

## KÖK KANALLARINDA "SMEAR" TABAKASI

Prof. Dr. Gündüz BAYIRLI (☆)

Kök kanalı tedavisinin başarılı olabilmesi için, kanalın çok iyi genişletilip, dentin duvarlarının girinti ve çıkıntılarının yok edilmesi ve içinin güzelce temizlenmesi gerekir. Bilindiği gibi, kanalları genişletmek için çeşitli kanal eğeleri ve yıkamak için de değişik solüsyonlar kullanılır. Bu işlemlerin tümüne kimyevi ve mekanik temizleme işlemleri denir.

Kök kanallarının, kimyevi ve mekanik temizleme işlemleri sonucunda, tamamen temizlendiğine, 1970'li yıllara kadar, büyük çoğunlukla inanılmıştır. Fakat 1970'li yıllarda "SEM" ile yapılan araştırmalar, aletlerle genişletilen kök kanallarının tümüyle temizlenemeyip, dentin duvarında bir tabakanın kaldığını, göstermiştir.

Brannström ve Johnson 1974, kavite preperasyonlarında yaptıkları "SEM" çalışmalarında, ince bir aşındırma birikinti (debris) tabakası görmüşlerdir. Bu araştırmacılar, bu tabakanın 2-5 mm kalınlıkta olduğunu ve dentin kanallarının içine birkaç mikrometre kadar uzandığını bildirmişlerdir (1). Benzer tabaka Boyle (2) tarafından yine dentin

---

(☆) *I.Ü. Dişhek. Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı Başkanı.*

kavitelerinde izlenmiştir. Jones ve arkadaşları el aletleriyle scaling yapılan kök yüzeylerinde böyle bir tabaka, belirtmişlerdir (3).

McComb ve Smith, 1975 de, bu artık tabakayı, genişletilen kanallarda, "Smear layer" "sıyırma tabakası" olarak tarif etmişlerdir. Bu araştırmacılar, sıyırma tabakasının dentin, pulpa ve bakteri artıklarından oluştuğunu, bildirmişlerdir (4).

Lester ve Boyde, 1977 de sıyırma tabakasını "İnorganik dentinin içine çakılı organik madde olarak" tarif etmişlerdir. Bu tabaka sodyum hipokloritle yıkanınca çıkmadığı için, onun daha ziyade inorganik dentinden oluştuğunu belirtmişlerdir (5).

"Smear" tabakası, dentinin herhangi bir kesme ve eğileme işlemi sırasında oluşan, şekilsiz, oldukça kalsifik, takriben 1mm kalınlığında bir birikinti tabakası olarak, tarif edilebilir. Bu tabakanın içinde bakteriler, pulpa artıkları, nekrotik doku ve dentin parçaları vardır. İçindeki maddelerin çoğunluğu kimyasal yapı bakımından inorganiktir. Bununla beraber, içinde bulunabilen nekroze veya canlı pulpa artıkları, odontoblast uzantıları, bakteriler ve kan hücreleri, organik maddelerdir.

Goldman ve arkadaşları, kök kanalı genişletmesi yapılmayan dentin duvarında sağlam dentin kanalı görüldüğünü, smear tabakasının oluşmadığını; halbuki aletle genişletilen sahalarda bir smear tabakası oluşarak dentin kanallarının üstlerinin örtüldüğünü bildirmişlerdir. Sonuçta, smear tabakasının yalnız aletle genişletilmiş, kök kanallarında oluştuğu, esasını ortaya koymuşlardır (6). Bu esas, daha sonra yapılan çeşitli araştırmalarla da açıklanmıştır (7,8).

Goldman ve arkadaşları, 1981'de sıyırma tabakasının 1mm kalınlığında olduğunu bulmuşlar ve daha önceki araştırmacıların bulgularına uygun olarak inorganik maddelerin daha çok olduğunu bildirmişlerdir (6).

Mader ve arkadaşları, 1984'te sıyırma tabakasının kalınlığının 1-2mm arasında olduğunu açıklamışlardır. Bu sıyırma tabakasının alttaki dentinin kanallarının içine değişik derinliklerde girdiğini, en çok 40 µm derinliğe kadar gittiğini bildirmişlerdir (7).

McComb ve Smith (4); Lester ve Boyde (5); Cameron (8) ve Mader ve arkadaşları (7), smear tabakasının iki ayrı tabakadan oluştuğunu izlemişlerdir: Birinci yüzeysel tabakadır, altındaki dentine gevşek olarak tutunur; ikincisi derin tabakadır, dentin kanallarının ağızlarında tıkaç halindedir. Mader ve arkadaşları, dentin kanallarını SEM ile profilden incelediklerinde, "Smear" tabakasının bazı dentin kanallarının içine, 40 µm derinliğe kadar giderek tıkaç gibi doldurduğunu, göstermişlerdir (7).

Olgart ve arkadaşları, smear tabakasının içinde, mikroorganizmaları veya onların parçalarını ihtiva eden organik debris bulunduğunu göstermişlerdir (9).

Yamada ve arkadaşları, smear tabakasının, kök kanalına konan ilaçların etkisini azalttığını belirtmişlerdir (10). White ve arkadaşları, smear tabakasının genişletilmiş kanalın dentin yüzeyi ile kanal dolgu maddesinin arasında, istenmeyen bir tabaka oluşturduğunu, açıklamışlardır (11).

McComb ve Smith smear tabakasının, kanal duvarına adezyonunun zayıf olduğunu ve mekanik veya kimyasal bağlanma için yetersiz bir yüzey oluşturduğunu, belirtmişlerdir (4). Aynı görüş, Goldman ve arkadaşları (6); Cameron tarafından da açıklanmıştır (8).

Mader ve arkadaşlarına göre, "smear" tabakasının çıkarılması şu nedenlerle istenir (7): Bu tabaka genişletilen kanallarda, dentin kanallarının ağızlarını örter; böylece ilaçların ve dolgu maddelerinin girmesini önler (7). McComb ve Smith "Smear" tabakasının hiçbir dolgu maddesi için uygun bir bonding olmadığını, göstermişlerdir (4).

Rome ve arkadaşlarına göre, smear tabakasının klinik başarı üzerine etkisinin ne olduğu henüz tam açıklanmamıştır. Bununla beraber kanal temizlenmesi konusunda yapılan araştırmalarda, "smear" tabakasının miktarı incelenmektedir (12).

Rome ve arkadaşları, NaOCl ve "Gly-oxide" in "smear" tabakasının oluşumuna etkileri bakımından önemli bir fark olmadığını bildirmişlerdir (12).

