

Kemomekanik Çürük Uzaklaştırma Yöntemleri

Chemomechanical Caries Removal Methods

Ayfer Burcu AY TAR¹



¹ Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Ankara,
Türkiye.

Ayşegül ÖLMEZ¹



¹ Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Ankara,
Türkiye.

ÖZ

Kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemi; minimal invaziv diş hekimliği felsefesine dayandırılarak geliştirilen, enfekte dentinin kemomekanik ajanla kimyasal olarak yumuşatıldığı ve yumuşayan dentinin ekskavatörle nazikçe uzaklaştırıldığı, invaziv olmayan bir teknik olarak tanımlanmaktadır. Bu yöntem, kısmen bozulmuş kollajenin daha fazla bozulmasına neden olur ve sadece enfekte olmuş dentin tabakalarını uzaklaştırır. Hangi dentinin uzaklaştırılacağını ve hangi dentinin bırakılacağını göstermesi bu yöntemin en önemli özelliğidir. Bu yöntem özellikle çocuklar ve dental anksiyetesi olan hastalar arasında yüksek kabul görmektedir. Kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanları; sodyum hipoklorit (NaOCl) bazlı ve enzimatik bazlı olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Sodyum Hipoklorit (NaOCl) bazlı olanlar; GK-101, GK-101E (Caridex) ve Carisolv'dür. Enzimatik bazlı olanlar; Papacarie, Apacaries jel, Carie-Care, Biosolv ve Brix-3000'dir. Bu derlemenin amacı kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemlerini ve çalışma mekanizmalarını anlatmaktır.

Anahtar Kelimeler: Kemomekanik çürük uzaklaştırma; minimal invaziv diş hekimliğinin.

ABSTRACT

Chemomechanical caries removal, developed on the basis of a minimally invasive dentistry philosophy. It is described as a non-invasive technique in which infected dentin is chemically softened with a chemomechanical agent and the softened dentin is gently removed by an excavator. This method causes collapse of degraded collagen and only removes infected dentin layers. The most important feature of this method is it shows which dentine to be removed and which dentine will be left. This method is particularly well accepted among children and patients with dental anxiety. Chemomechanical caries removal agents are divided into two groups as sodium hypochlorite (NaOCl) based and enzymatic based. Sodium Hypochlorite (NaOCl) based ones: GK-101, GK-101E (Caridex) and Carisolv. Enzymatic based ones: Papacarie, Apacaries gel, Carie-Care, Biosolv and Brix-3000. The purpose of this review is to explain chemomechanical caries removal methods and their working mechanisms.

Key Words: Chemomechanical caries removal; minimal intervention dentistry

KEMOMEKANİK ÇÜRÜK UZAKLAŞTIRMA YÖNTEMLERİ

Diş çürüğü, mikroorganizmaların ürettiği asit ile etkilenme sonucunda oluşan mineral kaybıdır. Diş sert dokusu, bir döngü içerisinde remineralizasyon ve demineralizasyon süreçlerine uğramaktadır. Bu dengenin demineralizasyon lehine bozulduğu durumlarda çürük meydana gelmektedir.¹ Diş çürüğünün dünya genelinde çocuklar arasında en çok görülen kronik hastalıklardan biri olduğu belirtilmiştir.² En yaygın diş hastalıklarından biri olan diş çürükleri, sadece diş dokularının lokalize çözünmesine ve tahrip olmasına neden olmakla kalmaz, aynı zamanda tedavi edilmediğinde dişin pulpal ve periapikal dokularında enfeksiyona yol açabilir.³

Diş çürüğünün tedavisi klasik olarak, yumuşak demineralize dentinin uzaklaştırılmasını ve kalıcı restorasyonun yerleştirilmesini içermektedir. Bu çürük doku, bakterilerle büyük miktarda enfekte olmuştur ve çürük sürecinin durdurulması amacıyla bu dokunun uzaklaştırılması gerekmektedir. Ancak, çürük dokunun nasıl uzaklaştırılacağı konusunda farklı görüşler mevcuttur.⁴ Çürük uzaklaştırma yöntemleri şu şekilde sınıflandırılabilir:

- Mekanik, rotary: Döner el aletleri, frezler (seramik ve polimer),
- Mekanik, non-rotary: Ekskavatörler, air abrazyon, air polishing, ultrasonikler, sono abrazyon, atravmatik restoratif tedavi (ART),
- Kemomekanik: Sodyum hipoklorit bazlı, enzimatik bazlı,
- Foto-ablasyon: Lazerler.⁵

Geliş Tarihi/Received 09.09.2021
Kabul Tarihi/Accepted 05.07.2022
Yayın Tarihi/Publication Date 28.07.2024

Sorumlu Yazar/Corresponding author:

Ayfer Burcu AY TAR

E-mail: burcuaytar@gmail.com

Cite this article: Aytar AB, Ölmez A. Chemomechanical Caries Removal Methods. *Curr Res Dent Sci.* 2024;34(3): 230-237.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

Geleneksel çürük uzaklaştırma yönteminde, çürük lezyona erişim sağlamak için yüksek hızlı el aletleri kullanılırken, çürük lezyonu uzaklaştırmak için düşük hızlı el aletleri kullanılmaktadır.^{3,5} Geleneksel yöntem, pulpa dokusunda olumsuz biyolojik reaksiyonlara neden olabilir, enfekte ve sağlam diş dokularını seçici olmayan bir şekilde çıkarabilir.⁶ Bu yöntem, birçok hasta tarafından özellikle de çocuklarda hoş olmayan ve ağrılı olarak tanımlanmaktadır ve ağrıyı kontrol etmek için sıklıkla lokal anesteziye ihtiyaç duyulmaktadır.^{3,5} Ağrı ve rahatsızlıktan potansiyel olarak sorumlu olan birkaç faktör vardır. Bunlar; duyarlılık, dişte basınç hissi, kemiğe iletilen titreşim, el aletlerinin gürültüsü ve yüksek sıcaklık oluşumudur.⁷ Geleneksel yöntem, hastalarda anksiyete ve korkuya neden olabilir. Anksiyete ve korkunun çocuklarda diş tedavisini kabul etmenin önündeki engeller olduğu bilinmektedir.⁶

Minimal invaziv yaklaşım diş çürüklerinin tedavisinde; çürükleri mikroskopik düzeyde saptama, tanımlama, durdurma ve tedavi etmeyi içermektedir.⁸ Etkilenmiş dentini korurken, sadece enfekte olmuş dentinin uzaklaştırılmasını içeren biyolojik prensiplere dayanmaktadır.⁹ Enfekte diş dokusunun uzaklaştırılması için seramik ve polimer frezler, lazer, air abrazyon, sono abrazyon veya kemomekanik ajanların kullanımı gibi yöntemler minimal invaziv çürük uzaklaştırma yöntemlerini oluşturmaktadır. Bu yöntemlerin ortak özelliği, çürük ile enfekte olmuş dokunun seçici bir şekilde uzaklaştırılması ve çürükten etkilenen dokunun korunmasıdır.¹⁰

Kemomekanik yöntemle çürük uzaklaştırma düşüncesi, 1970'li yıllarda endodontist Goldman tarafından ortaya atılmıştır. Kök kanallarından organik materyalleri uzaklaştırmada kullanılan sodyum hipoklorit (NaOCl) çürük dentini çözme yeteneğine sahip olduğunun görülmesi üzerine kimyasal çürük uzaklaştırma fikri doğmuştur.¹¹ Kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemi, en konservatif çürük uzaklaştırma yöntemlerinden biri olarak kabul edilmektedir.¹² Kemomekanik yöntemin diğer sistemlere göre avantajları; karmaşık ve maliyetli enstrümanlar gerektirmemesi, dokulara daha düşük travma oluşturması, lokal anestezi ihtiyacının olmaması ve pulpanın etkilenme riskinin az olması olarak sıralanabilir.⁶

Kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemi; enfekte dentinin kemomekanik ajanla kimyasal olarak yumuşatıldığı ve yumuşayan dentinin ekskavatörle nazikçe uzaklaştırıldığı, invaziv olmayan bir teknik olarak tanımlanmaktadır.^{1,5} Bakteriyel enzimler ve asit ile etkilenme sonucunda dişin mineral içeriği azalmakta olup, kollajen fibriller arasındaki bağlantılar bozulmakta ve sonuç olarak çürük oluşmaktadır.^{1,5} Kullanılan kimyasal solüsyonun kollajenin yapısında bulunan üçlü heliksteki polipeptit zincirlerini ve çapraz bağları çözebilmesi, böylece yapısı kısmen bozulmuş olan kollajenin ayrılması beklenmektedir.¹³ Esas amaç; sadece enfekte dentinin uzaklaştırılması, etkilenmiş dentinin bırakılması ve etkilenmiş dentin tabakasının remineralize olmasına izin verilmesidir.¹³ Bu işlem sayesinde aynı zamanda pulpa irritasyonundan kaçınılarak sağlıklı diş dokusu korunmaktadır.¹⁴

