

SODYUM HIPOKLORİTİN ETKİNLİĞİ VE TOKSİKLİĞİ*

1. KISIM

Gündüz Bayırlı** Handan Ersev***

Yayın kuruluna teslim tarihi: 21. 12. 1992

THE EFFICACY AND TOXICITY OF SODIUM HYPOCHLORITE - PART 1

ÖZET

Bir kanal tedavisinde pulpa dokusu parçacıklarının ve dentin talaşlarının yıkanması için mekanik preparasyonu her zaman kanalın irrigasyonu takip etmelidir.

NaOCl'in kanal irrigasyonunda etkin rol oynayan solüsyonlardan biri olduğu bilinmektedir. Doku çözme yeteneği, bakterisid etkisi ve klinikte fazla toksisite göstermemesi bu solüsyonun oldukça fazla miktarda kullanılmasına neden olmuştur.

Bu yazıda, NaOCl'in konsantrasyonunun, ısısının, hacminin, uygulama süresinin ve doku temasının artması ile birlikte oluşabilecek değişiklikler, kanal irrigasyonunda kullanılan iğnenin apekse ne kadar yakınlaşması gerektiği, dar bölgelerde solüsyonun etkisinde meydana gelebilecek değişiklikler ve endodontide son yıllarda ortaya atılan smear tabakası üzerine hangi solüsyonlarla beraber etkin olabileceği üzerinde durulmaktadır.

Ayrıca, NaOCl'in bakterisid etkisi üzerinde rol oynayan faktörler ve sitotoksik etkileri hakkında yapılan çalışmalar özetlenmektedir.

Anahtar sözcükler : Sodyum hipoklorit, doku çözüldürme etkisi, bakterisid etki, toksisite.

ABSTRACT

In the root canal therapy, the irrigation process should always follow the mechanical preparation for the removal of the pulp tissue remnants and dentine chips.

NaOCl is recognized as one of the most efficient solutions in root canal irrigation its success in dissolving tissues, its bactericidal properties and lack of clinical toxicity have led to this solution's wide employment.

In this article, the changes that may occur due to the increase in the concentration, temperature, volume, application period and tissue contact of NaOCl, the extent to which the irrigation needle should be used, the possible changes in the efficiency of the solution in narrow areas and the solutions with which NaOCl can best be effective on the smear layer, one of the recent concepts in endodontics, are discussed in detail.

Also, the factors which may play a role in the bactericidal properties of NaOCl and the cytotoxic effects of the solution are summarized.

Key words : Sodium hypochlorite, tissue dissolving ability, bactericidal effect, toxicity.

GİRİŞ

Endodontik tedavinin esas amacı pulpası veya periapikal dokuları etkilenmiş dişin sağlığına kavuşturularak retansiyonunun sağlanmasıdır. Başarılı endodontik tedavi, mekanik preparasyon, irrigasyon, sterilizasyon ve kök kanalının doldurulmasını içeren birçok faktöre bağlıdır. Kök kanalı içindeki iltihaplı ve artık pulpa dokusu ile dentin kalıntıları uzak-

laştırılmalıdır, çünkü bu tip maddeler irritasyon kaynakları teşkil edebilir. Mikroplar ve onların ürünleri veya protein çözünme ürünleri veya her ikisi kök kanalı içinde kalarak irritan durumuna geçebilir. Eğer bu ajanlar apekse ulaşırsa, periapikal alanlarda iltihabın devam etmesine neden olabilir ve iyileşmeyi geciktirebilir veya önleyebilir. Bu ajanlar uzaklaştırıldığında, periapikal dokunun tamiri kolaylaşır (4).

* Türk Pedodonti Derneği 7. Bilimsel Kongresi Tebliği, 20-26 Mayıs 1990, Sorgun, Antalya

** Prof. Dr. İ.Ü. Diş Hek Fak, Diş Hastalıkları ve Tedavisi Ana Bilim Dalı

*** Dok. Öğ. İ.Ü. Diş Hek Fak, Diş Hastalıkları ve Tedavisi Ana Bilim Dalı Endodonti Kürsüsü.

Heuer'e göre, pulpanın bağ dokusu elemanları temizleme işlemi ile yakın ilişkiindedir, çünkü bunlar sıkıştırılabilir ve kurdukları zaman geçirgen olmayan kollagen kütlelerine dönüşürler (13).

Kök kanalının mekanik preparasyonu, doku uzaklaştırılmasında önemli bir metoddur. Kök kanalı yeterli derecede genişletildiğinde, mikrop popülasyonunun azalacağı ve debrisin uzaklaştırılacağı düşünülmüştür. Dikkatli bir mekanik preparasyon sonrasında bile, bakterilerin ve debrisin tutunmasını sağlayan küçük düzensiz alanlar yok edilemez. Yani nekrotik doku ve debrisin tamamen uzaklaştırılması için kimyasal yöntemler de kullanılmalıdır. Pulpa dokusu parçacıklarının ve dentin talaşlarının yıkanması için mekanik preparasyonu her zaman kanalın irrigasyonu takip etmelidir (4).

Kök kanalının irrigasyonu, debris uzaklaştırılmasında kolaylık, kanalın temizlenmesi ve dentin demineralizasyonunu da içeren birçok amaca hizmet eder (13).

Baker ve ark. (1975), yıkama solüsyonu kullanılmadan genişletilen kök kanallarında % 70 oranında daha fazla debris kaldığını göstermişlerdir (4).

Weine (1982), kök kanallarının her zaman ıslakken genişletilmesini ve endodontik genişletme sırasında yıkanmasını önermiştir. Bu şekilde temizleme sırasında debrisin apikal kısma depolanması önlenir. Ayrıca nemli kanal duvarlarında aletlerin sıkışması daha zordur, böylece eğerlerin çıkıntılarının zayıflaması ve kırılması riski azalır (77).

Kullanılan herhangi bir solüsyon, periapikal dokuları irrite etmeden, hazırlanmış kök kanal boşluğunda kalmış olan pulpa dokusu artıklarını, nekrotik debris ve bakterileri uzaklaştırmaya yardım etmelidir. "Kanaldan çıkarılanlar, kanal içine yerleştirilenlerden daha önemlidir", hipotezi doğru kabul edilirse, daha temiz bir kanal sağlayan solüsyon veya solüsyon kombinasyonu da daha büyük bir klinik başarı sağlayacaktır (27).

Kök kanallarının yıkanmasında günümüze değin çok çeşitli solüsyonlar kullanılmıştır.

NaOCl, tanıtımından bu yana günümüze değin kök kanallarının yıkanmasında en çok kullanılan ve en çok incelenen solüsyon olmuştur (45). NaOCl solüsyonlarının bu kadar çok kullanılmasının nedeni şu üç önemli özelliğe sahip olmasıdır.

- 1- Doku çözme yeteneği
- 2- Bakterisid etkisi ve
- 3- Uygun biçimde kullanıldığında klinik toksisite göstermemesidir (54).

Bu geniş literatür incelemesi sonucunda sodyum hipokloriti tam anlatılmak için yazımız iki bölüm halinde hazırlanmıştır. Birinci kısımda, sodyum hipokloritin yapısı, kök kanallarındaki doku çözme yeteneği ve smear tabakasına etkisi anlatılacaktır. İkinci kısımda bakterisid etkisi ve doku reaksiyonları üzerinde durulacaktır.