Gerçekten, bugüne kadar smear tabakasının endodontik tedavi bakımından faydalı mı, zararlı mı olduğu tam açıklanmamıştır. Mader ve arkadaşları, yapılan çalışmaların in

vitro inceleme olduğunu, pulpanın durumunun ne olduğunu bilinmediğini belirterek; acaba in vivo çalışmalarda pulpa koparıldıktan sonra canlı bir dişte odontoblast uzantılarının ve doku likidinin dentin kanallarının ağızlarında bulunmalarının etkisi ne olacaktır, sorusunu ortaya atmıştır (7).

Wayman ve arkadaşları (13); Goldberg ve Abramovitch smear tabakasının ortadan kaldırılmasının dentinin permeabilitesini arttırdığını bildirmişlerdir (14). Böylece dezenfeksiyon maddelerinin ve kanal dolgu patlarının dentine penetrasyonu artar ve bu nedenle endodontik başarı oranı yükselir.

Kennedy ve arkadaşlarına göre smear tabakasının kaldırılması sonucunda, kök kanalı dolgu maddeleri dentin kanallarının içine girebilir. Böylece kanal duvarı ile dolgu maddesi arasındaki değim sahası artarak, tutuculuk daha sağlam olur (15).

Vojinovic ve arkadaşları, smear tabakasının, resin dolguların altındaki dentin kanallarının içine bakteri üremesini önlediğini göstermişlerdir (16).

Kennedy ve arkadaşları, genç dişlerde daha yaşlılara göre, özellikle daha sklerotik olan orta ve apikal üçte bir kısmında, dentin kanallarını açığa çıkarmanın daha kolay olduğunu belirtmişlerdir. Bu sahalardaki smear daha fazla mineralize olmuştur ve yok edilmesi için extra işlemler gerektirir. Gençlerde yaşlılara göre daha büyük dentin kanal girişi izlenir. Bu bölgelerdeki kanallar daha küçük daha az sayıda ve çoğu kez skleroze olduğu için apikal smear tabakasının kaldırıldığını SEM ile ispatlamak güçtür (15).

Krell ve Dang yaptıkları araştırmada el aletleri, sonic ve ultrasonic aletlerin yaptıkları smear tabakasını incelemişlerdir. Yıkama solüsyonu olarak % 2,5 NaOCl kullanılmıştır. Sonuçta araştırmacılar, titreşim sıcaklığı, aletlerin şekli ve yıkama solüsyonunun smear oluşumuna etkilerinin olmadığını, tüm kanal genişletme işlemlerinde smear tabakasının oluştuğunu açıklamışlardır (17).

Ahmad ve arkadaşlarına göre ultrasoniklerle kanal genişletildiğinde, her tarafta eşit şekilde smear oluşumu görülmemiştir (18). Aynı bulguyu Cunningham ve Martin (19); Cameron (20) da bildirmişlerdir. Ahmad ve arkadaşları, araş-

tırma sonuçlarını üç grupta toplamışlardır (18): Birincisi, file'nin titreşimiyle akustik akım oluşur ve kanaldaki smear'i çıkarmağa yardımcı olur.

İkincisi, ultrasonikle çalışırken uygulanan basıncın hafif olması nedeniyle smear tabakası daha ince olur. Halbuki el aletleriyle daha fazla basınç uygulandığından oluşan smear tabakası daha kalındır.

Üçüncüsü, smear'ın oluşmadığı kısımlar, aletlerin erişemediği yerlerdir; bu smear'sız bölgeler file'nin yönüne paraleldir (18).

### "SMEAR" TABAKASININ ÇIKARILMASI

Kök kanallarının genişletilmesi ve yıkanmasından sonra, tamamen temizlenip temizlenemediği, çeşitli araştırmalarla incelenmiştir:

Rieg ve arkadaşları vital ve nekroze pulpalı dişlerin kök kanallarını genişletip yıkadıktan sonra incelemişler; vital pulpalıların % 55 nekroze pulpalıların % 80'inde kanallarda pulpa artıkları kaldığını, görmüşlerdir (21).

Haga Klinikte temas hissiyle bir dişin kök kanalının tamamen temizlenmesinin mümkün olmadığını bildirmiştir. Hatta çekilmiş dişlerin kanallarını temizledikten sonra ışık mikroskobu ile yaptığı incelemede, % 78-82 arasında yetersiz temizlenmiş kanal görmüştür (22).

Gutierra ve Garcia, çekilmiş dişlerde kanal genişlettikten sonra, ışık mikroskobunda % 78-85 oranında iyi temizlenmemiş düzensiz kanallar bulmuşlardır. Bu araştırmacılar kanal duvarı boyunca çökelmiş kristaller görmüşlerdir (23).

Davis ve arkadaşları, 217 diş kanallarını genişlettikten sonra içine silicone madde enjekte edip incelemişlerdir. Bu araştırmacılar kanallarda çeşitli değişiklikler izlemişlerdir: Yan kanallar, aletle dokunulmamış kısımlar ve aletlerin deldiği yerler; sonunda kanal duvarının bir kısmına aletlerin hiç dokunmadığı, hipotezini ortaya koymuşlardır (24).

Tauber ve arkadaşları ultrasoniklerle el aletlerini, kanal temizleme etkinlikleri bakımından karşılaştırmışlar;

arada önemli bir fark bulamamalarına rağmen, ultrasonik temizlemenin daha az debris bıraktığını bildirmişlerdir. Köklerin orta bölgesinde kole ve apikal üçte bir bölgelerine göre daha az debris kalmıştır. (Bu araştırmada % 0,5 NaCl solüsyonu kullanılmıştır) (25).

McComb ve Smith, kanalı 15 dakika REDTA etkisinde bıraktıktan sonra, "smear" tabakasının çıkarılmadığını görmüşler; fakat kanalın içinde REDTA yı 24 saat bıraktıktan sonra su ile yıkadıklarında, "smear" tabakasının tümüyle çıkarıldığını, bildirmişlerdir (4).

Lester ve Boyde, çekilip kanalları genişletildikten sonra % 5 NaOCl solüsyonu içinde üç gün bekletilen dişlerde, yüzeyel smear tabakasının çıktığını, fakat dentin kanallarının ağızlarında artıklar kaldığını, belirtmişlerdir (5).

Tidmarsh kanalı genişletirken % 50 citric asit kullanarak yıkamış ve böylece "smear" tabakasının oluşmasını önlemiştir; fakat kanal duvarındaki "calcium citrate" kristallerini çıkarmak için son olarak 60 ml. saf su kullanmıştır (26).