Çürük dentinin kemomekanik olarak uzaklaştırılması özellikle çocuk diş hekimliğinde endişeli veya koopere olmayan hastalar için umut vericidir.⁸ Diş hekimi fobisi olan çocuk ve erişkin hastalar ile kusma refleksi olanlar, bu yöntemle daha konforlu bir tedavi hizmeti almaktadır.¹⁴ Bu yöntem, lokal anestezi uygulamasının kontrendike olduğu hastalara uygulanabilir, çünkü hastaların % 82-92'sinde lokal anestezi uygulaması gerekli değildir.⁸

Kemomekanik çürük uzaklaştırma yönteminde, adeziv restoratif materyaller için ideal olduğu bildirilen smear tabakasından arındırılmış, düzensiz ve pürüzlü dentin yüzeyi sağlanmaktadır. Bu yöntemle hazırlanan kavitelerin restorasyonunda amalgam benzeri kaviteye mekanik olarak tutunan materyaller yerine, kompozit veya cam iyonomer siman gibi adeziv materyaller kullanılmaktadır.¹⁴

Kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanları sodyum hipoklorit (NaOCl) bazlı ve enzimatik bazlı olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır:

Sodyum Hipoklorit (NaOCl) bazlı ajanlar; GK-101, GK-101E (Caridex), Carisolv.

Enzimatik bazlı olanlar; Papacarie, Apacaries jel, Carie-Care, Biosolv, Brix-3000.¹⁵

Kemomekanik yöntemin süt dişleri ve daimi dişler üzerine etkinliğinin araştırıldığı çalışmalarda, süt dişlerindeki çürüklerde genellikle kavitenin açık olmasından dolayı uygulama sırasında daha az hacimde solüsyon kullanıldığı, kaviteye erişimin daha kolay olduğu ve çürüğün daha etkili şekilde uzaklaştırıldığı bildirilmiştir.¹⁴ İlk çalışmalar, NaOCl bazlı kemomekanik çürük uzaklaştırma yönteminin zaman alıcı bir süreç olduğunu ve etkinliğinin sorgulanabilir olduğunu göstermiştir. Ancak bu yöntem yeni nesil kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanlarının tanıtılmasıyla daha da geliştirilmiştir.¹²

Sodyum Hipoklorit (NaOCl) Bazlı Ajanlar

Diş çürüğünde organik yapının büyük bir bölümünün, kollajen ve kollajenin en önemli aminoasiti olan hidroksiprolinden oluştuğu bildirilmiştir. Bu yapının kimyasal yolla çözülebileceği düşüncesi ve geleneksel çürük uzaklaştırma yöntemine alternatif yöntem arayışları sonucunda, nonspesifik bir proteolitik ajan olan NaOCl çürük uzaklaştırma ajanı olarak kullanılmıştır.¹⁶ Ancak, NaOCl sadece çürük dentini uzaklaştırmakla kalmayıp, sağlıklı dentin dokusuna da zarar vermektedir.¹⁰ Bu problemin üstesinden gelmek için sonraki versiyonlarda NaOCl'e amino asitler eklenmiştir.^{9,10}

NaOCl bazlı kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanları, çürük dentin içerisindeki kısmen bozulmuş olan kollajenin hidrojen bağlarını klorlayan ve bozan,^{9,10} böylece çıkarılmasını kolaylaştıran NaOCl türevleri içerir.¹⁰ Çürük doku, uygulama sonrasında el aletleri kullanılarak uzaklaştırılır.⁹

Hamama ve ark.¹⁵ yaptıkları çalışmada, geleneksel yöntem ile NaOCl bazlı ve enzimatik bazlı kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemlerinin uygulanmasını takiben çürük dentinde meydana gelen kimyasal, morfolojik ve mikrosertlik değişikliklerini karşılaştırmışlardır. Geleneksel yöntem ve enzimatik bazlı yöntemin, NaOCl bazlı yöntemle göre çürük uzaklaştırma süresinin daha kısa olduğu; mikrosertlik değerlerinin geleneksel yöntemde kemomekanik yöntemlere göre daha yüksek bulunduğu; enzimatik bazlı yöntem sonrasında dentinin smear tabakası içermediği, ancak diğer yöntemlerin uygulanması sonrasında dentinde smear tabakasının var olduğu ve bu tabakanın dentin tübüllerini tıkadığı bildirilmiştir.¹⁵

Hamama ve ark.¹² yaptıkları metaanalizde, NaOCl bazlı ve enzimatik bazlı kemomekanik yöntemler ile geleneksel yöntemin süreleri arasındaki farklılıkları ölçmeyi amaçlamışlardır. Sonuç olarak; NaOCl bazlı kemomekanik yöntemin, diğerler yöntemlere kıyasla daha fazla zaman aldığı bulmuşlardır.¹²

GK-101

İlk olarak, %5'lik NaOCl kullanılmıştır fakat %5'lik NaOCl'in toksik olması ve çevredeki sağlam diş sert dokularına zararlı etkilerinin bulunması nedeniyle yeni bir ajan geliştirilmiştir.¹¹ Goldman ve Kronman,¹¹ aşındırıcılığı azaltmak için NaOCl'i Sorensen tamponuna (glisin, sodyum klorür ve sodyum hidroksit içeren) dahil etmişlerdir.^{11,14} Daha sonra meydana gelen reaksiyon ürününün, glisinin klorlenmiş formu olan N-monokloroglisin (NMG) olduğu ve pH'sının 11 olduğu bildirilmiştir.¹⁴ İlk kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanı olarak piyasaya sürülen bu ürün GK-101 olarak bilinmektedir.^{9,11}

GK-101, %0.05 N-monokloroglisin (NMG) ve NaOCl'den oluşur ve bu iki çözeltinin karıştırılmasıyla hazırlanır.¹⁰ Saflaştırılmış kollajen, NMG ile reaksiyona sokulmuştur ve NMG'nin kollajeni klorlayarak N-kloroprotein birleşimleri oluşturduğu,¹⁴ hidroksiprolini (kollajeni stabilize eden) pirol-2-karboksilik asite (gevşek ve kolayca çıkarılabilen) dönüştürdüğü, bu reaksiyonlar sayesinde dentinin organik yapısını bozarak etki ettiği bulunmuştur.⁹ Oluşan bu reaksiyon sonucunda, yalnızca çürük dentinin

enfekte tabakasının uzaklaştırılması sağlanmıştır. Sağlıklı diş dokusu ise etkilenmemiştir. Bu kimyasal ajanın pulpa üzerinde etkisi çok az olmakta ya da hiç etkilenmeye neden olmamaktadır.¹⁴

GK-101'in geliştirildiği dönemlerde, adeziv materyallerin kullanımının yaygın olmaması ve diş hekimlerinin Black prensiplerine göre kavite açma zorunluluğu, bu ajan ile birlikte geleneksel preperasyon yöntemlerinin de kullanılmasını gerektirdiğinden materyalin çürük uzaklaştırmadaki kullanımı sınırlı kalmıştır.¹¹

Kurosaki ve ark.¹⁷ GK-101'in köpeklerin pulpa dokusu üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir; bununla birlikte, GK-101'in çürük lezyonun tamamının çıkarılmasında etkili olmadığı sonucuna varmışlardır. Bu bulgular GK-101'in GK-101E formülünde gelişmelere yol açmıştır.¹⁷

Caridex (GK-101E)

GK-101'in etki süresinin uzunluğunun dezavantaj olarak görülmesi üzerine, bu sorunun üstesinden gelebilmek için glisine aminobütirik asit eklenmiş ve böylece daha etkili bir sistem elde edilmiştir.^{9,14} Bu oluşan yeni ürün N-monokloramin bütirik asittir (NMAB) ve adı GK-101E olarak belirlenmiştir.¹⁴

GK-101E, GK-101'in etil türevidir. Denatüre olmuş kollajen fibriller üzerindeki NMAB etki mekanizması, çürük lezyonda kısmen bozulmuş olan kollajenin klorlanması ve hidroksilprolinin pirol-2-karboksilik aside dönüştürülmesini içeren NMG'dekine benzerdir. Klorlama reaksiyonuna ek olarak, denatüre kollajen fibrillerinin ayrılması, glisin kalıntılarının oksidasyonu sonucu meydana gelmektedir.^{9,10}