SODYUM HİPOKLORİTİN KİMYASAL OLUŞUMU

Hipoklorit eriyikleri kolayca serbest klor verirler. Klor bütün canlı maddeler için kuvvetli bir zehirdir. Bakteri proteinleri ile birleşerek, onları süratle öldürür. Hidrojene karşı kimyasal affinitesi sebebiyle, su varlığında hemen hidrojenle birleşir, serbest kalan oksijen açığa çıkar; böylece indirekt bir oksijen açığa çıkarıcı olarak faaliyet gösterir. Cerahat, nekrotik dokular ve organik döküntüler için çok iyi bir eriticidir. Periapikal dokulara çok az irkiltici etkisi vardır ve hafifçe antiseptiktir. Tıpta ve dişhekimliğinde saf olarak kullanılmaz, klor çıkaran solüsyonlar halinde kullanılır. Değişik araştırmacılar tarafından birbirinden az farklı sodyum hipoklorit eriyikleri kullanılmıştır. Bugün en çok kullanılan "% 5.25 sodyum hipoklorit" içeren ve kuvvetli alkali olan solüsyonudur (6).

NaOCl üretiminin metodu kısaca şöyledir: Eşit miktarlarda NaOCl ve NaCl oluşturmak için klorin gazı NaOH (sodyum hidroksit) içine verilir. Yani NaOCl'in % 5.25'lik kısmı aynı zamanda % 5 NaCl içerir. Ve bunlar pH'ı 11 olan oldukça alkali bir NaOH solüsyonu içindedirler. Bu da solüsyonu oldukça hipertonic yapar (=2800 mOsmol/kg). Solüsyonun klinik etkinliği, oksidasyon, hidroliz ve bir dereceye kadar ozmotik olarak dokulardan sıvı çıkarma özelliklerine bağlıdır (57).

NaOCl solüsyonlarının aktivitesi, ayrılmamış HOCl (hipoklorit asit) moleküllerinin miktarı ile ilgilidir. Bu şekilde tekstil, dokular, mikroorganizmalar, tahta, vb. organik materyal üzerindeki ögütücü, okside edici ve çözücü gücü ortaya çıkar. Bir hipoklorit solüsyonu, NaOCl ve H₂O'dan HOCl oluşturur. Çünkü HOCl organik madde ile etkileşime girdiğinde harcanır. Herhangi bir hipoklorit sisteminde, mevcut klor miktarı, sistemdeki HOCl ve OCl⁻ konsantrasyonlarının toplamına eşittir (12).

Hipoklorit solüsyonunun, organik madde ile etkileşiminde iki önemli nokta vardır. Birincisi, reaksiyonun gidişi hipoklorit/organik madde oranına bağlıdır. İkincisi, oldukça hızlı bir başlangıç reaksiyonunu yavaş olan ikinci bir safha takip eder. Bu nedenle hi-

poklorit solüsyonunun etkili olabilmesi için, çok hızlı hareket etmesi ve çözündürülecek organik madde miktarı ile ilişkili olarak artan hacimlerde uygulanması gerekir. Hipoklorit solüsyonu kök kanallarının yıkanmasında kullanıldığında, kanal boşluğu içindeki yaklaşık organik madde miktarı ve uygulanabilen NaOCl miktarının az olduğu düşünülerek, ya solüsyonun sık sık değiştirilmesi ya da yüksek oranda aktif klor kullanılması önerilmiştir (54).

Dakin 1915 yılında, 1. Dünya Savaşı sırasında, yaraların yıkanmasında % 0.5 NaOCl solüsyonunun kullanılmasını önermiştir (22).

Austin ve Taylor 1918'de, Dakin's solüsyonunun (% 0.5 NaOCl), nekroze dokuyu çözdüğünü göstermişler ve bu solüsyonun canlı dokuda yalnızca hafif ölçüde bir iltihabı reaksiyon oluşturduğuna dikkat çekmişlerdir (3).

İki kat güçlendirilmiş "chlorinated soda" solüsyonunun, kök kanallarının yıkanmasında kullanımı ampirik olarak ilk kez 1936 yılında Walker tarafından önerilmiştir (75).

Grossman ve Meiman 1941'de yaptıkları deneysel bir çalışmada, "double strength chlorinated soda" solüsyonunun (% 3 NaOCl), pulpa dokusunu 20 dakika ile 2 saat içinde çözmede çok etkili olduğunu bulmuşlardır (33).

İlk kez 1954 yılında, Lewis tarafından "Clorox (Clorox Corp., Oakland, CA)"un, "chlorinated soda" veya "sodium hypochlorite" kaynağı olarak kullanımı tanıtılmıştır (49).

DOKU ÇÖZÜNDÜRME ÖZELLİĞİ

Birçok araştırmacı NaOCl doku çözüldürücü etkisini incelemek için histopatolojik ve kimyasal teknikler kullanmıştır (55).

Senia ve ark. 1971'deki çalışmalarında, % 5.25 NaOCl (Clorox) kullanımının kök kanallarının genişletilmesinden sonra kalan pulpa artıklarını çıkarmada çok etkili olmadığını, "Clorox'un dar kanalların apikal 3 mm.lik kısımlarında temizleyici etkisinin çok az olduğunu fakat, kanalların daha geniş olan kısımlarını etkin biçimde temizlediğini bildirmişler ve bu konuda üç faktörün sınırlı yüzey teması, solüsyonun hacmi ve solüsyonun yenilenmesinin, tek tek veya birlikte NaOCl'in dokuyu çözme etkisini belirleyebileceği sonucuna varmışlardır (66).

Rosenfeld ve ark. (1978) kanalları aletle genişletmeden vital pulpaları % 5.25'lik NaOCl ile çözdürmüşlerdir. Ve NaOCl'in sınırlı bir alanda olmayan vi-

tal pulpa dokusu üzerinde çok etkin olduğu ve sınırlanmış alanlarda solüsyonun doku çözüldürme etkisinin de yetersiz olduğu sonucuna varmışlardır (62).

Yapılan çeşitli araştırmalarda; % 5.25 NaOCl solüsyonunun etkin bir doku çözücü olduğu, kök kanallarının temizlenmesine yardım ettiği ve oldukça etkili bir antimikrobiyal özelliğinin bulunduğu gösterilmiştir (45).

Rubin ve ark. (1978), çekilmiş dişlerde çözücü etki üzerine yaptıkları in vitro bir çalışmada, % 2.5'lik NaOCl solüsyonunun mükemmel bir pulpa ve pre-dentin çözücü olduğunu ve bu dokuları uzaklaştırarak iyi temizlenmiş bir kök kanal boşluğu sağladığını göstermişlerdir (63).

Lamers ve ark. 1972'de paraformaldehid ile fikse edilmiş nekrotik olmayan dokunun, NaOCl solüsyonu içinde daha yavaş çözüldüğünü ve % 1'lik NaOCl solüsyonunun daha az tahriş edici ve hemen hemen % 5 NaOCl solüsyonu kadar etkili olduğunu açıklamışlardır (46).

Bazı araştırmacılar, NaOCl solüsyonunun konsantrasyonunun azaldıkça, nekrotik dokuyu çözme etkisinin de anlamlı olarak azaldığını bildirmişlerdir:

Trepagnier ve ark. 1977'de çeşitli konsantrasyonlardaki NaOCl solüsyonlarını kantitatif olarak değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar kök kanalından uzaklaştırılan pulpa ve dentin artıklarının çözümlürlüğünü belirlemek için, kanalın yıkanmasından sonra solüsyonda bulunan "hydroxyproline" miktarını ölçmüşlerdir. Pulpa dokusu % 15 kollajenden oluşmakta, bunun da yaklaşık % 13'ü "hydroxyproline" içermektedir.

Sonuçta NaOCl solüsyonunun etkili bir doku çözücü olduğu, etkisinin hemen başladığı ve en azından bir saat kadar sürdüğü bulunmuştur. Araştırmacılar, NaOCl solüsyonunun % 2.2 konsantrasyona kadar seyreltilmesinin, doku çözücü gücü üzerinde belirgin bir etki yaratmadığını; ancak % 0.5 NaOCl solüsyonunun etkisinin çok az olduğunu bildirmişlerdir (72).