Goldman ve arkadaşları alışlagelmiş iğnelerle yıkamanın yeterli olmadığını düşünüp, orta kısmında delikler bulunan iğnelerle, kök kanallarını yıkamışlardır (27). Bunu takibeden araştırmalarında da, % 5 lik NaOCl kullanarak, alışlagelmiş iğnelerle ortası delikli iğnelerin yıkama işlemlerinin etkinliğini kıyaslamışlardır. SEM ile yapılan incelemeler ortası delikli iğnelerin daha temiz kök kanalı sağladığını göstermiştir (28). Araştırmacılar, bu iki araştırmanın sonunda, delikli iğnelerin daha etkili olduğunu açıklamışlardır (27, 28).

Goldman ve arkadaşlarına göre:

Bir solüsyon veya solüsyonların karışımı daha temiz kök kanalı sağlar; kök kanalının daha temiz olması klinik başarıyı arttırır hipotezi doğruysa; kanaldan çıkarılacak madde kanalın içine doldurulacak maddeden daha önemlidir (28).

Bu düşünceyi esas alan Goldman ve arkadaşları, kök kanalının tam temiz olabilmesi için "smear" tabakasının çıkarılmasının gerektiğini, düşünmüşler ve araştırmalarını bu konuda yoğunlaştırmışlardır. Yaptıkları diğer bir araştır-

mada % 5,25 sodyum hipoklorit ve REDTA yı ayrı ayrı kullanarak smear tabakasına etkisini incelemişlerdir (6).

Sonuçta araştırmacılar, "smear" tabakasının sodyum hipoklorit ile çıkarılamayıp, REDTA ile çıkarıldığını, görmüşler; bu nedenle "smear" tabakasının inorganik yapıda olduğunu açıklamışlardır (6).

Goldman ve arkadaşları, daha sonra yaptıkları araştırmada, % 5,25 NaOCl ile sodyum hipoklorit ve REDTA nın beraber kullanılmasının etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar sonuçta, aletle genişletme sırasında kullanılan sodyum hipokloritin kanalı REDTA dan daha iyi temizlediğini, fakat "smear" tabakasını çıkaramadığını; iki solüsyon beraber kullanıldığında smear tabakasının tümüyle çıkarılabildiğini; en son yıkama solüsyonu olarak sodyum hipoklorit kullanıldığında, kanalın çok iyi temizlendiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, en son REDTA yı kullandıklarında, kanalda biraz "smear" tabakası kaldığını görmüşler; bunu, belki "smear" tabakasının içinde az da olsa organik madde bulunduğu, şeklinde yorumlamışlardır. Şelasyon ajanı olan REDTA sert dokuyu temizledikten sonra geride organik madde kalır; bunu da ancak sodyum hipoklorit kullanarak temizleyebiliriz (29).

Ram şelasyon ajanlarıyla yaptığı çalışmada, aletle genişletilirken "RC-Prep" kullanılmasının bir "Smear" tabakasının oluşumunu, önlemediğini, bildirmiştir (30).

Svec ve Harrison kök kanallarını genişletip % 5,25 NaOCl ile ve % 5,25 NaOCl ve % 3 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> le birlikte yıkayıp kök ucundan 1mm ve 3mm uzaklıktan kesitler yaparak temizlenme durumunu incelemişlerdir. Araştırmacılar, sonuçta bu solüsyonların tek veya birlikte kullanılmasının kanal temizliğini istatistiksel olarak etkilemediğini, açıklamışlardır (31).

Gordon ve arkadaşları % 1,3 ve 5 sodyum hipoklorit solüsyonlarının nekrotik pulpa dokusuna 5 dakikada % 90 çözücü etki yaptıklarını, aralarında bir fark bulunmadığını, açıklamışlardır (32).

Nakamura ve arkadaşları siğir tendonunun kollajeni, pulpa ve dişetine % 2, % 5, % 10'luk sodyum hipoklorit solüsyonlarının 4 °C ; 22 °C ve 37 °C de etkilerini incelemiş-

lerdir. % 10'luk solüsyon 37°C de en etkili olmuş; % 2 ve % 5'lik solüsyonların 4°C, 22°C ve 37°C'lerdeki etkilerinin önemli bir fark bulunmamıştır (33).

Diğer taraftan Raphael ve arkadaşları sodyum hipokloritin bakterisid etkisi üzerine ısı değişikliğinin direkt bir ilişkisi olmadığını, belirtmişlerdir (34).

Lifshitz ve arkadaşları kök kanallarını genişletirken % 5 NaOCl ve % 3 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ile yıkayıp "warm Gutta-percha" tekniği ile doldurarak SEM ile incelemişlerdir. Araştırmacılar şu sonuçları bildirmişlerdir: Bu solüsyonlarla yıkama, kanal aletlerinin kesme etkinliğini arttırır. Sodyum hipoklorit dentin üzerine aktif etkilidir ve kanal içindeki artık ve nekrotik debris eritir. Bu özellikle aletlerin erişemediği yan kanallar için çok önemlidir. Bu iki solüsyon, kanalda hiç debris bırakmamıştır. Apekte 2mm mesafede dentin, ara dolgu ve gutta-perka arasında çok iyi bir ilişki olduğu izlenmiştir. Dentin kanallarının içine gutta-perka veya ara dolgunun girdiği, SEM ile gösterilmiştir (35).

Bolanos ve Jensen, invitro, dişlerin kök kanallarını genişletip sodyum hipoklorit (% 1) ve "RC-Prep" in değişik karışımları ile yıkamışlardır. SEM ile kanalları incelediklerinde, kanal temizliğinde gruplar arasında bir fark bulunmamışlardır (36). Kanallarda oluşan "smear" tabakasının, bu solüsyonlarla çıkarılamadığını, bildirmişlerdir (36). Balones ve Jensen, in vitro çalışmada bile kanallarda oldukça fazla debris kaldığını, in vitro çalışırken işlemlerin güçlüğü nedeniyle kalan debrisin daha fazla olacağını ümit edilmesi gerektiğini, düşünmüşlerdir (36).

Yamada ve arkadaşları yaptıkları araştırmada şu sonuçları açıklamışlardır (10):

- % 5,25 NaOCl tek başına kullanıldığında yüzeyel tabakaları çıkarır fakat smear tabakasını çıkarmaz.

- Şelasyon solüsyonları yalnız kullanıldıklarında smear tabakasını tam olarak çıkarırlar fakat yüzeyel debris değişik miktarda kalır.

- 10 ml % 17 EDTA ile 10 ml % 5,25 NaOCl sıra ile kullanılırlarsa hem yüzeyel debris hem de smear tabakası tam anlamıyla çıkarılabilir (10).