GK101E, Caridex olarak pazarlanmıştır ve 1984'te Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) onayı almıştır.¹⁰ Caridex sistemi iki şişe hâlinde piyasaya sürülmüştür. Birincisi NaOCl ve ikincisi glisin, aminobütirik asit, sodyum klorür ve sodyum hidroksit içerir.^{8,9,14} Her iki çözelti, reaktifin kullanımdan hemen önce karıştırılarak, bir saat boyunca kararlı olan pH'sı yaklaşık 11'e eşit stabil bir solüsyon elde edilir.^{8,14} Çözelti, kollajeni klorlayarak çürük dentinin gevşemesine yardımcı olur ve özel olarak tasarlanmış aplikatörlerle uzaklaştırılmasını kolaylaştırır.¹⁸

Caridex sistemi, çürük uzaklaştırma etkinliği, biyoyumluluk ve pulpal güvenliği açısından değerlendirilmiştir. Bazı çalışmalar, Caridex kullanımının çürük lezyonların bol hacimli izotonik salin çözeltisi ile irrigasyonuna kıyasla çürük uzaklaştırma sürecini geliştirmede olduğunu bildirmiştir.^{7,10} Biyoyumluluk çalışmalarında, Caridex'in pulpa üzerinde yan etkisi olmadığı, ancak hastalar tarafından tadının kötü algılanması, prosedürün uzun sürmesi (10-15 dakika),^{9,14} uygulama sırasında fazla miktarda solüsyon (200-500 mL) kullanılması, raf ömrünün kısa olması gibi olumsuz özelliklerinin olduğu bildirilmiştir.^{1,8,14} Caridex sisteminin en önemli dezavantajlarından biri de karmaşık dağıtım ekipmanıdır.^{8,10} Gereken karmaşık ekipman ve diğer olumsuz faktörler, klinik uygulama için rutin bir araç olarak kullanımının yok olmasına yol açmıştır.¹⁸ Daha sonra jel bazlı Carisolv adı verilen bir sistem geliştirilmiştir.⁷

Carisolv

Caridex sistemi ile ilgili problemler, Carisolv sistemi ile giderilmiştir.¹⁸ Carisolv, Caridex gibi kimyasal bir yapıya sahip olmasına rağmen, jel formu nedeniyle ısıtma ve özel bir dağıtım sistemi gerektirmez.^{9,10} Jel formunda olduğu için, gerekli hacim 1 ml'den azdır, uygulanması çok daha kolaydır ve çürük lezyonla daha iyi teması bulunmaktadır.⁹

Carisolv jeli, iki şırıngadan oluşmaktadır.¹⁰ Biri %0.5 NaOCl çözeltisi ve diğeri sodyum hidroksit, sodyum klorür ve üç doğal amino asit içeren (glutamik asit, lösin ve lizin) kırmızı viskoz bir jel içermektedir.^{7,9,10} Amino asitlerin çürük lezyonun farklı kısımlarıyla reaksiyona girdiği gösterilmiştir.¹⁰ Lizin, lösin ve glutamik asit, viskozite için karboksimetilselüloz ile birlikte kullanılmıştır.^{1,7,10} Jel içerisinde yer alan karboksimetilselüloz, viskoziteyi artırarak maddenin jel kıvamında olmasını sağlamaktadır ve böylece çürük lezyon ile daha iyi teması sağlamaya yardımcı olmaktadır.¹ Yüksek viskozite, gerekli bölgeye jelin doğru bir şekilde ve kolaylıkla uygulanmasını sağlarken, malzemenin de az miktarda kullanılmasına

katkıda bulunmaktadır.¹⁴ Ayrıca kullanımda kolayca görünür hale getirmek için eritrosin boyası ile birlikte kullanılmıştır.^{1,7,9} NaOCl ise organik bileşenleri uzaklaştırabilen proteolitik bir ajandır. Kuvvetli kimyasal etkisine bağlı olarak NaOCl nekrotik olmayan dokuları da parçalayabilmektedir. Ancak NaOCl'e aminoasitler eklenerek yüksek pH'ye sahip mono-di kloraminler oluşturulabileceği ve bu sayede oluşan kloraminlerin NaOCl'in yan etkisini azaltarak etkinin özellikle denatüre proteinlere ve kollajene yöneltilebileceği belirtilmiştir.¹

İki çözelti kullanımdan önce oda sıcaklığında eşit parçalar halinde iyice karıştırılır.⁷ Jel formunda aminoasit ile NaOCl likit içeriği karıştırıldığında,⁷ üç amino asit farklı yüklenir, bu da çürük dentin içindeki proteinlerin farklı bölgelerine elektrostatik çekim sağlar⁸ ve pH'si yaklaşık 11 olan amino asitler üzerindeki pozitif ve negatif yüklü grupların klorlu hale geldiği kloramin formu meydana gelir.⁷ Bu üç kloraminin her biri elektrostatik olarak bu parçalardan birini çekerek, NaOCl'nin yan etkilerini en aza indirirken,⁸ aynı zamanda klorinasyon etkisiyle hidrojen bağlarının bozulmasıyla sekonder veya kuarterner yapıdaki kollajen etkilenmektedir.¹⁴ Bunun sonucunda çürük dentin matriksindeki kollajen çapraz bağlantısının daha da bozulduğu varsayılmaktadır⁷ ve bu işlemlerin kimyasal sonucu, çürük lezyonun demineralize kısmında bulunan bozulmuş kollajenin parçalanmasıdır.⁸ Bu durum sağlıklı dokuya zarar vermemektedir, çünkü aminoasitler aktif klorinler için yön belirleme cihazı gibi davranmaktadır.¹⁴

Karıştırıldıktan sonra etkinliği 20 dakika sürmektedir. Jel karışımı çürük üzerine 30 saniye uygulanmalıdır ve Carisolv'un özel olarak tasarlanmış, travmatik olmayan el aletleri ile çürük nazikçe uzaklaştırılmalıdır. Aynı prosedür jel temiz ve berrak olarak uzaklaştırılana kadar tekrarlanmalıdır.¹⁴ Çürük dentinin uzaklaştırılma şekli nedeniyle, kavite smear tabakasını serbest bırakarak kompozit rezin restorasyon malzemeleri ile kullanılan dentin bağlayıcı ajanlar için optimum bir yüzey sağlamaktadır.¹⁸

Li ve ark.³ Carisolv'un etkinliğini değerlendirmek için yaptıkları metaanalizde Carisolv kullanımını; tam çürük uzaklaştırma oranı (CCR), tedavi süresi ve lokal anestezi kullanımı açısından döner aletler ile karşılaştırmışlardır. CCR'de, Carisolv grubu ve döner alet grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Carisolv grubunda, lokal anestezi kullanımı daha az iken, tedavi süresi önemli ölçüde daha uzun bulunmuştur. Bu metaanaliz, Carisolv'un, daha uzun tedavi süresine sahip olmasına rağmen lokal anestezi kullanımını azaltabileceğini göstermiştir.³

Ali ve ark.¹⁹ derin çürükleri ve geri dönüşümlü pulpitis semptomları olan hastalarda yaptıkları randomize kontrollü klinik çalışmada, döner aletler ve kemomekanik Carisolv jel ile çürük uzaklaştırma işleminin pulpa sağ kalımı açısından sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Dişlerin pulpa duyarlılığı ve periapikal sağlığı 12 ay sonra, termal ve elektrikli pulpa testi kullanılarak belirlenmiş ve periapikal film ve CBCT kullanılarak periapikal lezyon varlığı yokluğu şeklinde değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, Carisolv jelin, döner aletlere kıyasla pulpa sağ kalım oranını arttırdığı bulunmuştur.¹⁹

Keenan ve Congiusta²⁰ yaptıkları metaanalizde, Carisolv'un çürük uzaklaştırılma etkinliğini, tedavi süresini ve lokal anestezi ihtiyacını değerlendirmişlerdir. Carisolv'un çürük uzaklaştırılma etkinliği açısından üstün bir performans sergilediği, tedavi süresinin daha uzun sürdüğü ve çocukların sadece %4'ünde lokal anestezi ihtiyacı gerektirdiği sonucuna varılmıştır.²⁰

Enzimatik Bazlı Ajanlar

Papain gibi proteolitik ajanlar, daha önce bakteriyel etkiye (enfekte dentin) maruz kalmış kısmen demineralize ve değiştirilmiş dentin matrisini daha da bozmak için kullanılabilir.⁷ Çürük dentinin kısmen bozulmuş olan kollajeni, kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanları ile klorlanmaktadır. Klorlanma sonucunda hidrojen bağları parçalanmakta, kollajenin sekonder ve kuarterner yapısı etkilenmektedir. Bunun sonucunda çürük dokunun uzaklaştırılması kolaylaşmaktadır.¹⁴