Hand ve ark. 1978'de, NaOCl solüsyonunun seyreltilmesinin, dokuyu çözme gücü üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada, nekrotik doku örneklerine çeşitli konsantrasyonlarda NaOCl solüsyonu uygulanmış ve sonuçta % 2.5 NaOCl solüsyonunun yaklaşık üçte bir oranında daha az etkili olduğu, % 1 ve % 0.5 NaOCl solüsyonlarının ise nekrotik dokuya etki yapmadığı gösterilmiştir. Ayrıca solüsyon ile temasta olan yüzey alanının önemine dikkati çekerek çözümlenmenin yüzey değinimi ile ilgili bir fonksiyon olduğunu belirtmişlerdir (34).

Gordon ve ark. 1981'de yaptıkları çalışmada canlı ve nekrotik sığır pulpası üzerine ikiden on dakikaya dek değişen sürelerle uygulanan % 0, % 1, % 3 ve % 5 konsantrasyonlarındaki NaOCl solüsyonlarının etkilerini incelemişlerdir. % 0 NaOCl'in canlı pulpa üzerinde hiçbir etkisi olmamış; nekrotik pulpa üzerine çok az bir etkisi bulunmuştur. İki dakikalık uygulamadan sonra, % 3 ve % 5 NaOCl solüsyonu canlı pulpanın yaklaşık dörtte üçüncü çözmede aynı ölçüde etkili olmuştur. % 1, % 3 ve % 5 NaOCl solüsyonlarının, nekrotik pulpa dokusuna % 90 çözücü etki yaptıkları ve aralarında bir fark bulunmadığı açıklanmıştır (29).

Gordon ve ark. doku örneklerinin NaOCl ile temasta olan yüzey alanlarının, çözünmenin derecesini belirlemede önemli olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca NaOCl'in total miktarının dış pulpasını tamamen çözmek için ne kadar NaOCl gerekli olduğunu belirlemede, NaOCl yüzdesinden daha önemli bir faktör olduğunu ortaya koymuşlardır (29).

Thé 1979 yılında yaptığı çalışmada, NaOCl solüsyonunun 2 günlük fikse edilmemiş nekrotik rat dokusunu çözmesinin konsantrasyonla ilgili olduğunu bulmuştur. İlk 30 dakika içinde % 1 NaOCl nekrotik dokunun yarısından azını, % 2 NaOCl dokunun % 80, % 3 NaOCl dokunun hemen tamamını çözmüştür. % 2 ve % 3 NaOCl'in etkisi sadece konsantrasyona değil, doku miktarı ve solüsyon hacmi arasındaki orana da bağlıdır. Paraklorofenol veya formaldehid içeren ilaçlarla genişletilmeden önce oldukça sık yapılan tedaviler, NaOCl solüsyonunun çözücü etkisini azaltır. Fiksasyon yapılmış nekrotik dokular daha yüksek konsantrasyon ve daha uzun temas süresi gerektirdiği için fikse edilmemiş dokulardan NaOCl ile daha zor çözünürler. Paraklorofenol ile fikse edilen dokular, formaldehidle fikse edilenlerden çok az oranda daha fazla çözünürlük gösterirler (71).

Nakamura ve ark. 1985 yılında yaptıkları çalışmada, % 2, % 5 ve % 10'luk NaOCl'in sığır tendon kollagenini, sığır pulpasını ve sığır gingivasını çözüldürmesini incelemişlerdir. 37°C'deki % 10'luk NaOCl'in etkin olduğunu bulmuşlardır. % 5 ve % 2'lik solüsyonlar, 4°C, 22°C ve 37°C'de önemli bir fark göstermemişlerdir. NaOCl'in pulpa çözüldürme etkisi tendon kollagenini çözüldürme etkisine eşittir fakat, gingivaya karşı daha az etkindir. Bu çalışmada % 5'lik NaOCl sığır tendon kollagenini 10 dakika sonunda % 61 oranında çözüldürmüştür (55).

Cunningham ve Balekjian (1980), 37°C'de 9 2.6'lık ve % 5.2'lik NaOCl'in 4 dakika sonunda % 40 oranında, 8 dakika sonunda % 45 oranında ve 12 dakika

ka sonunda % 50 oranında kollagen çözüldürdüğünü rapor etmişlerdir. (18).

Fakat sonuç olarak Nakamura ve arkadaşlarının çalışmasının sonuçları, Cunningham ve Balekjian'inkiler ve Thé'ninkiler ile uyum içindedir yani bu araştırmacılar reaksiyon zamanı uzadıkça, solüsyonun ısısı, konsantrasyonu ve hareketi arttıkça, kollagen çözüldürme etkisinde artacağı sonucuna varmışlardır (18,55,71).

Cunningham ve arkadaşlarının 1980'de yaptığı çalışmada, % 2.6'lık ve % 5.2'lik NaOCl endodontik irrigasyon solüsyonlarının oda ısısında (21°C) ve vücut ısısında (37°C) kollagen çözücü özellikleri karşılaştırılmıştır. Bu araştırmacılar 37°C'deki % 2.6'lık NaOCl solüsyonunun, kollagen çözücü olarak, 21°C'deki veya 37°C'deki % 5.2'lik NaOCl ile eşit derecede etkili olduğunu bulmuşlardır(20). Hipoklorit solüsyonunun, stabilize olmak için yeterli zamana sahip olmadığı durumlarda, devamlı irrigasyon süreleri esnasında maksimum doku çözünmesini sağlamak için önceden ısıtılmasının gerekli olduğunu bulmuşlardır. Fakat NaOCl solüsyonlarının uzun süre ısıtılmaması gerektiğini de vurgulamışlardır (18,20).

Abou-Rass ve Oglesby 1981'de, NaOCl solüsyonunun konsantrasyonundaki ve sıcaklığındaki artışın veya taze, fikse edilmiş ve nekrotik benzeri doku tiplerinin, NaOCl'in etkinliğini değiştirip değiştiremeyeceğini incelemişlerdir. Sonuçta, en hızlı çözünenin taze doku olduğunu, nekrotik dokunun daha yavaş çözüldüğünü, fikse dokunun çözünmesinin ise en uzun zamanı aldığını bildirmişlerdir. Çalışmada, dokunun tipine ve sıcaklığına bağlı olmaksızın, % 5.25 NaOCl'in, % 2.6'lık NaOCl'den daha etkin olduğu ve konsantrasyona bağlı olmaksızın, 140°F'a dek ısıtılan NaOCl solüsyonunun en etkin çözülmeyi sağladığı açıklanmıştır (1).

SODYUM HİPOKLORSİTİN SMEAR TABAKASININ ÇIKARILMASINA ETKİSİ:

1970'li yıllarda kök kanallarının genişletilmesi sırasında kanal duvarında bir "smear" tabakası oluştuğu gözlenmiştir (14,56).

Smear tabakasının incelenmeye başlanmasından sonra, kök kanallarının temizlenmesi işlemlerinde amaç, bu tabakanın kaldırılarak dentin kanallarının ağızlarının açık hale getirilmesi olmuştur. Böylece, hem antiseptiklerin dentin içine daha kolay girebileceği ve hem de kanal dolgu maddelerinin dentin ka-

nalları içine girerek daha iyi tutunabilecekleri düşünülmüştür (7).

