

DİŞ HEKİMLİĞİ

ALANINDA ULUSLARARASI ÇALIŞMALAR

Haziran 2023

EDİTÖR

DOÇ. DR. NESRİN SARUHAN

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • C. Cansın Selin Temana

Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi

Birinci Basım / First Edition • © Haziran 2023

ISBN • 978-625-6450-55-4

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

The right to publish this book belongs to Serüven Publishing. Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Serüven Yayınevi / Serüven Publishing

Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak

Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA

Telefon / Phone: 05437675765

web: www.serüvenyayınevi.com

e-mail: serüvenyayınevi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume

Sertifika / Certificate No: 47083

DİŞ HEKİMLİĞİ

ALANINDA ULUSLARARASI ÇALIŞMALAR

Editör

DOÇ. DR. NESRİN SARUHAN

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1

GÜLÜŞ TASARIMI

Elif Sena ATAŞ, Özlem ERÇİN, Dilan KOPUZ 1

Bölüm 2

MAKSİLLER SİNÜS OGMENTASYONU

Seçil ÇOBANOĞLU, Nesrin SARUHAN KÖSE 21

Bölüm 3

PROTETİK DİŞ TEDAVİSİNDE STOMATOGNATİK SİSTEMİN İŞLEVSEL ANATOMİSİNİN OLUŞTURULMASINDA OKLUZAL DİKEY BOYUTUN ROLÜ

Ebru EKMEKÇİ ERTAN 41

Bölüm 4

PROTETİK İMPLANTLARDA OSSEOINTEGRASYON

Meryem ERDOĞDU, Neslihan GÜNTEKİN, Ali Rıza TUNÇDEMİR 53

Bölüm 5

ENDODONTİDE REJENERATİF TEDAVİ

Ezgi Can ÇEKİÇ..... 73

Bölüm 6

BAŞLANGIÇ ÇÜRÜK LEZYONLARINDA KULLANILAN REMİNERALİZASYON AJANLARI VE TEDAVİ TEKNİKLERİ

Arife KAPTAN, Tuğba YILDIRIM..... 87

Bölüm 7

GERİATRİK PERİODONTOLOJİ

Devrim Deniz ÜNER, Gülşen EDEBAL 109

Bölüm 8

OZON TEDAVİSİNİN DİŞHEKİMLİĞİNDE KULLANIMI

Zeynep BAYRAMOĞLU 121

Bölüm 9

KÖK REZORPSİYONLARININ GÜNCEL SINIFLANDIRILMASI VE TEDAVİ YÖNTEMLERİ

Aslı Zeynep KAPOĞLU KILIÇ, Hüseyin GÜNDÜZ..... 137

Bölüm 10

ÇÜRÜK TEŞHİS YÖNTEMLERİ

Kadir CEREN, Dilan KOPUZ, Özlem ERÇİN..... 165

Bölüm 11

TEMPOROMANDİBULAR EKLEM RAHATSIZLIKLARINDA GÜNCEL TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Duygucan PEÇENEK, Bilge Gökçen RÖHLİG 179

Bölüm 12

AĞIZ, DİŞ VE ÇENE CERRAHİSİNDE APİKAL REZEKSİYONUN YERİ VE ÖNEMİ

Çağatay KALINAĞA, Nesrin SARUHAN KÖSE..... 195

Bölüm 1

GÜLÜŞ TASARIMI

Elif Sena ATAŞ¹

Özlem ERÇİN²

Dilan KOPUZ³

1 Diş Hekimi, İstanbul Kent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
senaatas9@icloud.com ORCID ID: 0009-0005-8744-867X

2 Dr. Öğretim Üyesi, İstanbul Kent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
ozlem.ercin@kent.edu.tr ORCID ID: 0000-0003-3379-4567

3 Dr. Öğretim Üyesi, İstanbul Kent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
dilan.kopuz@kent.edu.tr ORCID ID: 0000-0003-2979-6068