White ve arkadaşları da aynı solüsyonların "smear" tabakasını çıkardığını, izlemişlerdir (11).



Berg ve arkadaşları, yaptıkları araştırmada kanallar salvazol, NaOCl, Gly-Oxide + NaOCl, ve tuzlu su ile yıkan- dıklarında, debrisin temizlendiğini fakat "smear" tabakası- nın temizlenmediğini, izlemişlerdir. REDTA ise, kanalın her bölgesinde "smear" tabakasını çıkarmıştır. Araştırmacılar, sonuçta, REDTA nın smear tabakasını çıkarmak için en etki- li solüsyon olduğunu, bildirmişlerdir (37).

Cameron % 3 NaOCl solüsyonu kullanarak yaptığı çalış- mada, kanalları yıkarken "Cavitron" ile ultrasound vererek 1; 3 veya 5 dakika işlem yapmıştır (8). Sonuçta Ultrasound' un bir dakikada yüzeysel "smear" tabakasını çıkardığını fa- kat alttaki dentin kanallarının dolu kaldığını, üç dakika- lık uygulamanın tüm yüzeysel smear tabakasını çıkardığını, dentin kanallarının çoğunun ağzında tıkaç kaldığını; beş dakikalık uygulamanın genişletilmiş ve genişletilmemiş sa- haların tümünde, birkaç dentin parçası hariç tüm smear ta- bakasını çıkardığını açıklamıştır (8). Cameron bu metodun kök kanallarının temizlenmesinde en etkili metod olduğunu belirtmiştir (8).

Cunningham ve Martin, 1982, Goldman ve arkadaşları 1985 tarafından yapılan histolojik çalışmalar sodyum hipoklorit ve ultrasonik enerji ile kanal temizlenmesinin çok etkili olduğunu, göstermiştir. Bu araştırmacılara göre, Endosonik işlemde, yıkama solüsyonu "file"nin tüm boyunca gittiğinden kanalın en dar yerine kadar ulaşabilir. Ultrason'un fizik- sel etkisiyle kanaldaki herhangi bir kalsifikasyon yerin- den oynar ve sodyum hipoklorit içeri girerek kollajeni çö- zer; böylece "file" kanalın içine daha kolay girer (19;38).

Yeterli şiddetle verildiği zaman, ultrasound likit bir ortam içinde kavitasyon yapar ve akustik enerjiyi absorbe eden likit ısınır (39). Kavitasyon bir likidin içinde boş- luklar oluşmasıdır; bunu takiben kollaps yaparak, hidrolik şok oluşturarak bakterileri öldürür ve kanaldaki artıkların kopmasına yol açır (39). Yıkama solüsyonunun ısınması (sodyum hipoklorit tavsiye edilir) ile dokuyu çözme özel- liği, yükselir (33).

Kavitasyon alan likidin içinde bazı kimyasal olaylar vukubulur: Polisakkaridlerin, proteinlerin, nükleik asid- lerin ve glycosamino glycan'ların oksidasyon ve deşradyas- yonu (33). Ultrasound bu özellikleri ile bakterileri öldü- rür ve artıkların temizlenmesine yardım eder (33).

Halbuki, Ahmad ve arkadaşları, 1987, ultrasoniklerle kanal temizlenirken oluşan geçici kavitasyonun önemli bir rol oynamadığını bildirmişlerdir (18).

Ahmad ve arkadaşları, ultrasonik olarak genişletilen kök kanallarında, bazı bölgelerin değişik oranda smear tabasından temizlendiğini, izlemişlerdir (18).

Araştırmacılar bunun üç nedeni olabileceğini açıklamışlardır. Birincisi; çeşitli zamanlarda titreşen file rutubetli olmaz ve akustik akım smear tabakasını kaldıracak hidrodinamik kuvvetler oluşturur.

İkincisi; ultrasonik genişletmede, çok hafif basınç uygulandığından daha ince smear tabakası oluşur.

Üçüncüsü; Smear bulunmayan bölgelere genişletme aleti ulaşamamıştır (18).

Bazı kanallarda, aletin yönüne paralel "smear" tabakası olmayan bölgelerin bulunuşu, bunun ispatıdır (18).

## KANAL DOLGUSU İLE "SMEAR" İLİŞKİSİ

Kök kanallarının genişletilmesi işleminin "smear" tabakasını oluşturduğu anlaşıldıktan sonra, bunun kanal dolgu-suyla ilişkileri araştırılmıştır: "Smear" tabakasının olup veya olmamasının apikal sızıntıya etkileri nelerdir. Bu tabaka çıkarıldıktan sonra kanal doldurulduğunda, dolgu maddeleri dentin kanallarına girer mi, girmez mi? Şelasyon ajanları "smear" tabakasını çıkarırken acaba kanal duvarındaki dentine ne gibi etki yapıyorlar.

Çeşitli araştırmalarla bu konular incelenmektedir:

Madison ve Krell şelatör maddelerin dentine etkilerini açıklamışlardır (40):

Bir şelatör madde metalik iyonlar aracılığı ile çalışır. Dentinde, şelatör, metalik bir şelate hasıl etmek için hidroksoapatit kristallerinin içindeki kalsiyum iyonları ile reaksiyona girer. Dentinden kalsiyum iyonlarının ayrılması dentini yumuşatır, özellikle hidroksoapatit den zengin olan peritubular dentinde bu yumuşama olur ve sonunda o kısımdaki

dentin kanallarının ağızlarının genişliği artar (40). Dentin kanallarının ağızlarının genişliğinin artması ve dentin geçirgenliğinin fazlalaşması, endodontik tedavi yapılan dişte apikal dolgu üzerine bir şelatörün etkisinin nasıl olacağı sorusunu akla getirir (40).

Brannstrom ve Johnson, bu konuyu ilk inceleyenlerdendir; 1974 yaptıkları araştırmada şelasyon ajanlarının (örneğin citric acit) dişin kanallarını temizlediklerini fakat duvardaki dentini demineralize ederek, dentin kanallarının ağızlarını genişlettiklerini, açıklamışlardır (1).

Baker ve arkadaşları şelasyon ajanlarının dentin kanallarının, pulpa artıklarının ve debris partiküllerinin morfolojisini değiştirdiğini bildirmişlerdir. Bu ajanlar dentin kanallarının ağızlarını açar. Hatta aletlerin dokunmadığı pulpa artıkları bile şelasyon ajanlarından etkilenir (41). Araştırmacılar, bütün bu etkilerine rağmen şelasyon ajanlarının debrisin çıkarılmasında diğer solüsyonlardan da etkili olmadığını, bildirmişlerdir (41).

