviklingen går mot design som ProTaper, RaCe, GTX og TF, alle filer som er nevnt i denne artikkelen, har forskning og klinisk erfaring ikke klart å vise at et fabrikkat er klart bedre enn alle de andre.

REFERANSER:

1. Shen Y, Haapasalo M, Cheung GS, Peng B. Defects in nickel-titanium instruments after clinical use. Part 1: Relationship between observed imperfections and factors leading to such defects in a cohort study. J Endod 2009 Jan;35(1):129-32.
2. Cheung GS, Shen Y, Darvell BW. Does electropolishing improve the low-cycle fatigue behavior of a nickel-titanium rotary instrument in hypochlorite? J Endod 2007 Oct;33(10):1217-21.

3. Berutti E, Negro AR, Lendini M, Pasqualini D. Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of ProTaper rotary instruments. *J Endod* 2004 Apr;30(4):228-30.
4. Saunders Elizabeth M. Hand instrumentation in root canal preparation. *Endodontic Topics* 2005;10(1):163-7.
5. Shen Y, Haapasalo M. Three-dimensional analysis of cutting behavior of nickel-titanium rotary instruments by microcomputed tomography. *J Endod* 2008 May;34(5):606-10.
6. Clifford J. Ruddle. The ProTaper technique. *Endodontic Topics* 2005;10(1):187-90.
7. Michael A. Baumann. Reamer with alternating cutting edges – concept and clinical application. *Endodontic Topics* 2005;10(1):176-8.
8. Shen Y, Winestock E, Cheung GS, Haapasalo M. Defects in nickel-titanium instruments after clinical use. Part 4: an electropolished instrument. *J Endod* 2009 Feb;35(2):197-201.
9. Gambarini Gianluca. The K3 rotary nickel titanium instrument system. *Endodontic Topics* 2005;10(1):179-82.