Papacarie ve Carie-care'in, Carica papaya ağacının ve pepsin enziminin doğal özütlerinin etkisiyle çürüklerin uzaklaştırılmasında etkili olduğu bildirilmiştir.⁹ Tamponlanmış bir çözeltide pepsin enzimi kullanılarak Biosolv (SFC-V ve SFC-VIII) adı verilen deneysel bir ürün geliştirilmiştir.⁹

Kumar ve ark.²¹ yaptıkları çalışmada süt azı dişlerinde kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemini; çürüklerin uzaklaştırılması için geçen süre, etkinlik ve hasta kabulü açısından klinik ortamda polimer frezlerle ve sahada travmatik restoratif tedavi (ART) ile karşılaştırmışlardır. Kemomekanik çürük uzaklaştırma yönteminin, daha verimli olduğu, daha az zaman aldığı bulunmuş ve hastalar tarafından daha fazla kabul gördüğü bildirilmiştir.²¹

Papacarie

Bussodori ve ark.¹⁴ tarafından 2003 yılında Brezilya'da, kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanı olarak tanıtılmıştır. Papacarie; Brezilya'da Ulusal Sağlık Gözetimi Kurumu *Agência Nacional De Vigilância Sanitária* (ANVISA) tarafından patentli, tescilli ve onaylı ulusal bir üründür.¹⁴ Bu ajan; papain enzimi, kloramin, toluidin mavisi, çeşitli tuzlar, koruyucu, stabilizatör, kıvam artırıcı ve deiyonize su içermektedir.^{8,22}

Ana etki, dentinal matrikste proteoglikanların bozulmasına neden olan bir proteolitik enzim olan papain enziminin varlığına bağlıdır.⁹ Papain; Brezilya, Hindistan, Güney Amerika ve Havai gibi tropikal bölgelerde yetiştirilen Carica Papaya ağacının meyve, yaprak ve kauçuğunun özünden elde edilmektedir.^{14,22} Bu enzim bakterisidal, bakteriyostatik ve antiinflamatuvar aktiviteye sahip olan bir endoproteindir.^{1,14} ve antibakteriyel etkisiyle hem gram-negatif hem de gram-pozitif organizmaların çoğalmasını engellemektedir.¹⁴ Papain, çürük etkisiyle kısmen tahrip olan kollajen moleküllerini parçalayıp ölü hücreleri sindirebilmekte ve çürük süreci boyunca oluşan fibrin örtüsünü elimine etmektedir. Papain, kollajen molekülleri kısmen degrade olmuş olan ve normalde sağlıklı dokularda sindirim görevini inhibe eden alfa 1-antitripsin enziminin eksikliğinden dolayı, özellikle enfekte ve ölü dokuları parçalamaktadır.^{1,6} Sağlıklı dokulara zarar vermemektedir, sadece plazma proteaz inhibitörü olan alfa 1-antitripsin enziminin yoksun olan çürük doku üzerine etki etmektedir.¹

Kloraminler doğrudan azot atomuna bağlı olan en az bir klor atomu içeren aminlerdir²² ve kloraminlerin bakterisid ve dezenfeksiyon özellikleri vardır.¹⁴ Kloraminler, kimyasal olarak çürük dentini yumuşatmak için kullanılırlar¹⁴ ve denatüre dokuların uzaklaştırılmasını artırır.⁹ Kloraminin çürük dentinin etkilenen bileşenleri ile bu seçici etkileşiminin, kollajen bazlı dokularda protein sindirimini engelleyen alfa-1-antitripsin antiproteaz olmamasından kaynaklandığı öne sürülmüştür.⁷

Toluidin mavisi antimikrobiyal bir ajandır. Papacarie'yi oluşturan papain ve kloramin ile toluidin mavisi sinerjistik etki oluşturmakta ve çürüğün uzaklaştırılması kolaylaşmaktadır.⁵

İlk olarak çürük kavitesi Papacarie jel ile doldurulmakta ve etki etmesi için 40-60 saniye beklenmektedir. Jelin koyu renk olması, çürük dokunun bozulma sürecinde olduğunu göstermektedir.⁵ Klinik uygulama sırasında, yüzeyde baloncukların görülmesi ve jelin bulanık görüntüsü degradasyondan hemen sonra oksijen serbestleşmesi ile açıklanmaktadır. Bu görüntü çürük uzaklaştırma işlemine başlanması gerektiğinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir.¹⁴ Yumuşayan çürük dentin, ekskavatorle uzaklaştırılmaktadır. Jelin rengi değişmeyinceye kadar uygulamanın tekrarlanması önerilmektedir. Uygulamalar arasında kaviteyi yıka-mak gerekmemektedir.^{5,8}

Tarama elektron mikroskobu (SEM) ile yapılan çalışmalar sonucunda, Papacarie'nin smear tabakasını uzaklaştırdığı ve dentin tübüllerinin net bir şekilde izlenmesini sağladığı bildirilmiştir.¹⁴ Smear tabakasının yokluğu papain jelin proteolitik yapısı ile açıklanmaktadır. Smear tabakasının yokluğunda adeziv rezinin, intertübüler dentin ve açık dentin tübülleri içine infiltrasyonunu kolaylaştırarak bağlanmayı artıracığı bildirilmiştir.¹⁴ Ayrıca, kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemlerinin kullanımını sonucu oluşan pürüzlü dentin yüzeyi bağlanma için yüzey alanını artırmaktadır ve restoratif materyallerin adezyonuna katkı sağlamaktadır.¹⁴

Bu teknikte, ağrıya neden olmadan nazikçe ekskavasyon yapabilmesi nedeniyle lokal anestezi gerekmemektedir.²² Bununla birlikte, mevcut sonuçlar biyoyumluluğu, çürüklerin uzaklaştırılması, antimikrobiyal etki ve hastalar tarafından kabulü açısından umut vericidir.⁸

Goyal ve ark.²³ yaptıkları randomize kontrollü çalışmada, çocuklarda okluzal veya servikal geniş çürükler üzerinde Papacarie'nin etkinliğini değerlendirmiş ve geleneksel yöntem ile tedavi süresi, çocuğun ağrı algısı, anksiyete düzeyi değişimi, mikrobiyal flora ve çocuğun tedavi tercihi açısından karşılaştırmışlardır. Böylece Papacarie'nin çocuk diş hekimliği alanındaki uygulama ve kapsamını değerlendirmek amaçlanmıştır. Papacarie yönteminde tedavi süresi geleneksel yöntemle göre daha uzun bulunmuş, ancak ağrı ve anksiyetede azalma gözlenmiştir. Geleneksel yöntem ile tedavi sırasında ise anksiyetede artış olduğu tespit edilmiştir. İşlem sonrası bakteri sayımları iki yöntemde de önemli ölçüde azalmış ve daha fazla hasta geleneksel tedavi yöntemine kıyasla Papacarie'yi tercih etmiştir.²³

Schwendicke²⁴ yaptığı metaanalizde, süt azı dişlerinde Papacarie ile geleneksel yöntemi çürük doku uzaklaştırdıktan sonra kalan bakteri sayısı, tedavi süresi ve ağrı bakımından karşılaştırmıştır. Sonuçlar; Papacarie'de geleneksel yöntemle kıyasla çürük dokunun uzaklaştırılmasının ardından kalan bakteri sayısının daha az olduğunu, daha az ağrıya neden olduğunu ve tedavi süresinin daha uzun olduğunu göstermiştir.²⁴

Alhumaid²⁵ yaptığı in vitro çalışmada, süt azı dişlerinde Papacarie ile geleneksel yöntemin çürük uzaklaştırma etkinliğini ve verimliliğini karşılaştırmayı amaçlamıştır. Verimliliği ölçmek için tedavi süresi hesaplanmış ve etkinliği ölçmek için SEM altında inceleme yapılmıştır. Sonuç olarak, Papacarie'nin geleneksel çürük uzaklaştırma yöntemi kadar bakterilerin uzaklaştırılmasında etkili olduğu bulunmuş, ancak çürük uzaklaştırılması için geçen süre daha uzun olduğu için daha az verimli olduğu bildirilmiştir.²⁵

Nair ve ark.²⁶ yaptıkları in vitro çalışmada, üç kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanı Carisolv, Papacarie ve Carie-care ile çürükler uzaklaştırdıktan sonra kompozit ile restore edilen dişlerin mikrogerilim bağlanma kuvvetlerine dayanımını değerlendirmişler, ayrıca EDX analizi kullanarak dentin kimyasal bileşimi üzerindeki etkisini analiz etmişler ve geleneksel yöntem ile karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda üç kemomekanik ajan ile kontrol grubunun mikrogerilim bağlanma kuvvetlerine dayanımı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Dentinin kalsiyum (Ca) ve fosfor (P) içeriğini gösteren EDX analizi sonucunda Ca / P oranında bir fark yoktur, bu da çalışmada test edilen kemomekanik ajanların hiçbirinin dentin yüzeyinde herhangi bir kimyasal değişiklik meydana getirmediğini göstermektedir.²⁶