1. GİRİŞ

Estetik diş hekimliğine yönelim ve aynı zamanda yapılan çalışmaların artması ile beraber gülüş tasarımına ilgi oldukça artmaktadır. Günümüzde diş hekimliği sadece tedaviye yönelik girişimlerin yanında artan estetik gereksinimlerle birlikte gülüş tasarımına doğru yoğun bir eğilim göstermektedir. Bunun en önemli nedeni ise güzel, estetik bir gülümseme, bireyin daha özgüvenli olmasını ve iyi hissetmesini sağlamaktadır. Bu da toplum içerisinde kişilikleri güçlendirir ve kişilerin duygu durumlarını daha ileri bir noktaya taşır. Bu durum sadece dişler ile değil beraberinde diş çevresindeki yumuşak dokular, yüzdeki önemli noktalar, dudak ve dişlerin rengi gibi çeşitli parametreler açısından oldukça önemlidir. Bunun beraberinde gelişen teknoloji ile gülüş tasarımı üzerine yapılan yazılımlar, uygulamalar, üç boyutlu (3D) tarama işlemleri ve bu işlemleri takip eden dental fotoğrafçılık ile hem hastaların her adıma tanık olması hem de hekim-teknisyen iletişiminin daha kolay ve hızlı ilerletilmesi sağlanmış olur.

2. GÜLÜMSEME NEDİR?

Gülümseme, yüzdeki birkaç kasın, yani depresör anguli oris, risorius, zygomaticus major ve minör ve levator labii superioris'in kasılmasını ve gevşemesini içeren senkronizasyon halinde çalışan kaslar topluluğudur. Bazı kaslar, orbicularis oris adı verilen dudak komissuralarının çevresinde birleşirler ve fasiyal sinir tarafından innerve edilirler (1). İnsanlarda iki tür gülümseme vardır: doğal olarak oluşan ve superior ve inferior levator labii ve depressor orisin maksimum kasılmasıyla ortaya çıkan doğal bir gülümseme; diğer tür ise gönüllü olan ve başka bir bireye yönelik nazik bir jest anlamına gelen sosyal gülümsemedir (2).

3. GÜLÜŞ TASARIMI NEDİR?

Diş hekimliği teknikleri ve teknolojilerinin estetik ile birleşmesi sonucu ortaya çıkan kişiye özgü gülümseme tasarlanan diş hekimliği uygulamalarına "Gülüş Tasarımı" denir. Bu uygulamaları yaparken dikkat edilmesi gereken noktalar vardır. Bunlar yüzümüzün anatomik yapısı, hastaların istekleri, hekimin bilgi birikim ve tavsiyeleridir. Günümüzde de estetik diş hekimliği, gülümsemeye ve iyi bir görünüme ulaşılmasını sağlayan diş hekimliğinin en çok ilgi gören disiplinlerinden biri olmuştur. Diş hekimliğinde modernleşme ile estetik kaygısı olan hasta insidansında da artış olmuştur (3). Estetik bir gülüş tasarlamak, estetik görüntü elde etmek için oldukça önemlidir (4).

4. GÜLÜŞ TASARIMININ AMACI

Gülüş tasarımındaki amaç, diş yapılarında minimal düzeyde hazırlık ile mümkün olduğunca konservatif yaklaşımla doğal ve estetik görüntüye sahip olmaktır. Ortaya çıkaracağımız görüntü hem estetik açıdan çekici hem de bunun yanında sağlıklı ve fonksiyonel bir sonuç elde etmek için dişlerin, pe-

riodonsiyumun, kasların, iskelet yapıların, oklüzyonun ve eklem uyum içerisinde olmasını sağlamak oldukça önemlidir. Gülüş tasarımı, stomatognatik yapıların birbirine engel olmadan işlev gördüğü, mükemmel işleyen bir orofasiyal yapının birbirini tamamladığı bir gülüş ortaya çıkarmayı hedefler (5).