Smear tabakasının kaldırılması amacıyla, öncelikle NaOCl solüsyonlarının ve şelasyon ajanlarının kullanılması düşünülmüştür. Yapılan çalışmalarda farklı konsantrasyonlardaki ve hacimlerdeki NaOCl solüsyonlarının, diğer kanal yıkama solüsyonlarının ve çeşitli şelasyon ajanlarının tek tek veya birlikte kullanımlarının smear tabakası üzerine etkileri incelenmiştir (45).

Mc Comb ve Smith 1975 yılında yaptıkları "SEM" çalışmasında, çeşitli solüsyonların (NaOCl, H₂O₂, EDTA, "REDDTA") ve bunların farklı konsantrasyonlarının "smear tabakası" üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar sonuçta, "debris" in uzaklaştırılmasında % 1 NaOCl solüsyonunun etkisiz olduğunu, % 5 NaOCl solüsyonunun yüzeysel "debris" i çıkardığını, fakat kanal duvarlarının, dentin kanallarının ağzını kaplayan bir "smear tabakası" ile örtülü kaldığını ve "smear tabakası" nın uzaklaştırılmasında yalnızca "REDDTA" nın, kanal içinde 24 saat bırakıldıktan sonra etkili olduğunu açıklamışlardır (53).

Baker ve ark. 1975'deki araştırmalarında, kök kanallarının genişletilmesinde, değişik konsantrasyonlarda ve hacimlerdeki H₂O₂, NaOCl, "Gly-oxide", EDTA ve fizyolojik tuzlu suyu tek tek veya birlikte uygulamışlardır. "SEM" incelemesinde, mükemmel olarak genişletildiği ve yıkandığı düşünülen kanallarda bile anlamlı ölçüde "debris ve smear tabakası" kaldığını görerek; "debris" ve mikroorganizmaların uzaklaştırılmasında, kullanılan solüsyonun tipinden çok hacminin önemli olduğu sonucuna varmışlardır (4).

Lester ve Boyde (1977), endodontik genişletmeden sonra % 5 NaOCl solüsyonu içinde üç gün bekletilen dişlerde, yüzeysel "smear tabakası" nın çıktığını fakat, dentin kanallarının ağzında artıkların kaldığını bildirmişlerdir. "SEM" incelemesinde, % 5 NaOCl içinde bekletilen kök kanallarında mineralize dentinin ön yüzeyinde "calcospherite" lerin ortaya çıktığını görmüşler ve bu durumu, organik dokunun etkin şekilde uzaklaştırılmasına ve predentin tabakasının erimesine bağlamışlardır (48).

Wayman ve ark. 1979'daki araştırmalarında, çözünen "hydroxyproline" miktarını ölçtüklerinde; fizyolojik tuzlu suyun ölçülebilir miktarda bir madde çıkarmadığını; % 50 sitrik asit ve laktik asitin, organik maddenin çözünürlüğü üzerindeki etkisinin az olduğunu; oysa "hydroxyproline" in NaOCl etkisinde diğer şelasyon ajanlarına göre yedi kez daha fazla çözüldüğünü bulmuşlar ve NaOCl solüsyonunun orga-

nik doku üzerindeki etkisinin anlamlı olarak daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, "kalsiyum" çözünürlüğünü incelediklerinde, çalışmada kullanılan tüm deney solüsyonları için alınan "kalsiyum" değerlerini, bu solüsyonların dentinin inorganik kısmı üzerine etkilerini değerlendirmede kullanmışlardır. Sonuçta, laktik asit ve farklı konsantrasyonlardaki sitrik asit solüsyonlarının, fizyolojik tuzlu su ve NaOCl solüsyonundan 7-9 kez daha fazla "Ca" çözüldüğünü görmüşler ve aradaki farkı anlamlı bularak, laktik ve sitrik asit solüsyonlarının şelasyon ajanları olarak etki yaptıklarını bildirmişlerdir (76).

Rubin ve ark. 1979'da, çekilmiş dişleri geleneksel yöntemlerle genişlettikten sonra su, % 2.5 NaOCl, "% 2.5 NaOCl ve % 3 H₂O₂", "RC-Prep ve su" ile yıkamışlardır. Dişlerden bir grubu, genişletme yapılmadan iki parçaya ayrılmış ve 30 dakika süreyle su, % 2.5 NaOCl veya "RC-Prep" içinde bekletilmiştir. "SEM" incelemesinde, genişletme yapılarak solüsyonlarla yıkanan dişlerde belirgin olarak sert ve yumuşak doku artıklarına rastlanmışsa da; pulpanın büyük bir kısmının mekanik genişletme sırasında çıkarıldığı sonucuna varılmıştır. Araştırmacılar, genişletme işleminin biyomekanik hazırlamanın en önemli boyutu olduğunu ve kullanılan yıkama solüsyonunun tipine bağlı olmadan kök kanallarının eşit olarak temizlendiğini açıklamışlardır. Genişletme yapılmadan ikiye ayrılarak solüsyon içine konan dişlerde, % 2.5 NaOCl'in kanal yüzeylerinde "calcospherite" leri ortaya çıkardığı görülmüştür. Sonuçta NaOCl solüsyonunun pulpa dokusunu çözdükten sonra, "calcospherite" ler arasındaki predentini de çözerek temiz bir kök kanal boşluğu bıraktığı ancak, "RC-Prep" veya suyun pulpa ya da dentin üzerinde belirgin bir etkisi olmadığı bildirilmiştir (63).

Bolanos ve Jensen (1980), kök kanallarını genişletip % 1 NaOCl solüsyonu ve "RC-Prep" in değişik karışımlarını uyguladıkları dişleri "SEM" de incelediklerinde, temizlik açısından gruplar arasında bir fark bulamamışlardır. Araştırmacılar, oldukça fazla miktarda "debris" kaldığını ve oluşan "smear tabakası" nın bu solüsyonlarla çıkarılmadığını bildirmişlerdir (13).

Goldman ve ark. 1981'deki araştırmalarında, daha önceki çalışmalarında etkinliğini kanıtladıkları "perforated needle" (delikli iğne) kullanarak (25,28), çeşitli yıkama solüsyonlarının "smear tabakası" üzerine etkilerini "SEM" de incelemişlerdir. Son yıkama solüsyonu olarak, yüksek hacimlerde (20 cc), % 1 "TEGO (ampholytic soap)", % 5.25 NaOCl ve "REDDTA" kullanılmıştır. Dişlerden bir grubu hazırlandıktan hemen sonra SEM' de incelenirken, diğer bir diş

grubu üç saat süreyle ilgili solüsyon içinde bekletildikten sonra incelenmiştir. "SEM" incelemesinde, "smear tabakası"nın "TEGO" veya NaOCl ile uzaklaştırılmadığı fakat, "REDTA" ile kaldırıldığı gözlenmiştir. "REDTA" yumuşak dokuyu kaldıramadığı için araştırmacılar, "smear tabakası"nın inorganik yapıda olduğu sonucuna varmışlardır. % 5.25 NaOCl solüsyonu ile yıkanan kanalların "SEM" incelemesinde, küçük büyütmelelerde yüzeyel tabakanın temiz olduğu, büyük büyütmelelerde ise kanal yüzeylerinde yumuşak doku bulunmamasına karşın, "smear tabakası"nın kaldırılmadığı görülmüştür. Sonuçta, kullanılan solüsyonların hiçbirinin tek başına tatminkâr olmadığı açıklanmıştır (26).