Kotb ve ark.²⁷ yaptıkları çalışmada, Papacarie ile çürük uzaklaştırdıktan sonra dentinin topografik özelliklerini SEM kullanarak incelemişler ve geleneksel yöntem ile kıyaslamışlardır. İncelemeler sonucunda, Papacarie kullanıldığında; dentin yüzeyinin sert, poröz (gözenekli) ve globuler bir görünüme sahip olduğu, smear tabakasının kısmen veya tamamen uzaklaştırıldığı, açık dentin tübüllerinin bulunduğu tespit edilmiştir. Geleneksel yöntemde ise dentin tübüllerini tıkayan smear tabakası ile kaplanmış pürüzsüz ve amorf bir dentin yüzey morfolojisi gözlenmiştir.²⁷

Apacaries jel

Apacaries jel, biyoyumlu bir materyaldir ve antibakteriyel karaktere sahiptir.²⁸ Mangosten özütlerinden elde edilen polifenol ve papain jeli karışımıdır. Bu jel, süt dişlerinde çürük uzaklaştırma işlemlerinin daha yumuşak şekilde yapılabilmesini sağlamaktadır.¹

Papain, çürüklerin etkisi ile kısmen tahrip olan kollajen moleküllerini parçalayarak etki eder ve bu enzim ölü hücreleri sindirebilen ve çürük sürecinin oluşturduğu fibrin tabakasını ortadan kaldıran bir endoproteindir.²⁹ Sadece proteaz inhibitörü alfa 1-antitripsin içermeyen çürük doku üzerinde etki eder, sağlıklı dokulara zarar vermez. Sağlıklı doku alfa 1-antitripsin içerdiği için proteolitik etkisi sağlıklı dokuda inhibe edilir.³⁰

Spesifik polifenollerin *Streptococcus Mutans*'a karşı etkisini araştıran birkaç in vitro çalışma bulunmaktadır. *Streptococcus Mutans*'lar glukoziltransferaz (GTF) enzimini kullanarak sükrözdan hücre dışı glukanları sentezlerler. Glukanlar dış yüzeyinde karyojenik streptokokların ve diğer oral mikroorganizmaların birikmesini teşvik ederler, biyofilmlerin oluşumu ve yapısal bütünlüğü için kritik öneme sahiptirler.³¹ Bazı çalışmalar, polifenollerin varlığında GTF enzimine bağlı glukan sentezinin inhibe olduğunu bildirmektedir. Polifenollerin *Streptococcus Mutans*'ların glukan bağlanma bölgelerini inhibe ederek bunu yaptıkları belirtilmiştir.^{29,32}

Bununla birlikte, biyofilmler içinde tükürüğün sınırlı erişimi nedeniyle etkili nötralizasyon meydana gelemez; plak matrisindeki düşük pH değerleri, diş minesinin demineralizasyonuna ve *Streptococcus Mutans* gibi asidürik organizmaların seçimine katkıda bulunur.³¹ Adenozin trifosfat (F-ATPaz) enzimi, protonları hücreden dışarı taşımakta ve asidifikasyonun metabolik süreçler üzerindeki negatif etkisini hafifletmektedir. Bu sebeple, ekstraselüler çevrenin pH'sını düşürmektedir.³³ Bazı çalışmalar *Streptococcus Mutans* tarafından asit üretiminin inhibisyonunu rapor etmektedir ve bu sonucu da polifenollerdeki proton translokasyonu yapan bakteriyel enzim F-ATPaz'ın aktivitesine bağlamışlardır.^{29,31}

Matsumoto ve diğerleri 2003'te yaptıkları çalışmada, Oolong çayının içerisinde bulunan polifenolün *Streptococcus Mutans* ile enfekte olmuş sıçanlarda diş çürüğüne karşı etkinliğini değerlendirmişlerdir. Sonuçta oolong çayının içerisinde bulunan polifenolün güçlü bir anti-GTF aktivitesine sahip olduğu ve *Streptococcus Mutans*'larla enfekte olmuş sıçanlarda deneysel diş çürüğünü inhibe ettiği gösterilmiştir.³²

Duarte ve ark.³¹ yaptıkları çalışmada, zengin bir polifenol kaynağı olan kızılcık meyvesinin *Streptococcus Mutans* biyofilmi gelişimi ve asidojenitesi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Sonuçta kızılcıktaki polifenollerin *Streptococcus Mutans* hücrelerinin asit üretimini inhibe ettiği bildirilmiştir. Bu durum polifenollerin F-ATPaz aktivitesine bağlı bulunmuştur.³¹

Apacaries jel çürük lezyona 40 saniye boyunca uygulanır ve daha sonra çürük doku el aletleri kullanılarak nazikçe uzaklaştırılır. Sadece enfekte olmuş dokuyu temizler ve sağlıklı dokuyu korur. Lokal anestezide gerek yoktur, daha az ağrılı, gürültüsüz, titreşimsizdir ve aynı zamanda hasta kabulü iyidir.²⁸

Juntavee ve ark.²⁹ yaptıkları çalışmada, Apacaries jelinin in vitro olarak *Streptococcus mutans* üzerindeki antibakteriyel etkilerini değerlendirmişlerdir. Apacaries jelinin *Streptococcus mutans* suşunu etkili bir şekilde inhibe edebildiği görülmüştür. Mangosten özütü ve papain karışımı jelin kullanılması, bu jellerin ayrı ayrı kullanılmasından daha büyük bir inhibisyon bölgesi ile sonuçlanmıştır. Bu da papain ve mangostenin *Streptococcus Mutans* üzerindeki etkisinin sinerjistik olduğunu göstermektedir.²⁹

Juntavee ve ark.³⁴ yaptıkları çalışmada, süt dişlerinde çürük uzaklaştırma yöntemlerinin cam iyonomer restorasyonların mikrosızıntıları üzerindeki in vitro etkisini değerlendirmişlerdir. Kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemi (Apacaries), Er:YAG lazer ve atravmatik restoratif tedavi (ART) kullanılmıştır. Sonuçlar; Apacaries jel kullanımı sonrası uygulanan cam iyonomer restorasyonun ortalama mikrosızıntı seviyesinin en düşük, Er:YAG lazer ile en yüksek olduğunu göstermiştir.³⁴

Carie-care

Carie-Care, esansiyel terapötik yağlarla kombinasyon halinde, bazik amino asitler bakımından zengin bir endoprotein olan papaya ekstraktına dayanır.³⁵ İçeriği Papacarie ile benzer şekilde; papain enziminden, kloramininden, toluidin mavisinden ve karanfil yağından meydana gelmektedir.¹⁴ Aynı zamanda terapötik uçucu yağlar, sodyum klorür, renklendirici ajan, sodyum metil paraben ve steril su da içermektedir.⁷

Ana etken madde olarak bir endoprotein olan papain vardır.⁷ Bir papaya özütü olan papain, antibakteriyel ve antiinflamatuvar özelliklere sahiptir³⁰ ve bitişik sağlıklı dokular üzerinde herhangi bir istenmeyen etki olmadan çürük dokunun kısmi olarak bozulmuş kollajenini yumuşatacak proteolitik etkiye sahiptir.³⁵ Sadece proteaz inhibitörü alfa 1-antitripsin içermeyen çürük doku üzerinde etki eder, sağlıklı dokulara zarar vermez. Sağlıklı doku alfa 1-antitripsin içerdiği için proteolitik etkisi sağlıklı dokuda inhibe edilir.³⁰

Kloraminler iyileşme sürecine katkıda bulunur, doku onarım süresini kısaltır ve kısmen bozulmuş olan kollajenin klorlanması yoluyla çürük dentini çözme potansiyeline sahiptir. Bu, kollajen yapısının bozulmasına neden olur, hidrojen bağlarını çözer ve çürük dokunun uzaklaştırılmasına yardımcı olur.³⁰

Toluidin mavisini antimikrobiyal bir ajandır. Papain ve kloramin ile toluidin mavisini sinerjistik etki oluşturmakta ve çürüğün uzaklaştırılması kolaylaşmaktadır.⁵