5. ESTETİK GÜLÜŞ BİLEŞENLERİ

Güzel bir gülümseme, sadece yüzün hayati bileşenlerinin değil, dişlerin ve çevre dokuların da mükemmel bir şekilde düzenlenmesini gerektirir (6). Bu nedenle gülüş tasarımı yaparken yüz ve diş bileşenlerine dikkat etmeli ve uyumlu hale getirmeliyiz.

Yüz estetiği, yüzün uygun hizalanması, simetrisi ve orantıları gibi temel estetik ilkelere dayanır. Yüz estetiğinin analizi ve tedavi planlaması genellikle ortodonti, periodontoloji, ortognatik cerrahi, estetik diş hekimliği ve plastik cerrahi dahil olmak üzere disiplinlerarası bir yaklaşım gerekmektedir. Fakat pratikte belirgin bir yüz uyumsuzluğu olmadığı sürece gülüş estetiğini sadece diş ile ilgili bileşenlerle sınırlandırıyoruz. Gülümsemenin oluşmasında önemli rol oynayan iki özellik vardır:

- Pupiller arası çizgi ve
- Dudaklar

Pupiller arası çizgi yüzün orta hattına dik ve oklüzal düzleme paralel olmalıdır. Dudaklar gülüş tasarımının sınırlarını oluşturduğu için oldukça önemlidir. Bu iki faktör arasında büyük bir uyumsuzluk varsa, dişlerin estetik tedavisine başlamadan önce yüzde bazı estetik değişiklikler isteğe göre yapılabilir (7). İdeal bir yüz estetiği için vertikal (dikey) ve horizontal (yatay) boyutlar aşağıdaki gibidir:

Vertikal (Dikey) Boyutlar:

- Yüzün yüksekliği alından kaşa, kaştan burun tabanına ve burun tabanından çene çizgisine kadar üç eşit parçaya bölünür.
- Orta hat gözlerin hizasında olacak şekilde yüzü vertikal olarak iki eşit parçaya bölünür.
- Burun tabanından çeneye kadar yüzün alt kısmı ikiye ayrılır, üçte birini üst dudak, üçte ikisini alt dudak ve çene oluşturur.

Horizontal (Yatay) Boyutlar:

- Yüzün genişliği yaklaşık 5 göz genişliğindedir.
- Kaşlar ile çene arasındaki mesafe yüz genişliği kadar olmalıdır.

Karşıdan bakıldığında yüzün farklı şekillerde (alından çeneye doğru incelen form); kare, üçgen yuvarlak, oval gibi olabileceği görülmüştür. Aynı zamanda profilden bakıldığında ise konveks (dış bükey), konkav (iç bükey) ve

düz olabileceği görülmüş bu farklılıklar ise gülüş tasarımı yaparken dişlerin şekli ve boyutlarının belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Yani diş morfolojisi, yüz morfolojisine bağlıdır (8, 9).

6. GÜLÜŞ TASARIMININ DIŞ BİLEŞENLERİ

6.1. SERT DOKULAR

6.1.1. Diş Orta Hattı

Diş orta hattı, maksiller santral kesici dişlerin arasındaki dikey temas alanıdır. Bu hat insizal düzleme dik yüz orta hattına ise paralel olmalıdır. Yüz orta hattı ile diş orta hattı arasında kabul edilebilir küçük sapmalar olabilir ve çoğu durumda fark edilmeyebilir veya göz ardı edilebilir (10). Bununla birlikte, eğimli bir orta hat daha belirgindir ve bu durum daha az kabul edilebilirdir. İzin verilen maksimum sapma 2 mm olabilir. Ancak diş orta hattı ile pupiller arası çizgi birbirine dik olduğu sürece estetik olarak sapma 2 mm'yi geçebilir (11). Burun orta hattı, alın, çene, filtrum ve pupiller arası düzlem gibi çeşitli anatomik işaretler orta hat değerlendirmesinde kılavuz olarak kullanılabilir (12). Filtrum, orta hattı belirlemede en uygun anatomik noktalardan biridir. Herhangi bir kaza, operasyon gibi istisnai durumlar olmadığı sürece yüzün merkezindedir. Filtrumun merkezi ve santral kesici dişler arasındaki papilla ile çakışmalıdır. Bu yapılar uyumlu ve orta hat hatalı ise sorun genellikle insizal embraşürde olabilir. Papilla ve filtrum uyuşmuyorsa, sorun gerçek bir orta hat deviasyonudur. Papillaryı tam ortadan ayırmayan hat, filtrumunu tam ortadan ikiye ayırmayandan daha belirgindir. Orta hattın konumu ve hizası her zaman göz önünde bulundurulmalıdır (11). Orta hat düzeltilmesinde minimal sapmalarda restoratif olarak tedavi edilebilecekken, sapmaların daha fazla olduğu ve belirgin bir uyumsuzluğun olduğu durumlarda ortodontik tedavilere başvurulmalıdır.