Fraser şelasyon ajanlarını kanal duvarlarına 15 dakika uyguladıktan sonra, dentine etkilerini incelemiştir. Sonuçta, şelasyon ajanlarının yumuşatıcı etkilerinin kanalın kole tarafında ve ortasında çok az ancak izlenebilir şekilde olduğunu, halbuki apikal kısımda hemen hemen dikkate alınmayacak kadar az (20 mm derinlikte) görüldüğünü bildirmişlerdir. Fraser sonuç olarak şelasyon ajanlarının kanalın apikal kısmındaki dentine etki yapmadığını, böylece de apikal sızıntıyı arttırmıyacağını bildirmişlerdir (42).

Cooke ve arkadaşları EDTA ve "RC-Prep" karışımını kullanarak genişletip yıkadıkları kök kanallarında  $I^{125}$  ile apikal sızıntıyı incelemişlerdir. Bu solüsyonun kullanılmasından sonra doldurulan kanallarda apikal sızıntının arttığını bildirmişlerdir (43).

Laster ve Boyde, kök kanallarını genişletirken NaOCl ile yıkayıp Tubliseal ile doldurduklarında, dolgu maddesinin dentin kanallarının içine girmediğini, izlemişlerdir (5).

Biesterfeld ve Taintor genişletilirken NaOCl, RC-Prep veya salvizol (a quaternary ammonium Compound) ile yıkanan ve lateral kondanse edilmiş guta-perka ile doldurulan

dişlerde, apikal sızıntıyı radyoaktif " $SO_4^{35}$ " kullanarak incelemişlerdir. Hemen doldurulan dişlerin grupları arasında bir fark bulamamışlar; bir hafta sonra doldurulan "RC-prep" kullanılmış dişlerde önemli miktarda daha fazla sızıntı görmüşlerdir (44).

Madison ve Krell NaOCl ve REDTA ile yıkandıktan sonra doldurulan kanallarda apikal sızıntıyı incelemişlerdir. Sonuçta yıkama solüsyonlarının apikal sızıntıya bir etkisi olmadığını açıklamışlardır (40).

White ve arkadaşları, kanalları genişlettikten sonra % 17 EDTA ve onu takiben % 5,25 sodyum hipoklorit solüsyonu ile yıkayıp, bir grubu "PHEMA" ve diğer grubu "Silicone" dolgu maddesiyle doldurmuşlardır. SEM ile yaptıkları incelemede, her iki dolgu maddesinin dentin kanallarına çok iyi girebildiği, smear tabakasının yok olduğunu, izlemişlerdir (11).

White ve Goldman smear tabakasının yok edilmesinin, plastik dolgu maddelerinin dentin kanallarının içine nüfuz etmesine olanak sağladığını bildirmişlerdir (11). Böylece Leakage'ın azaldığını ve retansiyonun arttığını, ileri sürmüşlerdir (11).

Kennedy ve arkadaşları smear tabakasının kaldırılmasının, "Hydron"un kanalı doldurma kabiliyetine hiçbir etkisi olmadığını; halbuki kloroformda yumuşatılmış Guta-perka ile doldurulan kanallarda, smear tabakası kaldırılınca daha iyi dolgu yapıldığını bildirmişlerdir (45).

Goldberg ve arkadaşları kök kanallarını genişletirken % 15 EDTAC (Laboratories Farmadental, solution Ostby's Formula) ile yıkamışlar, dişleri "Diakët A" ve lateral kondansasyon metodu ile doldurmuşlardır. Apikal sızıntıyı, bakterilerin nüfuzu bakımından inceleyen araştırmacılar, kontrol grubu ile deney grubu arasında önemli bir fark bulamamışlardır. Sonuçta, yıkama solüsyonunun apikal sızıntıyı etkilemediğini açıklamışlardır (46).

Baumgartner ve Mader NaOCl ve EDTA ile kanalları yıkayıp genişlettiklerinde, smear tabakasının tamamen çıkarıldığını ve ayrıca alttaki dentin yüzeyinin de demineralize olduğunu, izlemişlerdir (47).

Bu araştırmada, alttaki dentin kanallarının ağızlarının genişliği 2,5 ilâ 4µm arasında değişen uzunlukta oluşmuştur. Kanalların genişletilmemiş kısımlarında da tüm pulpa artıkları ve perdentin çözülmüş; alttaki dentindeki "Calcospherites"lerin açıktaki globular yüzeyleeri şiddetle etkilenmiştir. Erozyon o kadar şiddetli olmuş ki, "Calcospherites"lerin globular yapısı tümüyle kaybolmuştur (47). Ayrıca, alttaki dentinde, prıtubular ve intertubular dentin kısımları ilerleyici bir çözüme izlemiş ve kanal ağızları 3 ile 5 µm genişlikte olmuştur (47). Baumgartner ve Mader bu etkinin dentinin içinde ne kadar derinleştiğinin bilindiğini, açıklamışlardır (47).

Baumgartner ve Mader yıkama solüsyonu olarak yalnız EDTA kullanıldığında, dentin kanallarının yüzeyinde organik maddelerinin biriktiğini ve dentinin dissolüsyonunu önlediğini, bildirmişlerdir. Diğer yandan, araştırıcılar, bunun tersi olarak kanallar yalnız sodyum hipoklorit ile yıkarsa açığa çıkan inorganik maddelerin dentin kanallarını örterek dentinin daha fazla dissolüsyonunu önlediğine, dikkati çekmişlerdir (47).

### Sonuç:

Kök kanallarının genişletilirken, dentin duvarını bir tabakanın örttüğü, 1970 li yıllarda anlaşılmıştır (1,2,3). Bu tabakaya "Smear" tabakası adı verilmiştir (4,5).

"Smear" tabakası 1-2 µm kalınlıktadır (6,7). Dentin kanallarının içinde 40 µm derinliğe kadar ulaşır (7). Yüzeysel ve derin iki tabaka halindedir (4,5,7,8).

"Smear" tabakası aletlerle genişletilen kök kanallarında oluşur (6,7,8).

"Smear" tabakasının içinde bakteriler, pulpa artıkları, nekrotik doku ve dentin parçaları vardır; çoğunluğu inorganik yapıdadır (7,8,9).

Smear tabakasının kaldırılması, dentin geçirgenliğini arttırır (13,15).

"Smear" tabakasının varlığının anlaşılmasından sonra, araştırıcılar bu tabakanın kök kanallarından çıkarılması için çalışmalara yönelmişlerdir. Bu tabakanın temizlenebil-

mesi amacıyla çeşitli solüsyonlar, ayrı veya birlikte kullanılmıştır.