Goldman ve ark. 1982 yılındaki çalışmalarında, çekilmiş dişlerin kök kanallarını genişletirken, ya "REDTA" ya da % 5.25 NaOCl solüsyonu ile yıkamışlar ve son olarak yüksek hacimde (20cc.) "REDTA" veya % 5.25 NaOCl solüsyonunu tek tek veya dönüşümlü olarak "perforated needle" ile uygulamışlardır. "SEM" incelemesinde, "REDTA" ve NaOCl solüsyonunun birlikte kullanılmasından sonra "smear tabakası"nın uzaklaştırılabildiği gözlenmiş ve "smear tabakası"nın organik bir kısım da içerdiği sonucuna varılmıştır. Son yıkama solüsyonu olarak % 5.25 NaOCl kullanımının, "smear tabakası"nı uzaklaştırmada daha etkili olduğu; "REDTA" kullanıldığında ise, yoğun olmamakla birlikte belirgin olarak "smear tabakası"nın izlenebildiği bildirilmiştir. Muhtemelen, "smear tabakası"nın ufak bir kısmı organik yapıdadır. Bu nedenle, şelasyon ajanları sert dokuyu uzaklaştırdıklarında, geride ufak miktarda organik doku kalabilmektedir. Son olarak NaOCl solüsyonu kullanıldığında ise, organik doku artıklarına rastlanmamakta ve kanal duvarları daha temiz, dentin kanallarının ağızları ise açık olarak izlenebilmektedir. Kök kanallarının genişletilmesi sırasında da % 5.25 NaOCl kullanımı, "REDTA"dan daha iyi temizleme sağlamıştır. Çünkü NaOCl solüsyonu uygulandığında, tek tük yüzeye dağılmış dentin parçacıkları dışında, yumuşak doku temizlenmiş ancak "REDTA" ile yumuşak doku uzaklaştırılamamıştır (27).

Yamada ve ark.'nın 1983 yılındaki çalışmalarında, kök kanallarının genişletilmesinden sonra, farklı solüsyonlarla yüksek hacimde direkt yıkama yapılmasının temizliğe etkisini "SEM"de incelemişlerdir. Son olarak % 17 EDTA, % 8.5 EDTA veya % 25 sitrik asit solüsyonunu ya tek başına yüksek hacimde (20 ml.) uygulamışlar ya da kök kanallarını, 10 ml. şelasyon ajanını takiben 10 ml. % 5.25 NaOCl solüsyonu ile yıkamışlar. Çalışmada son yıkama için "perforated needle" kullanmışlardır. Bildirilen "SEM" sonuçlarına göre:

1- Fizyolojik tuzlu su kanalı temizleyememiştir.

2- Tek başına kullanılan % 5.25 NaOCl solüsyonu, yüzeyel olarak temiz bir kanal oluşturmuş ancak "smear tabakası"nı kaldıramamıştır.

3- Şelasyon ajanları tek başına uygulandıklarında, "smear tabakası"nı uzaklaştırmışlar, fakat çeşitli miktarda yüzeyel "debris" kalmıştır.

4- 10 ml. % 17 EDTA ve takiben 10 ml. % 5.25 NaOCl solüsyonları ile yıkanan kök kanallarından yüzeyel "debris" ve "smear tabakası" etkin olarak uzaklaştırılmış, dentin kanallarının ağızı açılmış ve genişlemiştir (78).

Rome ve ark. (1980), kök kanallarını genişletirken NaOCl solüsyonu ile yıkamışlar ve sonra bir grupta yalnız NaOCl kullanırken, diğer grupta "Gly-Oxide ve NaOCl"i birlikte uygulamışlardır. "SEM" incelemesinde, her iki grupta da kök kanallarının "smear tabakası" ile kaplı olduğu görülmüştür. İstatiksel analiz sonucunda, NaOCl solüsyonunun tek başına veya "Gly-Oxide" ile birlikte kullanımında "smear tabakası"na etkisi açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır (61).

Zaimoğlu 1985'de yaptığı çalışmalar sonucunda, kök kanallarının el aletleri ile genişletilip, NaOCl solüsyonu ve H₂O₂ ile yıkanmasından sonra "smear tabakasının" kaldırılmadığını bildirmiştir (80, 81).

Goldberg ve ark., kök kanallarını % 5'lik NaOCl ve % 15'lik EDTA ile yıkadıktan sonra güta-perka ve Diaket ile doldurup, radyografilerle, dolgu maddesinin yan kanallara girip girmediğini incelemişlerdir. Sonuçta, NaOCl ile temizlenen 22 dişin 5'inde, EDTA ile yıkanan 22 dişin 14'ünde kanal patının yan kanallara gittiğini görmüşlerdir. Araştırmacılar, bu sonucun smear tabakasını NaOCl'in daha az temizlediğini gösterdiğini açıklamışlardır (24).

Berg ve ark. 1986 yılındaki araştırmalarında tek ve düz kanallı çekilmiş dişlerde, kök kanallarını genişletmişler ve fizyolojik tuzlu su, NaOCl, "Salvizol", "Gly-Oxide ve NaOCl" ve "REDTA" ile yıkamışlardır. "SEM" incelemesinde "Salvizol", NaOCl, "Gly-Oxide ve NaOCl" ve fizyolojik tuzlu suyun "smear tabakası"nı çıkaramadığı fakat en etkili solüsyonun "REDTA" olduğu görülmüştür. Kanalların temizliği açısından, deney solüsyonlarının hiçbirinde apikalden kuronale doğru geldikçe belirgin bir farklılık gözlenmemiş; "REDTA" dışında hepsi skalada zayıf temizleme göstermiştir.

Araştırmacılara göre, diğer bazı çalışmalarda kök kanalının apikal kısmının kuronal kısma oranla daha

fazla "debris" içerdiği bildirilmişse de, kendi çalışmalarında bu sonuç desteklenmemiştir. Bu sonucun, hazırlanan kök kanallarının genişliğine ve yıkama iğnesinin apekse çok yakın yerleştirilmesine bağlı olabileceği ileri sürülmüştür (10).

Kennedy ve ark. 1986 yılında yaptıkları araştırmada, kök kanallarını "K tipi file"lerle genişletirken, 22-gauge yıkama iğnesi kullanarak her eğe değişiminde 1ml. % 5.25 NaOCl solüsyonu ile ve genişletmeyi takiben de 10 ml. NaOCl solüsyonu ve saf su ile yıkamışlardır. Araştırmacılar bu dişlerde "smear tabakası"nın uzaklaştırılması için şu tekniği uygulamışlardır: Hazırlanan dişlerin foramen apikale'leri pembe mumla kapatıldıktan sonra, kök kanalları 1.5 dakika süreyle, aktivitesini arttırmak için daha önceden 85°F'a dek ısıtılmış olan 18.0ml. "REDTA" solüsyonu ile yıkanmıştır. 1.5 ve 3.5 dakika sonra, 1.0 mililitrelik taze "REDTA" solüsyonu ilave edilmiştir. 6.5 dakika süreyle "REDTA" kullanımından sonra, kanallar 10 ml. 85°F'a dek ısıtılmış NaOCl solüsyonu ile yıkanmıştır. Daha sonra, pembe mumlar çıkarılarak, apikal açıklığı kontrol etmek için kanallar 5.0 ml. saf su ile yıkanmıştır. "SEM" incelemesinde, tüm kanal uzunluğu boyunca "smear tabakası"nın çıkarıldığı ve dentin kanallarının açıldığı gözlenmiştir (44).

Baumgartner ve ark. 1984 yılında yaptıkları "SEM" çalışmasında, kullanılan dört tip yıkama solüsyonunun genişletilen ve genişletilmeyen kök kanallarındaki temizleme etkisini incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre: (8)

1- Kullanılan yıkama solüsyonlarının hepsi, yüzeyel "debris" in kanal duvarlarında birikmesini önlemiştir.

2- Yıkama solüsyonu olarak yalnızca fizyolojik tuzlu su veya NaOCl kullanıldığında, kanal duvarlarının genişletilmiş yarı yüzeylerinde tipik bir amorf "smear tabakası" gözlenmiştir.