Orta Hat;

- Yüzün uzun eksenine paralel olmalıdır.
- Ön kesiciler arasındaki papiller orta hattı, insizal çizgiye dik olmalıdır.
- Orta hat papilla orta hattı üzerinden geçmelidir.

6.1.2. İnsizal Kenar Pozisyonu

Gülüş tasarımında maksiller kesici kenarın pozisyonunun belirlenmesi en önemli parametredir. Bu, uygun diş boyutunu ve dişeti seviyesini belirlemek için bir referans noktası görevi görür. Maksiller kesici kenarın konumunu belirlemek için kullanılan yöntemler şunlardır:

- Dudaklar istirahat pozisyonundayken ağız hafif açıktır ve maksiller orta kesicilerin yaklaşık 3.5mm'lik kısmı görünmelidir. Yaşla birlikte kas tonusu azaldığı için yaşlandıkça üst keserlerin görünme miktarında azalma meydana gelir.

- **Fonetik:** İnsizal uzunluk için en önemli belirleyicidir. İnsizal uzunluğu belirlerken hastalara belirli sesler söylenmektedir bu ses egzersizlerini yaparken hasta dik oturmalı ya da dik durmalıdır (13, 14). Belirlenirken kullanılan sesler:

- *M sesi:* Hastaya “M” sesi söylettirildikten sonra dudaklar istirahat pozisyonuna dönerken dişlerin ne kadar miktarının istirahat pozisyonunda olduğunun değerlendirilmesini sağlar.

- *E sesi:* “E” sesi sırasında üst santral kesici dişin konumu üst ve alt dudakların ortasında olmalıdır.

- *F ve V sesleri:* Sürtünmeli sesler, üst çenenin kesici kenarının alt dudakın kırmızı kenarının iç kenarı ile etkileşimi ile üretilir. Bu nedenle, sürtünmeli sesler, maksiller dişlerin labialingual konumunu ve uzunluğunu belirlemeye yardımcı olur.

- *S sesi:* “S” sesinin söylenmesi sırasında alt santral kesici dişler üst kesici dişlerin 1 mm arkasında ve 1 mm altında konumlanır.

Hastanın tedavisinin veya geçici restorasyonunun ön izlemesi kesici kenarın son pozisyonunun doğru şekilde yerleştirilmesini sağlamaya yardımcı olur. Yukarıda belirtilen parametrelere müdahale edilmeden hastanın istekleri en iyi şekilde belirlenmelidir.

Maksiller kesici dişlerin kesici pozisyonu çok önemlidir. Bunun nedeni, ön kesici dişlerin eğiminin doğru dudak desteği, kesici kenarın lingual ve labial pozisyonunun bir kombinasyonu tarafından belirlenmesidir. Bu pozisyon anterior rehberliği ve labial ve lingual konturları etkiler. Yani tüm bu unsurlar hem estetik hem de işlev açısından önemli bir rol oynamaktadır.