En çok kullanılan solüsyonlar sodyum hipoklorit ve hidrojen peroksittir. Sodyum hipoklorit bir organik madde eriticisi olduğundan kanaldaki debris ve yüzeysel "smear" tabakasını çıkarır fakat derin smear tabakasını çıkaramaz (5,6,10,37), bir tek araştırmada da sodyum hipokloritle beraber kullanılan hidrojen peroksitin kanalı tam temizlediği, bildirilmiştir (35).

Çeşitli EDTA solüsyonlarının, inorganik eritici olduklarından, smear tabakasını çıkardığı ileri sürülmüştür (6, 10,11,23,37). Sodyum hipoklorit ile EDTA solüsyonlarının birlikte kullanılmasının "smear" tabakasını çok iyi temizlediği de açıklanmıştır (10,11,29,40,44,47). Bunların yanında, "RC-Prep" in smear tabakasını çıkaramadığı bildirilmiştir (30,36).

Sodyum hipokloritin ultrasoniklerle kullanıldığında smear tabakasını çıkarabildiği açıklanırken (8), başka bir araştırmada değişik oranda çıkarabildiği belirtilmiştir (18).

Bazı araştırmacılar ultrasoniklerin kavitasyonla çok etkili olduğunu belirtirken (33,39); 1987 de neşredilen bir araştırmada, geçici kavitasyonun önemli bir rol oynamadığı, açıklanmıştır (18). Görüldüğü gibi, çok çeşitli solüsyonlarla çok değişik sonuçlar bildirilmiştir. Genel olarak, mantıklı bir değerlendirme yapılırsa, önce "smear" tabakasının yapısını gözönüne almak gerekir: Madem ki içinde hem inorganik hem de organik maddeler vardır, bunlara etkili iki solüsyon kullanılmalıdır.

Bu düşünceye göre en etkili solüsyonlar sodyum hipoklorit ve EDTA solüsyonları olacaktır. Gerçekten bazı araştırmalarda, bunların etkili olduğu gösterilmiştir (10,11).

"Smear" tabakasının, yukarıda anlatılan yöntemlerle çıkarılabileceği anlaşıldıktan sonra, bu tabakanın çıkarılmasının faydalı mı zararlı mı olduğu; bir de kullanılan şelasyon ajanlarının dentin duvarına etkileri tartışılmağa, başlanmıştır.

Bazı araştırmalarda, smear tabakasının dentin kanallarının ağızlarını kapatarak düz bir kanal yüzeyi oluşturduğu; böylece dentinin permeabilitesini azaltarak bakteri

girişini önlediği veya azalttığı, ileri sürülmüştür (48,49). Buna karşılık, diğer araştırmalarda, dentin kanallarının "smear" ile kapanmasının, antiseptiklerin etkisini önlediğini ve kanal dolgu maddesinin dentin kanallarına girişini engellediğini, açıklamışlardır (4,7,11,47).

Bununla beraber smear tabakasının çıkarılmasının klinik bakımdan faydalı olup olmadığının henüz tam anlamıyla anlaşılamadığını, belirtenler de vardır (37).

Şelasyon ajanlarının "smear" tabakasını çıkarırken dentin dokusuna da etki yapmaları gayet normaldir. Çünkü bu solüsyonlar inorganik maddeleri eriticidirler, bunların yalnız "smear" tabakasına etki yapmaları istenirken alttaki dentini etkilememeleri olasılığı yoktur. Şelasyon ajanları ile dentin kanallarının ağızlarının genişlediği, açıklanmıştır (1,40,41).

Smear tabakası çıkmazsa, dolgu maddesinin dentin kanallarına giremeyeceği, bildirilmiştir (5). Şelasyon ajanlarının apikal sızıntıyı etkilemediği bildirilirken (40,42,46), apikal sızıntının bu uygulamada azaldığını (11,45) ve arttığını (43,44) bildiren araştırmalar vardır. Baumgartner ve Mader, 1987 de, sodyum hipoklorit ve EDTA ile yıkanan kanallarda, dentinin oldukça zarar gördüğünü, bildirmişlerdir (47). Dentinin zarar görmesi apikal sızıntıyı, mutlaka arttıracaktır.

Fraser şelasyon ajanlarının kökün uç kısmında dentine etki yapmadığını, bu nedenle apikal sızıntıya neden olmayacağına bildirmiştir (42). O halde, bu şelasyon ajanları apikal kısmındaki "smear"a da etki yapamaz ve onu çıkarmazlar, diyebiliriz.

Lifshitz de, smear tabakasını çıkarmadığı halde Gutaperka ve ara dolgu maddesinin dentin kanallarının içine girdiğini bildirmiştir (35). Lifshitz'in yaptığı bu çalışmada şelasyon ajanı kullanılmadığı için, smear çıkarılmamıştır. Ancak kuvvetli basınçla dolgu maddesinin dentin kanallarına girdiğini düşünebiliriz.

"Smear" tabakasının bilinmediği, 1970 li yıllardan önce, kök kanallarını yıkamak için en çok kullanılan sodyum hipoklorit ve hidrojen peroksit solüsyonlarıydı. Son onbeş sene de yapılan araştırmalar bu solüsyonların "smear" tabakasını

tam olarak çıkaramadığını göstermiştir. Bununla beraber, şimdi anlıyoruz ki smear tabakasının varlığına rağmen, kök kanalları doldurulmuş ve % 90 ın üzerinde başarı elde edilmiştir. Bu başarı, smear tabakasını mutlaka çıkarmak gerekmediğinin kanıtı değildir?

Ayrıca, smear tabakasının çıkarılmasına teşebbüs edilmeden, pek çok kök kanallarında mikrobiyolojik incelemelerde negatif kültür elde edilmiştir. O halde smear tabakasına rağmen, antiseptikler dentin kanallarına ve yan kanallara etkili olabilmiştir. Antiseptikler büyük olasılıkla, smear tabakasına nüfuz edebilir.

Yine bugüne kadar pek çok dişte, kök kanalları genişletildikten sonra, şelasyon ajanı uygulanmadığı halde, yan kanalların dolgu maddesiyle doldurulduğu, radyografilerle gösterilmiştir. Demek ki, smear tabakasına rağmen, yan kanallara dolgu maddesi girebilmiştir.

Yukarıdaki bütün tartışmaları gözden geçirip kısaca özetlersek; "Smear" tabakasının çıkarılmasının kök kanalı dolgusu için faydalı olup olmadığı, henüz anlaşılmamıştır. Bu konudaki çalışmalar devam etmektedir.