3- Yıkama solüsyonu olarak yalnızca EDTA kullanıldığında, genişletilmiş kanal yarı yüzeylerindeki "smear tabakası"nın demineralizasyonu sonucunda, kanal duvarlarının çoğunun fibröz yapıda bir materyal tabakası ile kaplı olduğu izlenmiştir.

4- Yıkama solüsyonu olarak yalnızca fizyolojik tuzlu su veya EDTA kullanıldığında, kök kanallarının genişletme yapılmayan yarı yüzeylerinden ne pulpa artıklarının ne de predentinin uzaklaştırılmadığı görülmüştür.

5- Yıkama solüsyonu olarak yalnızca NaOCl kullanıldığında, kök kanallarının genişletme yapılmamış yarı yüzeylerinden bütün pulpa artıkları ve predentinin uzaklaştırıldığı gözlenmiştir.

6- NaOCl solüsyonu ve EDTA birlikte kullanıldıklarında, genişletilmiş kanal yarı yüzeylerinden pulpa artıkları ve "smear tabakası"nın tamamıyla uzaklaştırıldığı, dentin kanallarının ağızlarının açılarak 2.5 ile 4 m. çapında genişlediği ve düzgün ve pürüzsüz bir kanal yüzeyi oluşturulduğu izlenmiştir.

7- NaOCl solüsyonu ve EDTA birlikte kullanıldıklarında, kök kanallarının genişletme yapılmamış yarı yüzeylerinden bütün pulpa artıkları ve predentinin uzaklaştırıldığı ve ayrıca açığa çıkan "calcospherite"lerin yüzeyinin aşınmış bir görünüm aldığı bildirilmiştir. (5)

Baumgartner ve ark, pulpanın çıkarılmasını takiben kök kanallarının yıkanmasında organik maddeleri yani, pulpa artıkları ve predentini çözme yeteneğinden maksimum ölçüde yararlanmak için, özellikle NaOCl solüsyonu kullandıklarını bildirmişlerdir. Son yıkama solüsyonu olarak yine özellikle NaOCl solüsyonu seçilmiştir. Çünkü, EDTA kullanıldığında dentin organik matriksinin, dentinin çözünmesi sırasında kısıtlayıcı bir rol oynayabileceği bildirilmiştir (2). Kök kanallarının yıkanması sırasında, EDTA ve NaOCl solüsyonlarının bu sırayla kullanılmasının en iyi sonucu sağladığı gösterilmiştir (78). EDTA solüsyonu le genişletilmiş kanal yüzeyleri fibröz yapıda bir materyal tabakası ile kaplanmakta ve bu tabakanın gerçek yapısı ancak "SEM"deki büyük büyütmelelerde görülebilmektedir. Araştırmacılar bu durumu şöyle açıklamışlardır: EDTA'nın şelasyon etkisi, genişletme sırasında oluşan "smear tabakası"nın inorganik kısmını demineralize etmekte ve uzaklaştırmakta ve geride kanal duvarı üzerinde, organik bir fibröz kısım bırakmaktadır. Fibröz tabakanın kanal duvarını tamamen örtmediği bölgelerde, EDTA ayrıca, alta uzanan dentin yüzeyini de demineralize etmiş ve organik matriksin bir kısmını açığa çıkarmış olabilir. Bu iki hipotez, EDTA'nın inorganik kalsifiye maddeleri demineralize edici etkisi ile uyum göstermektedir. Diğer önemli bir nokta da, genişletme yapılmayan kanal yarı yüzeylerinin görünümüdür. Yalnızca fizyolojik tuzlu su ve EDTA ile yıkanan genişletilmemiş yüzeylerde, yüzeyel pulpa fibrilleri, predentinin kollagen fibrilleri ve dentin kanallarının ağızları gözlenmiştir. Yalnızca pulpanın çıkarıldığı kontrol grubundaki kanal duvarlarında da aynı görünüme rastlanmıştır. Çünkü, ne fizyolojik tuzlu suyun ne de EDTA'nın, ekstirpasyonu takiben kanal duvarını kaplayan organik maddeyi çözücü etkisi bulunmamaktadır. Buna karşılık, NaOCl solüsyonu genişletilmemiş bölgelerden bütün pulpa artıklarını ve predentini çözerek alta

grubu üç saat süreyle ilgili solüsyon içinde bekletildikten sonra incelenmiştir. "SEM" incelemesinde, "smear tabakası"nın "TEGO" veya NaOCl ile uzaklaştırılmadığı fakat, "REDTA" ile kaldırdığı gözlenmiştir. "REDTA" yumuşak dokuyu kaldıramadığı için araştırmacılar, "smear tabakası"nın inorganik yapıda olduğu sonucuna varmışlardır. % 5.25 NaOCl solüsyonu ile yıkanan kanalların "SEM" incelemesinde, küçük büyütmelelerde yüzeyel tabakanın temiz olduğu, büyük büyütmelelerde ise kanal yüzeylerinde yumuşak doku bulunmamasına karşın, "smear tabakası"nın kaldırılamadığı görülmüştür. Sonuçta, kullanılan solüsyonların hiçbirinin tek başına tatminkâr olmadığı açıklanmıştır (26).

Goldman ve ark. 1982 yılındaki çalışmalarında, çekilmiş dişlerin kök kanallarını genişletirken, ya "REDTA" ya da % 5.25 NaOCl solüsyonu ile yıkamışlar ve son olarak yüksek hacimde (20cc.) "REDTA" veya % 5.25 NaOCl solüsyonunu tek tek veya dönüşümlü olarak "perforated needle" ile uygulamışlardır. "SEM" incelemesinde, "REDTA" ve NaOCl solüsyonunun birlikte kullanılmasından sonra "smear tabakası"nın uzaklaştırılabildiği gözlenmiş ve "smear tabakası"nın organik bir kısım da içerdiği sonucuna varılmıştır. Son yıkama solüsyonu olarak % 5.25 NaOCl kullanımının, "smear tabakası"nı uzaklaştırmada daha etkili olduğu; "REDTA" kullanıldığında ise, yoğun olmamakla birlikte belirgin olarak "smear tabakası"nın izlenebildiği bildirilmiştir. Muhtemelen, "smear tabakası"nın ufak bir kısmı organik yapıdadır. Bu nedenle, şelasyon ajanları sert dokuyu uzaklaştırdıklarında, geride ufak miktarda organik doku kalabilmektedir. Son olarak NaOCl solüsyonu kullanıldığında ise, organik doku artıklarına rastlanmamakta ve kanal duvarları daha temiz, dentin kanallarının ağızları ise açık olarak izlenebilmektedir. Kök kanallarının genişletilmesi sırasında da % 5.25 NaOCl kullanımı, "REDTA"dan daha iyi temizleme sağlamıştır. Çünkü NaOCl solüsyonu uygulandığında, tek tük yüzeye dağılmış dentin parçacıkları dışında, yumuşak doku temizlenmiş ancak "REDTA" ile yumuşak doku uzaklaştırılamamıştır (27).

Yamada ve ark.'nın 1983 yılındaki çalışmalarında, kök kanallarının genişletilmesinden sonra, farklı solüsyonlarla yüksek hacimde direkt yıkama yapılmasının temizliğe etkisini "SEM"de incelemişlerdir. Son olarak % 17 EDTA, % 8.5 EDTA veya % 25 sitrik asit solüsyonunu ya tek başına yüksek hacimde (20 ml.) uygulamışlar ya da kök kanallarını, 10 ml. şelasyon ajanını takiben 10 ml. % 5.25 NaOCl solüsyonu ile yıkamışlar. Çalışmada son yıkama için "perforated needle" kullanmışlardır. Bildirilen "SEM" sonuçlarına göre:

1- Fizyolojik tuzlu su kanalı temizleyememiştir.