Karanfil yağı doğal bir analjezik ve antiseptiktir.^{9,36} ve işlem sırasında ağrıyı azalttığı bildirilmiştir.¹⁴ Sodyum metilparaben koruyucu olarak kullanılır.³⁶ Karanfil yağı ve sodyum metil paraben ek olarak, preparat ayrıca bitki kaynaklarından elde edilen uçucu yağların spesifik yüzdelere içerir, bunlar yine antiinflamatuvar ve hafif anestezik etkiye sahiptir. Preparat ayrıca jelle tam tutarlılık sağlamak için doğru yüzde olarak belirgin jelleştirici madde içerir.³⁰

Carie-Care, altı aydan fazla 4°C'de saklanabilen tekli preparat şeklindedir.⁷ Karışım depolanamaz ve tekrar kullanılamaz.³⁰ Papacarie dahil önceki preparatların hiçbirini, antiinflamatuvar ajan olarak işlev gören esansiyel yağları içermeyenler. Carie-care, sodyum hipoklorit veya başka bir güçlü klorlayıcı ajan içermeyen, aynı zamanda antiinflamatuvar aktivite ve aroma gibi avantajlar sağlar.³⁰

Bu jelin en önemli avantajı özel aletler gerektirmeyen kolay uygulamasıdır.⁷ Carie Care tek kullanımlık aplikatör ucu ile doğrudan çürük dişe uygulanır; jel kısa zamanda etkilenen bölgedeki rengi değiştirir. 1 dakika sonra jel, çözünmüş çürük dokuyla birlikte keskin bir ekskavatör ile uzaklaştırılır.^{7,30}

Aswathi ve ark.³⁷ yaptıkları çalışmada, polimer frez ve kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanı Carie-Care'in klinik ve mikrobiyolojik olarak etkinliklerini değerlendirmişler ve karşılaştırmışlardır. Polimer frez grubunda ve Carie-Care grubunda tedaviden sonra ortalama mikrobiyal sayımda istatistiksel olarak anlamlı bir azalma bulunmuş ve bu azalma, polimer frez grubunda Carie-Care grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur.³⁷

Thakur ve ark.³⁵ yaptıkları çalışmada, Papacarie Duo ve Carie-Care kullanılarak çürüklerin uzaklaştırılmasını takiben dentin yüzeylerini elektron mikroskobu ile tarayarak analiz etmişlerdir. Her iki ajan patent dentin tübüleri ile minimal smear tabakası gösterse de, Carie-Care etkilenen çürüğün saydam bölgesini temsil eden peritübüler ve intertübüler dentin çapraz bantlarının varlığını göstermiştir. Carie-Care ile tedavi edilen yüzeyde rezidüel dentin için daha iyi bir yüzey morfolojisi gözlenmiştir ve bu nedenle adeziv restoratif materyale daha iyi bir bağlanma sağladığı bildirilmiştir.³⁵

Sontakke ve ark.³⁰ yaptıkları randomize kontrollü çalışmada, Carie-care'in geleneksel yöntemlere göre avantajlarını klinik olarak gözlemlemeyi amaçlamışlardır. Kemomekanik yöntem Carie-care geleneksel yöntemlere göre zaman alıcı bulunmuş, ancak ağrıyı azaltması ve maliyetinin daha uygun olması nedeniyle daha avantajlı olduğu bildirilmiştir.³⁰

Biosolv

Biosolv, deney aşamasında olan enzimatik bazlı kemomekanik çürük temizleme ajanıdır.^{1,15} Biosolv jelin içeriğinde fosforik asit ve sodyum bifosfat ile tamponlanmış pepsin enzimi bulunmaktadır.^{9,14,38}

Fosforik asitin çürük ile enfekte olmuş dentin inorganik bileşenlerini çözebildiği ve pepsinin çürük biyokütlenin organik kısımlarına erişim sağladığı bilinmektedir. Pepsin çürükle enfekte olmuş dentin

dokusundaki yapısı bozulmuş olan kollajen fibrilleri seçici olarak yıkıma uğratmaktadır.^{9,10} Böylece, yumuşamış olan dentin dokusu özel olarak tasarlanmış olan plastik aletler ile sağlam diş sert dokularına zarar vermeden kolayca uzaklaştırılabilir.⁹

Biosolv jelin pH'si 3'tür. Bu asidik içeriği nedeni ile çürük uzaklaştırma sonrasında daha yumuşak ve pürüzlü bir dentin yüzeyi ortaya çıkmaktadır.¹⁴

Biosolv ile ilgili bilgi oldukça azdır^{10,17} ve üretici firmanın aktardıkları ile sınırlıdır.^{1,10} Bir çalışmada, Biosolv'un çürükle enfekte olmuş dentin dokusunu Carisolv'den daha etkin bir şekilde uzaklaştırdığı iddia edilmektedir.¹⁰ BioSolv'ün işlevinin ve etkisinin daha iyi anlaşılabilmesi için daha ileri çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.^{1,10}

Neves ve ark.³⁹ yaptıkları çalışmada, farklı çürük uzaklaştırma yöntemleri sonrası rezidüel dentin mineral yoğunluğunu mikro-CT ile belirlemeyi ve karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Çalışmada tungsten karbit frezler, seramik frezler, sono abrazyon, Biosolv ve Carisolv kullanılmıştır. Sonuç olarak, Biosolv'un en agresif çürük uzaklaştırma ajanı olduğu ve materyalin çürük dentin dokusu ile birlikte sağlam dentin dokusunu da uzaklaştırdığı bulunmuştur. Bunun nedeninin Biosolv'un asidik yapısı olduğu belirtilmiştir.³⁹

Clementino-Luedemann ve ark.⁴⁰ yaptıkları çalışmada, Biosolv'un çürük uzaklaştırma etkinliğini değerlendirmişler ve elde edilen sonuçları Carisolv ile karşılaştırmışlardır. Biosolv ve Carisolv'un benzer miktarlarda çürük dentin uzaklaştırdıkları, ancak sonuçta farklı yüzey morfolojilerine sahip oldukları bulunmuştur. Carisolv uygulanması sonrası daha pürüzlü bir yüzeyle sonuçlanmış, Biosolv uygulanması sonrası ise açık dentin tübülleri ve az miktarda bakteriyeye sahip organize bir dentin kollajen ağı gözlenmiştir.⁴⁰

Banerjee ve ark.⁴¹ yaptıkları çalışmada, Carisolv, Biosolv (SFC-V) ve travmatik restoratif tedavi (ART) ile tedavi sonrası kalan dentin miktarını değerlendirmişlerdir. Biosolv'un diğer iki yöntemle kıyasla daha fazla etkilenmiş dentin bıraktığı gözlenmiştir. Bu durum, dentinin Biosolv'u hızlı bir şekilde tamponlamasına ve bu nedenle de yapısındaki pepsinin denatüre olmuş dentini uzaklaştıramamasına bağlı bulunmuştur.⁴¹

Neves ve ark.⁴² yaptıkları çalışmada, farklı çürük uzaklaştırma yöntemlerinin etkinliklerini ve seçiciliklerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada, Er:YAG lazer, tungsten karbit frezler, seramik frezler (CeraBurs), sono abrazyon, Biosolv ve Carisolv kullanılmıştır. Biosolv ve Carisolv selektif çürük uzaklaştırma açısından en başarılı yöntemler olarak bulunmuştur. Biosolv çürüklerin uzaklaştırılmasında bir metal ekskavatör ile birlikte kullanıldığında, daha etkili ve seçici sonuçlar vermiştir.⁴²

Brix-3000

Arjantin'de Carica Papaya ağacının meyveleri ve kauçuk yapraklarının özünden elde edilen proteolitik bir enzim olan papain enzimi esaslı, Brix-3000 adında yeni bir kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanı bulunmuştur.^{43,44} Brix-3000, Enkapsülasyon Tampon Emülsiyonu (EBE) teknolojisini kullanarak biyolojik olarak kapsüllenmiş %10 konsantrasyonda papain içeren bir ajandır.⁴³

Bu ürünün diğer papain bazlı kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanlarından farkı, kullanılan papain miktarı (% 10'luk bir konsantrasyonda 3.000 U/mg) ve EBE teknolojisi ile biyokapsüllemidir.⁴⁴ Bu teknoloji proteolitik enzimleri hareketsiz kılan, bu enzimlere stabilite kazandıran ve sadece bozulmuş kollajen üzerinde proteoliz yapılırken serbest bırakarak enzimlerin aktivitesini %50-60 oranında arttıran bir tekniktir.⁴³ Bu Brix-3000'e; çürük dokusundaki kollajen fibrilleri uzaklaştırmak için daha yüksek proteoliz etkinliği, aktif sıvının oral sıvılar tarafından daha az çözünmesi, olumsuz koşullarda bile depolamaya daha fazla direnç gösterme, soğuk zincir kuruması gerektirmemesi, doku üzerindeki antiseptik etkisinde artış ile daha fazla antibakteriyel ve antifungal güç gibi özellikler sağlanmaktadır.⁴⁵ Kemomekanik bir ajan olan Brix-3000 seçici bir etkiye sahiptir.⁴³ Papain, antibakteriyel, bakteriyostatik ve antienflamatuvar aktiviteye sahip, skatrisyel süreci hızlandıran bir endoproteindir. Bu enzim, normal dokularda proteolitik etkiyi önleyen

bir antiproteaz olan alfa 1-antitripsin olmadığı için sadece hasarlı dokularda etki eder. Hasarlı dokularda çürüklerin etkisi ile kısmen bozulmuş olan kollajen moleküllerini parçalayarak hareket eder¹⁰ ve enfekte dentindeki bozulmuş kollajen fibrilleri uzaklaştırır.¹³