## Ö Z E T

Kök kanallarının genişletilmesi sırasında, 1-2 mm kalınlığında bir tabakanın, dentin duvarını örttüğü anlaşılmış ve buna "smear" tabakası adı verilmiştir. Yapılan seri çalışmalarla, bu tabakanın yalnız, aletle genişletilen ve yıkanan kanallarda oluştuğu, aletlerin temas etmediği dentin yüzeyinde oluşmadığı görülmüştür.

"Smear" tabakasının içinde pulpa artıkları, nekrotik doku, bakterilerden oluşan organik maddelerle, dentin parçalarının oluşturduğu anorganik maddelerin bulunduğu, gösterilmiştir.

Araştırmacılar, "smear" tabakasının çıkarılması için çalışmalara yönelmişler, bu amaçla çeşitli yıkama solüsyonları kullanılmıştır. Başlangıçta tek tek kullanılan solüsyonların bu tabakayı tümüyle çıkaramadığı anlaşılmıştır. Daha sonra yapılan araştırmalarda hem organik hem de anorganik maddeleri eritici solüsyonların birlikte kullanılma-



si düşünölmüş ve NaOCl ile EDTA solösyonları birlikte kullanıldıklarında, smear tabakasının çıkarılabildiği açıklanmıştır.

Konu, "smear" tabakasının çıkarılmasının kök kanalı dolgusunun başarısı için faydalı mı yoksa zararlı mı olduğu, tartışmasına gelmiştir. Bazı araştırmacılar "smear" tabakasının dentin kanallarının ağızlarını tıkararak oraya antiseptiklerin etkisini önlediğini ve kanala dolgunun girişini kapattığını ileri sürerken; diğerleri dentin kanallarının ağızlarının kapanmasının mikroorganizmaların girişini önlediğini ve düz bir kanal duvarı oluşturduğunu belirtmektedirler.

Smear tabakasını çıkarmak için kullanılan şelasyon ajanlarının etkisinin yalnız bu tabakaya özel olmadığı alttaki dentinin de yüzeysel yapısını bozduğu, izlenmiştir.

Kök ucunda dentinin yapısının bozulması apikal sızıntıyı etkileyecektir. Apikal sızıntı üzerinde, çalışmalar devam etmektedir. Kısaca, "smear" tabakasının çıkarılmasının faydalı olup olmadığı henüz anlaşılamamıştır.

## S U M M A R Y

A layer, which is readily detectable at higher magnifications with the scanning electron microscope "SEM" is consistently seen on canal walls that have been endodontically instrumented.

This layer covers and obscures the underlying canal wall and is commonly referred to as the "Smeared Layer". A smeared Layer has not been found on the canal walls of root canals that have not been instrumented. In addition, this layer is not found in areas of prepared canal walls that were inadvertently left uninstrumented. These findings strongly suggest that the smeared layer results directly from the instruments used to prepare the canal wall.

The smeared material has been found to consist of two confluent components, the smeared layer on the surface of the canal wall and the smeared material which had been packed into some of dentinal tubules. The smeared layer on

the canal wall is typically about 1 to 2  $\mu\text{m}$ . thick. The depth of the tubular packing varied from a few micrometers up to 40  $\mu\text{m}$ .

Although the exact composition of this layer has not been determined, it is thought to consist primarily of fine inorganic particles of calcified tissue.

However, it is also believed to contain some organic material from necrotic and/or viable pulp tissue, odontoblastic processes, bacteria, and blood cells.

Several studies have demonstrated the ability of NaOCl to dissolve organic material and to remove loose debris during chemomechanical root canal preparation. More recently, the ability of acids or chelating agents to remove the smear layer from the instrumented surface of the root canal walls has gained a great deal of attention. No single irrigant has been found that is capable of removing both organic and inorganic material.

Consequently, combinations of irrigants (the combination of a solution of NaOCl and EDTA) have been recommended for root canal irrigation.

The clinical implications of the smeared layer are still not fully understood, it may be beneficial since it is known to plug the orifices of the dentinal tubules and to reduce the permeability of dentin. In addition the smeared layer has been shown to be a protective diffusion barrier and capable of preventing bacterial penetration into the dentinal tubules. On the other hand, the smeared layer may be deleterious and prevents medicaments and filling materials from penetrating the dentinal tubules. The smeared layer is thought to contain some organic material and possibly viable bacteria. Lack of understanding of the smeared has prompted some investigators to suggest further research is needed.

#### KAYNAKLAR

- 1- Brannström, D., Jhonson, G.: Effects of various conditioners and cleaning agents of prepared dentin surfaces: a scanning electron microscope investigation, J Prosthet Dent, 31:422, 1974.

- 2- Boyle, A.: Finishing techniques for the exit margin of the approximal portion of Class II cavities, *Er Dent J*, 134: 326, 1973.
- 3- Jones, S., et al.: Tooth surfaces treated in situ with periodontal instruments, *Br.Dent J*, 132:60, 1972.
- 4- McComb, D., Smith, D.: A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures, *J Endodon*, 1:238, 1975.
- 5- Lester, K.S.Boyde, A.: Scanning electron microscopy of instrumented, irrigated and filled root canals, *Br Dent J*, 143:359, 1977.
- 6- Goldman, L.B., Goldman, M., Kronman, J.H., Lin, P.S.: Efficacy of several irrigating solutions for endodontics: a scanning electron microscope study, *Oral Surg*, 52:197, 1981.
- 7- Mader, C.L., Boumgartner, J.C., Peters, D.D.: Scanning electron microscope investigation of the smeared layer on root canal walls, *J Endodon*, 10: 477, 1984.
- 8- Cameron, J.A.: The use of ultrasonics in the removal of smear layer: a scanning electron microscope study, *J Endodon*, 9:289, 1983.
- 9- Olgart, L., Brannström M., Johnson, G.: Invasion of bacteria into dentinal tubules, experiments in-vivo and in vitro. *Acta Odontol Scand*, 32:61, 1974.
- 10- Yamada, R.S., Armas, A., Goldman, M., Lin.P.S.: A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions, Part.3, *J.Endodon*, 9:137, 1983.
- 11- White, R., Goldman, M., Lin, P.S.: The influence of the smeared Layer on dentinal tubule penetration by plastic filling materials, *J.Endodon*, 10:558, 1984.
- 12- Rome, W.J., Doran, J.E., and Walker, W.A.: The effectiveness of Gly-oxide and sodium hypochlorite in preventing smear layer formation, *J. Endodon*, 11:281, 1985
- 13- Wayman, B. E., Kopp, W.M., Pinero, G.J., Lazzari, E.P.: Citric and lactic acids as root canal irrigants in vitro, *J.Endodon*, 5:258, 1979.