2- Tek başına kullanılan % 5.25 NaOCl solüsyonu, yüzeyel olarak temiz bir kanal oluşturmuş ancak "smear tabakası"nı kaldıramamıştır.

3- Şelasyon ajanları tek başına uygulandıklarında, "smear tabakası"nı uzaklaştırmışlar, fakat çeşitli miktarda yüzeyel "debris" kalmıştır.

4- 10 ml. % 17 EDTA ve takiben 10 ml. % 5.25 NaOCl solüsyonları ile yıkanan kök kanallarından yüzeyel "debris" ve "smear tabakası" etkin olarak uzaklaştırılmış, dentin kanallarının ağızı açılmış ve genişlemiştir (78).

Rome ve ark. (1980), kök kanallarını genişletirken NaOCl solüsyonu ile yıkamışlar ve sonra bir grupta yalnız NaOCl kullanırken, diğer grupta "Gly-Oxide ve NaOCl"i birlikte uygulamışlardır. "SEM" incelemesinde, her iki grupta da kök kanallarının "smear tabakası" ile kaplı olduğu görülmüştür. İstatiksel analiz sonucunda, NaOCl solüsyonunun tek başına veya "Gly-Oxide" ile birlikte kullanımında "smear tabakası"na etkisi açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır (61).

Zaimoğlu 1985'de yaptığı çalışmalar sonucunda, kök kanallarının el aletleri ile genişletilip, NaOCl solüsyonu ve H₂O₂ ile yıkanmasından sonra "smear tabakasının" kaldırılamadığını bildirmiştir (80, 81).

Goldberg ve ark., kök kanallarını % 5'lik NaOCl ve % 15'lik EDTA ile yıkadıktan sonra güta-perka ve Diaket ile doldurup, radyografilerle, dolgu maddesinin yan kanallara girip girmediğini incelemişlerdir. Sonuçta, NaOCl ile temizlenen 22 dişin 5'inde, EDTA ile yıkanan 22 dişin 14'ünde kanal patının yan kanallara gittiğini görmüşlerdir. Araştırmacılar, bu sonucun smear tabakasını NaOCl'in daha az temizlediğini gösterdiğini açıklamışlardır (24).

Berg ve ark. 1986 yılındaki araştırmalarında tek ve düz kanallı çekilmiş dişlerde, kök kanallarını genişletmişler ve fizyolojik tuzlu su, NaOCl, "Salvizol", "Gly-Oxide ve NaOCl" ve "REDTA" ile yıkamışlardır. "SEM" incelemesinde "Salvizol", NaOCl, "Gly-Oxide ve NaOCl" ve fizyolojik tuzlu suyun "smear tabakası"nı çıkaramadığı fakat en etkili solüsyonun "REDTA" olduğu görülmüştür. Kanalların temizliği açısından, deney solüsyonlarının hiçbirinde apikalden kuronale doğru gelindikçe belirgin bir farklılık gözlenmemiş; "REDTA" dışında hepsi skalada zayıf temizleme göstermiştir.

Araştırmacılara göre, diğer bazı çalışmalarda kök kanalının apikal kısmının kuronal kısma oranla daha

fazla "debris" içerdiği bildirilmişse de, kendi çalışmalarında bu sonuç desteklenmemiştir. Bu sonucun, hazırlanan kök kanallarının genişliğine ve yıkama iğnesinin apekse çok yakın yerleştirilmesine bağlı olabileceği ileri sürülmüştür (10).

Kennedy ve ark. 1986 yılında yaptıkları araştırmada, kök kanallarını "K tipi file"lerle genişletirken, 22-gauge yıkama iğnesi kullanarak her eğe değişiminde 1ml. % 5.25 NaOCl solüsyonu ile ve genişletmeyi takiben de 10 ml. NaOCl solüsyonu ve saf su ile yıkamışlardır. Araştırmacılar bu dişlerde "smear tabakası"nın uzaklaştırılması için şu tekniği uygulamışlardır: Hazırlanan dişlerin foramen apikale'leri pembe mumla kapatıldıktan sonra, kök kanalları 1.5 dakika süreyle, aktivitesini arttırmak için daha önceden 85°F'a dek ısıtılmış olan 18.0ml. "REDA" solüsyonu ile yıkanmıştır. 1.5 ve 3.5 dakika sonra, 1.0 mililitrelik taze "REDA" solüsyonu ilave edilmiştir. 6.5 dakika süreyle "REDA" kullanımından sonra, kanallar 10 ml. 85°F'a dek ısıtılmış NaOCl solüsyonu ile yıkanmıştır. Daha sonra, pembe mumlar çıkarılarak, apikal açıklığı kontrol etmek için kanallar 5.0 ml. saf su ile yıkanmıştır. "SEM" incelemesinde, tüm kanal uzunluğu boyunca "smear tabakası"nın çıkarıldığı ve dentin kanallarının açıldığı gözlenmiştir (44).

Baumgartner ve ark. 1984 yılında yaptıkları "SEM" çalışmasında, kullanılan dört tip yıkama solüsyonunun genişletilen ve genişletilmeyen kök kanallarındaki temizleme etkisini incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre: (8)

1- Kullanılan yıkama solüsyonlarının hepsi, yüzeyel "debris" in kanal duvarlarında birikmesini önlemiştir.

2- Yıkama solüsyonu olarak yalnızca fizyolojik tuzlu su veya NaOCl kullanıldığında, kanal duvarlarının genişletilmiş yarı yüzeylerinde tipik bir amorf "smear tabakası" gözlenmiştir.

3- Yıkama solüsyonu olarak yalnızca EDTA kullanıldığında, genişletilmiş kanal yarı yüzeylerindeki "smear tabakası"nın demineralizasyonu sonucunda, kanal duvarlarının çoğunun fibröz yapıda bir materyal tabakası ile kaplı olduğu izlenmiştir.

4- Yıkama solüsyonu olarak yalnızca fizyolojik tuzlu su veya EDTA kullanıldığında, kök kanallarının genişletme yapılmayan yarı yüzeylerinden ne pulpa artıklarının ne de predentinin uzaklaştırılmadığı görülmüştür.

5- Yıkama solüsyonu olarak yalnızca NaOCl kullanıldığında, kök kanallarının genişletme yapılmamış

yarı yüzeylerinden bütün pulpa artıkları ve predentinin uzaklaştırıldığı gözlenmiştir.

6- NaOCl solüsyonu ve EDTA birlikte kullanıldıklarında, genişletilmiş kanal yarı yüzeylerinden pulpa artıkları ve "smear tabakası"nın tamamıyla uzaklaştırıldığı, dentin kanallarının ağızlarının açılarak 2.5 ile 4 m. çapında genişlediği ve düzgün ve pürüzsüz bir kanal yüzeyi oluşturulduğu izlenmiştir.