Brix-3000; ağız, cilt veya gözlere toksik olmadığını kanıtlayan dermatolojik sertifikalara sahiptir ve sağlıklı doku ile temas ettiğinde herhangi bir reaksiyona neden olmaz.^{43,45} Ayrıca, bu ajan toksikolojik güvenlik özelliğini azaltan kloramin içermez.⁴⁶

Brix-3000 için üretici, ajanı iyi izolasyon altında iki dakika boyunca uygulamayı önermektedir.⁴⁷ Jelin çürük doku üzerine uygulanmasından sonra, dentin yüzeyinde yüksek bulanıklığa sahip oksijen kabarcığı oluşumu meydana gelmekte, bu da kollajen moleküllerinin parçalandığını ve enfekte dentinin uzaklaştırılabileceğini göstermektedir. Bu durum jelin uygulamasından 1-2 dakika sonra ortaya çıkar. Brix-3000 uygulanırken nemli ortamın sağlanması önerilmektedir. Enfekte olmuş doku bu süreden sonra ekskavatör ile uzaklaştırılmalıdır. Üreticiye göre, jel yumuşak doku kalmayana kadar gerektiği kadar tekrar uygulanabilir. Uygulamalar arasındaki boşluğun yıkanmasına veya kurutulmasına gerek yoktur.⁴³

İsmail ve ark.⁴⁴ yaptıkları çalışmada, Brix-3000 ile seramik frezleri çürük uzaklaştırma işlemi sırasında ve sonrasında anksiyete düzeyi açısından karşılaştırmışlardır. Tedavi sırasında anksiyete düzeyi Brix-3000'de seramik frezlerden daha düşük düzeyde bulunmuş, tedavi sonrasında ise anksiyete düzeyleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.⁴⁴

İsmail ve ark.⁴⁵ yaptıkları diğer bir çalışmada, Brix-3000'in etkinliğini değerlendirmişler ve çürük uzaklaştırdıktan sonraki toplam bakteri sayısı, ağrı reaksiyonu ve tedavi süresi açısından seramik frezlerle karşılaştırmışlardır. Her iki çürük uzaklaştırma yönteminde de toplam bakteri sayısında düşüş olduğu, ancak aralarında anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir. Brix-3000'de ağrı reaksiyonunun daha az olduğu ve tedavi süresinin seramik frezlerle kıyasla daha fazla olduğu bulunmuştur.⁴⁵

Alkhouli ve ark.⁴⁶ yaptıkları randomize kontrollü çalışmada, süt azı dişlerinde Brix-3000 ve %2.25 NaOCl jelin tedavi süresi ve hasta kabulü açısından etkinliğini değerlendirmişler ve geleneksel yöntemle karşılaştırmışlardır. Geleneksel yöntem, çürüklerin uzaklaştırılması için Brix-3000 ve NaOCl jeline kıyasla daha az zaman gerektirmiş ve daha yüksek ağrı skorları gözlenmiştir. Ancak Brix-3000 ve NaOCl jeli arasında zaman ve ağrı skorları açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır.⁴⁶

SONUÇ

Diş çürüğü, gelişmekte olan ülkelerde önemli bir halk sağlığı sorunu olmaya devam etmektedir. Geleneksel çürük uzaklaştırma yöntemleri, çürüğü seçici olmayan bir şekilde uzaklaştırır ve sağlam diş dokularına zarar verir. Ayrıca döner aletlerin kullanımını içerdiğinden gürültü, titreşim, ısı, basınç, ağrı ve lokal anestezi ihtiyacı gibi dezavantajları da bulunur. Bu dezavantajlar çocukların anksiyete düzeylerini artırabilir ve diş tedavilerine uyumlarının azalmasına neden olabilir. Bu sorunların üstesinden gelmek için minimal invaziv yöntemler tercih edilmeye başlanmıştır.

Kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemi sadece enfekte olmuş demineralize dentinin uzaklaştırıldığı, etkilenen remineralize olma yeteneğine sahip dentinin ve sağlam diş dokusunun korunduğu minimal invaziv bir yöntemdir. Bu yöntem ağrıya neden olmadığı için özellikle çocuk diş hekimlerine, çocuk hastaları lokal anestezi uygulanmasızın tedavi etme seçeceği sunmaktadır. Ayrıca bu yöntem, döner aletlerin dezavantajlarını elimine eden bir tedavi şansı sunduğu için geleneksel çürük uzaklaştırma yöntemlerine alternatif olarak düşünülebilir. Tüm bu faydalar göz önüne alındığında kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemlerinin, çocuk diş hekimlerinin iyi davranış yönlendirmesiyle birlikte dental anksiyeteye sahip çocuk hastalar üzerinde etkili bir yöntem olabileceği göz ardı edilmemelidir. Kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemleri sodyum hipoklorit (NaOCl) bazlı ve enzimatik

bazlı olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Yapılan çalışmalar, NaOCl bazlı ajanlar ile yapılan tedavinin enzimatik bazlı ajanlar ile yapılan tedaviye kıyasla daha uzun sürdüğünü göstermiştir. Aynı zamanda enzimatik bazlı ajanlarda doğal içerikler kullanılması nedeniyle bu yöntemler diş hekimleri tarafından daha çok tercih edilmektedirler.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – A.B.A., A.Ö.; Tasarım – A.B.A., A.Ö.; Denetleme – A.B.A., A.Ö.; Kaynaklar – A.B.A.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – A.B.A., A.Ö.; Analiz ve/veya Yorum – A.B.A., A.Ö.; Literatür Taraması – A.B.A., A.Ö.; Makaleyi Yazan – A.B.A., A.Ö.; Eleştirel İnceleme – A.B.A., A.Ö.;

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – A.B.A., A.Ö.; Design – A.B.A., A.Ö.; Supervision – A.B.A., A.Ö.; Resources – A.B.A.; Data Collection and/or Processing – A.B.A., A.Ö.; Analysis and/or Interpretation – A.B.A., A.Ö.; Literature Search – Ö.G.; Writing Manuscript – A.B.A., A.Ö.; Critical Review – A.B.A., A.Ö.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