6.1.3. Dişlerin Boyutları

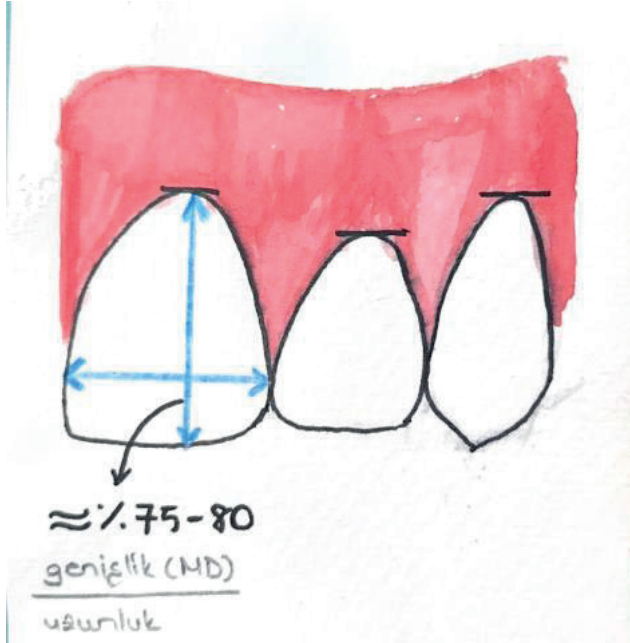
Gülüş tasarımında dişlerin boyutları, şekil ve oranları yüz morfolojisi ile yakından ilgilidir ve estetik ve fonksiyonel açıdan istenilen gülümsemeyi ortaya çıkarmak için çok önemlidir. Merkezi baskınlık, santral dişlerin gülüş tasarımında baskın dişler olmasına karşı estetik olarak doğru oranlar sergilemeleri gerektiğini belirtir. Gülüş tasarımının kilit noktası maksiller anterior dişlerdir. Santral dişlerin oranları estetik ve matematiksel olarak doğru olmalıdır. Maksiller santral kesici dişlerin genişlik-uzunluk oranı yaklaşık 4:5 (0,8–1,0) olmalıdır. Uzunluğun % 75-80'i kadar bir genişlik aralığı en kabul edilebilir orandır (Şekil 1). Santral dişlerin şekli ve konumu, lateral dişlerin ve köpek dişlerinin; görünümünü ve yerleşimini etkiler veya belirler. Doğru oranı tahmin etmede kullanılan matematiksel teoriler yer alır (13). Gülümsemeyi etkileyen diğer dental işaret noktalarından bazıları, dişlerin orta hattını, tüm kesici dişlerin ve köpek dişlerinin kron uzunluğunu, başucu noktalarını, aksiyal eğimleri, interdental papillerin görünmesi ve

• Altın Oran (Lombardi): Önden bakıldığında her bir ön dişin genişliği, komşu dişin genişliğinin %60'ıdır (matematiksel oran 1.6:1:0.6) (Şekil 2). Altın oran hesaplamasına sıkı sıkıya bağlı kalmak, yaratıcılığı sınırlar ve estetik başarısızlıklara yol açabilir.

• Tekrarlayan Estetik Diş Oranları (Ward): Yüze karşıdan bakıldığında ardışık dişlerin görünür alanı orta hattan posteriore gidildikçe genişlik oranı sabit kalmalıdır.

• M Oranları (Méthot): Bu yöntemde yazılım kullanılarak yüz genişliği ile dişlerin genişliği karşılaştırılmaktadır. Bilgisayar ortamında yapılan bir yöntem olduğu için daha çok matematikseldir.

• Chu'nun Estetik Ölçüleri: Dr. Chu'nun araştırması, Levin'in RED konseptini desteklemekte ve altın oranı çürütmektedir (15).



Şekil 1: Santral kesici dişin yaklaşık genişlik-uzunluk oranı



Şekil 2: Lambardi'nin anterior bölge altın oran teorisi

İntraoral analizi kolaylaştırmak için bir belli başlı ölçütler mevcuttur. Bu ölçütler;

- Dişlerin mesiodistal genişlik, uzunluk ve dişeti seviyesi ile ilgili problemlerinin hızlı bir şekilde teşhisi ve analizi için,
- Hekim ve teknisyen arasındaki iletişimde referans olarak kullanılır bu nedenle iletişim hatalarını azaltır.