7- NaOCl solüsyonu ve EDTA birlikte kullanıldıklarında, kök kanallarının genişletme yapılmamış yarı yüzeylerinden bütün pulpa artıkları ve predentinin uzaklaştırıldığı ve ayrıca açığa çıkan "calcospherite"lerin yüzeyinin aşınmış bir görünüm aldığı bildirilmiştir. (5)

Baumgartner ve ark, pulpanın çıkarılmasını takiben kök kanallarının yıkanmasında organik maddeleri yani, pulpa artıkları ve predentini çözme yeteneğinden maksimum ölçüde yararlanmak için, özellikle NaOCl solüsyonu kullandıklarını bildirmişlerdir. Son yıkama solüsyonu olarak yine özellikle NaOCl solüsyonu seçilmiştir. Çünkü, EDTA kullanıldığında dentin organik matriksinin, dentinin çözünmesi sırasında kısıtlayıcı bir rol oynayabileceği bildirilmiştir (2). Kök kanallarının yıkanması sırasında, EDTA ve NaOCl solüsyonlarının bu sırayla kullanılmasının en iyi sonucu sağladığı gösterilmiştir (78). EDTA solüsyonu le genişletilmiş kanal yüzeyleri fibröz yapıda bir materyal tabakası ile kaplanmakta ve bu tabakanın gerçek yapısı ancak "SEM"deki büyük büyütmelede görülebilmektedir. Araştırmacılar bu durumu şöyle açıklamışlardır: EDTA'nın şelasyon etkisi, genişletme sırasında oluşan "smear tabakası"nın inorganik kısmını demineralize etmekte ve uzaklaştırmakta ve geride kanal duvarı üzerinde, organik bir fibröz kısım bırakmaktadır. Fibröz tabakanın kanal duvarını tamamen örtmediği bölgelerde, EDTA ayrıca, altta uzanan dentin yüzeyini de demineralize etmiş ve organik matriksin bir kısmını açığa çıkarmış olabilir. Bu iki hipotez, EDTA'nın inorganik kalsifiye maddeleri demineralize edici etkisi ile uyum göstermektedir. Diğer önemli bir nokta da, genişletme yapılmayan kanal yarı yüzeylerinin görünümüdür. Yalnızca fizyolojik tuzlu su ve EDTA ile yıkanan genişletilmemiş yüzeylerde, yüzeyel pulpa fibrilleri, predentinin kollajen fibrilleri ve dentin kanallarının ağızları gözlenmiştir. Yalnızca pulpanın çıkarıldığı kontrol grubundaki kanal duvarlarında da aynı görünüme rastlanmıştır. Çünkü, ne fizyolojik tuzlu suyun ne de EDTA'nı ekstirpasyonu takiben kanal duvarını kaplayan organik maddeyi çözücü etkisi bulunmamaktadır. Bu karşılık, NaOCl solüsyonu genişletilmemiş bölgeden bütün pulpa artıklarını ve predentini çözerek :

uzanan dentinin ön yüzünde mineralizasyonu yapan "calcospherite"lerin globüler yüzeyini açığa çıkarmıştır (5).

Karagöz ve ark. 1989'daki çalışmalarında, çekilmiş dişlerin kök kanallarını "RC-Prep"e bulanmış "K file"leri ile genişletmişler ve ege değişimlerinde % 5.25 NaOCl solüsyonu ile yıkamışlardır. Genişletme işlemlerinden sonra, dişlerin foramen apikale'leri pembe mumla kapatılmış ve kanallara lentülo ile "RC-Prep" doldurulmuştur. 48 saat süreyle bu şekilde bekletilen örnekler daha sonra NaOCl solüsyonu ve saf su ile yıkanmıştır. "SEM" incelemesi sonucunda, bu uygulama ile "Smear tabakası"nın çıkarılmadığı, bir örnekte ise yüzeyel "smear tabakası"nın uzaklaştırıldığı fakat, dentin kanallarının ağızlarının tıkalı kaldığı bildirilmiştir (42).

Bitter 1989'da yaptığı "SEM" çalışmasında, genişletmeden sonra NaOCl ve H₂O₂ ile yıkanan kök kanalları ile bu iki solüsyondan sonra % 25 "tannic acid" solüsyonu ile yıkanan kök kanallarını temizlik açısından incelemiştir. Araştırmacı sonuçta, "tannic acid" solüsyonunun "smear tabakası"nı uzaklaştırmada daha etkili bulunduğunu bildirmiştir (11).

Yırcalı ve Bayırlı 1989'daki çalışmalarında, henüz çekilmiş dişlerde standart şekilde oluşturulan "smear tabakası"nın çıkarılması için NaOCl solüsyonunun tek başına veya H₂O₂ ile birlikte kullanılmasıyla, "Sonic-Air" ve manipülasyon yöntemi ile elde ettikleri sonuçları "SEM"de karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Sonuçta:

1- Kontrol grubunda oluşturulan "smear tabakası", serum fizyolojik kullanılarak gerek el aletleri gerekse "Sonic-Air" ile çıkarılamamıştır.

2- El aletleri ile genişletilen diş grubunda, yıkama solüsyonu olarak tek başına veya H₂O₂ ile dönüşümlü olarak kullanılan NaOCl'in "smear tabakası"nı çıkaramadığı görülmüştür.

3- "MM-3000 Sonic-Air" ile genişletilen diş grubunda ise, her iki alt grubun "SEM" incelemesinde: "Smear tabakası"nın yüzeyel kısmının bazı bölgelerde çıkarılmış olduğu, dentin kanalları içindeki kısmının ise çıkarılmadığı izlenmiştir.

4- Özellikle el aletleri ile genişletilen kök kanallarının apikal üçte birlik kısmında "debris"e rastlanmıştır.

5- "Sonic-Air" ile genişletilen kanalların el aletleri ile genişletilenlere göre daha temiz olduğu anlaşılmıştır.

6- Sonik aygıtların "smear tabakası"nın kaldırılması konusunda, kanal yıkama solüsyonlarının kimyasal etkisine mekanik olarak yardımcı olabileceği kanısına varılmıştır (79).

Bayırlı ve ark. 1989 yılında, yıkama solüsyonlarının "smear tabakası" üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, çekilmiş dişleri üç gruba ayırarak; 1. Grup'ta el aletleri ile, 2. Grup'ta sonik aletle ve 3. Grup'ta da ultrasonik ile genişletme yapmışlardır. Her üç grupta da yıkama solüsyonu olarak, NaOCl, "Calcinase" veya "NaOCl ve Calcinase" birlikte kullanılmıştır. Kontrol grubundaki dişler ise serum fizyolojik ile yıkanmıştır. Sonuçta:

1- Genişletmeden sonra, kök kanallarında "smear tabakası"nın oluştuğu görülmüştür.

2- El aletleri veya "Sonic-Air" ile genişletilirken yalnızca NaOCl ya da "Calcinase" ile yıkanan kanallardan "smear tabakası" uzaklaştırılamamıştır.

3- Ultrasonik genişletme yapılırken, NaOCl veya "Calcinase" yıkaması ile "smear tabakası"nın yalnızca bir kısmı uzaklaştırılmış, tamamen kaldırılamamıştır.

4- Her üç grupta da kanalların yıkanmasında NaOCl ve "Calcinase"nin birlikte kullanılmasıyla, "smear tabakası" uzaklaştırılmıştır.

5- Uygulanan üç teknikte de kanalların apikal üçte birlik kısımlarının tam olarak temizlenemediği görülmüştür (8).

Küçükay tarafından 1990 yılında yapılan çalışmada, hiç enstrumante edilmeyen, enstrumante edildikten sonra sadece 20 ml. "Clorox" ile son yıkaması yapılan ve enstrumante edildikten sonra önce 10 ml. "Calcinase" ve daha sonra 10 ml. "Clorox" ile son yıkaması yapılan dişlerdeki "smear tabakası" incelenmiştir. "SEM" mikrofotografaları değerlendirildiğinde, hiç enstrumante edilmeyen dişlerde "smear tabakası" oluşumuna rastlanmamıştır. Clorox ile yıkanan dişlerde bütün kök kanal yüzeyinin "smear tabakası" ile örtülü olduğu gözlenmiştir. Önce "Calcinase" daha sonra "Clorox" ile yıkanmış dişlerde "smear tabakası" gözlenmemiştir (45).