- 14- Goldberg, F., Abromovich, A.: Analysis of the effect of EDTAC on the dentinal walls of the root canal, *J.Endodon*, 3:101, 1977.
- 15- Kennedy, W.A., Walker, W.A., Gough, R.W.: Smear layer removal effects on apical leakage, *J. Endodon*, 12:21, 1986.
- 16- Vojinovic, O., Nyborg, H., Bnannström, M.: Acid treatment of cavities under resin filling: bacterial growth in dentinal tubules and pulpal reactions, *J.Dent, Res*, 52:1189, 1973.
- 17- Krell, K.V, and Dang, D.A.: Smear layer with sonic and ultrasonic endodontic instrumentation, abstracts of papers, 44 th, Annal Session, 1987.
- 18- Ahmad, M., Pitt Ford, T.R., and Crum, L.A.: Ultrasonic debridement of root canals: An insight into the mechanism invalaved, *J. Endodon*, 13:93, 1987.
- 19- Cunningham, W.T., Martin, H.: A scanning electron microscope evaluation of root canal debriclement with the endosonic ultrasonic synergistic system, *Oral Surg*, 53:527, 1982.
- 20- Cameron, J.A.: The use of ultrasonics in the removal of the smear layer: a scanning electron microscope study, *J. Endodon*, 9:289, 1983.
- 21- Reig, R., Laiolo, J.J., Navia, E., Reboredo, E., Rome-lli, J.A.: Histological study of instrumentation in root canals, *Int Dent J.* 3:25, 1952.
- 22- Haga, C.S.: Microscopic measurements of root canal pre-operations following instrumentation, *J. Br Endodon Soc*, 2:41, 1968.
- 23- Guttierrez, J.H., and Garcia, J.: Microscopic and macroscopic investigation on results of mecanical preparation of root canals, *Oral Surg*, 25:108, 1968.
- 24- Davis, S.K., Brayton, S.M., and Goldman, M.: The morphology of the prepared root canal, *Oral Surg*, 34:642, 1972.
- 25- Tauber, R., Morse, D.R., Sinai, I.A., and Furst, L.M.: A magnifying lens comparative evaluation of conventio-nal and ultrasonically energized giling, *J.Endodon*, 9:269, 1983.

- 26- Tidmarsh, B.: Acid cleansed and resin sealed root canals, J. Endodon, 4:117, 1978.
- 27- Goldman, M., and others,: New method of irrigation during endodontic treatment, J.Endodon, 2:257, 1976.
- 28- Goldman, L.B., and others,: Scanning electron microscopic study of a new irrigation method in endodontic treatment, Oral Surg, 48:79, 1979.
- 29- Goldman, M., and others, : The efficacy of Several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: part 2, J. Endodon, 8:487, 1982.
- 30- Ram, Z.: Chelation in root canal therapy, Oral Surg, 49:64, 1980.
- 31- Svec, T.A., and Harrison, J.W.: The effect of effervescence on debridement of the apical region, of root canals in single rootden teeth, J. Endodon, 7:335,1981.
- 32- Gordon, T.M., Damato, D., and Christner, P.: Solvent effect of various dilutions of sodium hypochlorite on vital and necrotic tissue, J. Endodon, 7:466, 1981.
- 33- Nakamura, H., Asaj, K., Fujita, L., Hakaratu, H., Nishimura, Y., Furuse, Y., and Shaski, E.: The solvent action of sodium hypochlorite on bovine tendon collagen bovine pulp, and bovine gingiva, Oral surg, 60:322, 1985.
- 34- Raphael, D., Wong, T.A., Moodnik, R., and Borden, B.G. The effect of temperature on the bactericidal efficiency of sodium hypochlorite, J.Endodon, 7:330, 1981.
- 35- Lifshite, J., Schilder, H., and Pameijer, C.H.: Scanning electron microscope study of the warm gutta-percha technique, J.Endodon, 9:17, 1983.
- 36- Bolano, O.R., and Jensen, J.R.: Scanning electron microscope comparisons of the efficacy of various methods of root canal preparation, J. Endodon, 6:815, 1980.
- 37- Berg, M.S., Jacobsen, E.L., BeGole, E., and Remeikis, N.A.: A comparison of five irrigation solutions: A scanning electron microscopic study, J. Endodon, 192, 1986.

- 38- Goodman, A., Reader, A., Beck, M. Melf, R., and Meyers, W.: An in vitro comparison of the efficacy of the step-back technique in human mandibular molars, J.Endodon, 11, 149, 1985.
- 39- Pedicord, D., El Deeb, M.E., Messer, H.H.: Hand versus ultrasonic instrumentation: Its effect on canal shape and instrumentation time, J. Endodon, 12:375, 1986.
- 40- Madison, S., and Krell, K.V.: Comparison of ethylenediamine tetraacetic acid and sodium hypochlorite on the apical seal of endodontically treated teeth, J. Endodon 10:499, 1984.
- 41- Baker, N.A., Eleazer, R.D., Averbach, R.E., and Seltzer, S.: Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solutions, J.Endodon, 1: 127, 1975.
- 42- Fraser, J.G.: Chelating agents: Their softening affect on root canal dentin, Oral Surg, 37:803, 1974.
- 43- Cooke, H.G., Grower, M.F., and delrio, C.: Effects of instrumentation with a chalating agents on the peri-apical seal of obturated root canals, J. Endodon, 2: 312, 1976.
- 44- Beisterfeld, R.C., Taintor, J.F.: A comparison of periapical seals of root canals with RC-Prep or salvizol, Oral Surg, 49:532, 1980.
- 45- Kennedy, W.A., Walker, W.A., Gough, R.W.: Smear layer removal effects on apical leakage, J.Endodon, 12:21, 1986.
- 46- Goldberg, F., Bernat, M.I., Massone, E.J., and Piovano, S.A.: Analysis of the effect of ethylene diaminetetraacetic acit on the apical seel of root canal fillings, J. Endodon, 11:544, 1985.
- 47- Baumgartner, J.C., and Mader, C.L.: A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens, J. Endodon, 13:147, 1987.
- 48- Dippel, H., Hoppenbrouwers, P., Borggeven, J.: Influence of the smear layer and intermediary base materials on the permeability of dentin, J.Dent Res, 6:1211, 1981.
- 49- Pashley, D.H., Michelich, V., Keht, T.: Dentin permeability: Effects of smear layer removal, J Prosthet Dent, 46:531, 1981.