KAYNAKLAR

- Avunduk ATB, Bağlar S. Alternatif çürük uzaklaştırma yöntemleri. *Türkiye Klinikleri Diş Hek Bilim Derg.* 2019;25(3):360-370.
- Smail-Faugeron V, Glenn AM, Courson F, Durieux P, Muller-Bolla M, Chabouis HF. Pulp treatment for extensive decay in primary teeth. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2018;5(5):1-32.
- Li R, Zhao Y, Ye L. How to make choice of the carious removal methods, Carisolv or traditional drilling? A meta-analysis. *J Oral Rehabil.* 2014;41(6):432-442.
- Ricketts D, Kidd E, Innes NP, Clarkson JE. Complete or ultraconservative removal of decayed tissue in unfilled teeth. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2006;3(3):1-14.
- Mhatre S, Sinha S, Bijle MNA, Thanawala EA. Chemomechanical caries removal system: A brief review. *Int J Clin Dent Sci.* 2011;2(2):52-57.
- Kitsahawong K, Seminario AL, Pungchanchaikul P, Rattanacharonthum A, Pitiphat W. Chemomechanical versus drilling methods for caries removal: An in vitro study. *Brazil Oral Res.* 2015;29(1):1-8.
- Venkatraghavan K, Kush A, Lakshminarayana C, Diwakar L, Ravikumar P, Patil S, et al. Chemomechanical caries removal: A review & study of an indigenously developed agent (Carie-Care™ gel) in children. *J Int Oral Health.* 2013;5(4):84-90.
- Jingarwar M, Bajwa N, Pathak, A. Minimal intervention dentistry: A new frontier in clinical dentistry. *J Clin Diagnostic Res.* 2014;8(7):4-8.
- Hegde MN, Abhishek, M. Chemomechanical caries removal: A conservative and pain free approach. *Adv Res Gastroenterology Hepatolog.* 2017;5(3):69-71.
- Hamama H, Yiu C, Burrow, M. Current update of chemomechanical caries removal methods. *Aust Dent J.* 2014;59(4):446-456
- Goldman M, Kronman JH. A preliminary report on a chemomechanical means of removing caries. *J Am Dent Assoc.* 1976; 93(6): 1149-1153.
- Hamama H, Yiu C, Burrow M, King N. Systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials on chemomechanical caries removal. *Operativ Dent.* 2015;40(4):167-178.
- Ganesh M, Parikh D. Chemomechanical caries removal (CMCR) agents: Review and clinical application in primary teeth. *J Dent Oral Hygien.* 2011;3(3):34-45.
- Coşgun MT, Öz FT. Kemomekanik çürük temizleme yöntemindeki güncel gelişmeler. *Türkiye Klinikleri Diş Hek Bil Derg.* 2019;25(3):344-350.
- Hamama H, Yiu C, Burrow MF, King N. Chemical, morphological and microhardness changes of dentine after chemomechanical caries removal. *Aust Dent J.* 2013;58(3):283-292.
- Habib C, Kronman J, Goldman M. A chemical evaluation of collagen and hydroxyproline after treatment with GK-101 (N-chloroglycine). *Pharmacolog Therapeutic Dent.* 197;2(3):209-215.
- Kurosaki N, Sato Y, Iwaku M, Fusayama T. Effect of a carious dentin softener on the dentin and pulp. *J Prosthet Dent.* 1977;38(2):169-173.
- Ricketts DNJ, Pitts NB. *Novel operative treatment options.* In: Pitts NB, eds. *Detection, Assessment, Diagnosis and Monitoring of Caries.* 1st Ed. Basel, Switzerland: Karger; 2009. p.174-87.
- Ali A, Koller G, Foschi F, Andiappan M, Bruce K, Banerjee A, et al. Self-limiting versus conventional caries removal: A randomized clinical trial. *J Dent Res.* 2018;97(11):1207-13.
- Keenan AV, Congiusta MA. Efficacy of using Carisolv in the removal of decayed tooth structure in primary teeth. *Evidence-based Dent.* 2016;17(2):44-45.
- Kumar KS, Prasad MG, Sandeep RV, Reddy SP, Divya D, Pratyusha K. Chemomechanical caries removal method versus mechanical caries removal methods in clinical and community based setting: A comparative in vivo study. *Eur J Dent.* 2016;10(3):386-391.
- Bussadori SK, Castro LC, Galvão AC. Papain gel: A new chemomechanical caries removal agent. *J Clin Pediatr Dent.* 2006; 30(2):115-119.
- Goyal PA, Kumari R, Kannan V, Madhu S. Efficacy and tolerance of papain gel with conventional drilling method: A clinico-microbiological study. *J Clin Pediatr Dent.* 2015;39(2):109-112.
- Schwendicke F. Caries removal in primary teeth using Papacarie. *Evidence-based Dentistry.* 2018;19(3):74-5
- AlHumaid J. Efficacy and efficiency of papacarie versus conventional method in caries removal in primary teeth: An SEM study. *Saudi J Med Med Sci.* 2020;8(1):41-45.
- Nair S, Nadig RR, Pai VS, Gowda Y. Effect of a papain-based chemomechanical agent on structure of dentin and bond strength: An in vitro study. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2018;11(3):161-166.
- Kotb R, Elkateb M, Ahmed A, Kawana K, El Meligy O. Dentin topographic features following chemomechanical caries removal in primary teeth. *J Clin Pediatric Dent.* 2016;40(6):472-479.
- Kush A, Thakur R, Patil SDS, Paul ST, Kakanur M. Evaluation of antimicrobial action of Carie Care™ and Papacarie Duo™ on Aggregatibacter actinomycetemcomitans a major periodontal pathogen using polymerase chain reaction. *Contemp Clin Dent.* 2015;6(4):534-8.
- Juntavee A, Peerapattana J, Ratanathongkam A, Nualkaew N, Chatchiwattana S, Treesuwan P. The antibacterial effects of Apacaries gel on Streptococcus mutans: An in vitro study. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2014;7(2):77-81.
- Sontakke P, Jain P, Patil AD, Biswas G, Yadav P, Makkar DK, et al. A comparative study of the clinical efficiency of chemomechanical caries removal using Carie-Care gel for permanent teeth of children of age group of 12–15 years with that of conventional drilling method: A randomized controlled trial. *DentRes J.* 2019;16(1):42-46.

31. Duarte S, Gregoire S, Singh AP, Vorsa N, Schaich K, Bowen WH, et al. Inhibitory effects of cranberry polyphenols on formation and acidogenicity of *Streptococcus mutans* biofilms. *FEMS Microbiol Letters*. 2006;257(1):50-56.
32. Matsumoto M, Hamada S, Ooshima T. Molecular analysis of the inhibitory effects of oolong tea polyphenols on glucan-binding domain of recombinant glucosyltransferases from *Streptococcus mutans* MT8148. *FEMS Microbiol Letters*. 2003;228(1):73-80.
33. Xiao Y, Liu T, Zhan L, Zhou X. The effects of tea polyphenols on the adherence of cariogenic bacterium to the salivary acquired pellicle in vitro. *West China J Stomatol*. 2000;18(5):336-339.
34. Juntavee A, Juntavee N, Peerapattana J, Nualkaew N, Sutthisawat S. Comparison of marginal microleakage of glass ionomer restorations in primary molars prepared by chemo-mechanical caries removal (CMCR), erbium: yttrium aluminum-garnet (Er: YAG) laser and atraumatic restorative technique (ART). *Int J Clin Pediatr Dent*. 2013;6(2):75-79.
35. Thakur R, Patil SDS, Kush A, Madhu K. SEM analysis of residual dentin surface in primary teeth using different chemomechanical caries removal agents. *J Clin Pediatr Dent*. 2017;41(4):289-293.
36. Hegde AM, Preethi V, Shetty A, Shetty S. Clinical evaluation of chemomechanical caries removal using Carie-care system among school children. *Nitte University J Health Sci*. 2014;4(3):80-84.
37. Aswathi KK, Rani SP, Athimuthu A, Prasanna P, Patil P, Deepali K. Comparison of efficacy of caries removal using polymer bur and chemomechanical caries removal agent: A clinical and microbiological assessment-An in vivo study. *J Indian Soc Pedodont Prevent Dent*. 2017;35(1):6-13.
38. Hacıoğulları Dİ, Ulusoy N, Cengiz E. Derin dentin çürüklerinin tedavisinde alternatif yeni yöntemler. *Atatürk Üniv Dış Hek Fak Derg*. 2016; 16:120-136.
39. Neves AA, Coutinho E, De Munck J, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Does DIAGNOdent provide a reliable caries-removal endpoint? *J Dent*. 2011;39(5):351-360.
40. Clementino-Luedemann TN, Ilie ADN, Hickel R, Kunzelmann KH. Microcomputed tomographic evaluation of a new enzyme solution for caries removal in deciduous teeth. *Dent Mater J*. 2006;25(4):675-683.
41. Banerjee A, Kellow S, Mannoçi F, Cook R, Watson T. An in vitro evaluation of microtensile bond strengths of two adhesive bonding agents to residual dentine after caries removal using three excavation techniques. *J Dent*. 2010;38(6):480-489.
42. Neves AA, Coutinho E, De Munck J, Van Meerbeek B. Caries removal effectiveness and minimal invasiveness potential of caries excavation techniques: a micro-CT investigation. *J Dent*. 2011;39(2):154-62.
43. Felizardo KR, Alvarenga Barradas NP, Guedes GF, Ferreira FDCA, Lopes MB. Use of BRIX-3000 enzymatic gel in mechanical chemical removal of caries: Clinical case report. *J Health Sci*. 2018;20(2):87-93.
44. Ismail MM, Haidar AH. Impact of Brix 3000 and conventional restorative treatment on pain reaction during caries removal among group of children in Baghdad city. *J Baghdad Colleg Dent*. 2019;31(2):7-13.
45. Ismail MMM, Haidar AH. Evaluation of the efficacy of caries removal using Papain gel (Brix 3000) and smart preparation bur: In vivo comparative study. *J Pharmaceutic Sci Res*. 2019;11(2):444-449.
46. Alkhoulı MM, Al Nesser SF, Bshara NG, AlMidani AN, Comisi JC. Comparing the efficacies of two chemomechanical caries removal agents (2.25% sodium hypochlorite gel and Brix-3000), in caries removal and patient cooperation: A randomized controlled clinical trial. *J Dent*. 2020;93(103280):1-5.