Bu göstergeler net bir sonuçtan ziyade yol gösterici olarak kullanılır. Birçok klinisyen bu oranlardan ziyade kişiye özgü geçici materyaller kullanarak estetik olarak göze hitap eden hem de fonksiyonel olarak doğru işlevi sağlayan rehberleri kullanmaktadır. Bireysel diş boyutlarını yönlendiren faktörler vardır.

- *Üst Santral Kesici Dişler:* Santraller, estetik bir gülümsemenin odak noktasıdır ve daha önce belirttiğimiz gibi gülüş tasarımının en önemli noktasıdır. Santral dişlerin yaklaşık uzunluğu ortalama 10–11 mm olmalı ve genişlik buna göre hesaplanarak oran %75 ile %80 arasında olmalıdır.

- *Üst Lateral Kesici Dişler:* Bunlar gülümsemenin yardımcı bölümüdür. Bireyselliği sağlarlar, asla simetrik değildir ve cinsiyete göre karakteristiktir.

- *Üst Kanin Dişler:* İyi bir gülümsemeyi oluşturmada kritiktir.

1. Anterior ve posterior dişler arasındaki bağlantıyı sağlarlar. Bu yüzden hasta gülümsemediğinde kanin dişlerin mesial orta yarısı görünmektedir.

2. Bukkal koridorun boyutu ve özelliği, köpek dişinin boyutu, şekli ve konumu ile belirlenir.

3. Kanin dişler kişilik karakterizasyonunu belirlemede önemlidir. (Güçlü ve agresif; narin ve yumuşak)

Ayrıca şunu da unutmamamız gerekli;

- Santral kesici diş, lateral dişten yaklaşık 2–3 mm ve kanin dişten 1–1,5 mm daha geniştir;

- Kanin diş, lateral dişten ise yaklaşık 1–1,5 mm daha geniştir ve

- Kanin ve santral dişler, lateral dişlerden yaklaşık 1–1,5 mm daha uzundur.

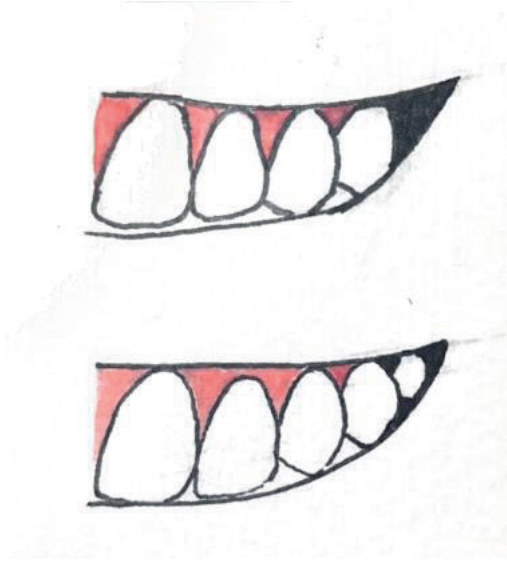
- Maksiller molar dişler gülme hattı için çok önemli bir rol oynarlar. Bukkal koridoru doldurmalıdır (16).

6.1.4. Bukkal Koridor

Dudak komissuraları ile maksiller dişlerin bukkal yüzleri arasında gülümseme sırasında oluşan üçgen şeklinde karanlık bölgedir. Bukkal koridor görüntüsünü etkileyen faktörler:

- Gülümseme ve maksiller ark genişliği
- Yüz kaslarının tonusu
- Maksiller premolar dişlerin labial yüzlerinin konumu
- Özellikle distofasial çizgi açısından kanin dişlerin öne çıkması
- Premolar dişler ve anterior altı diş arasında tutarsızlık

Dental arkın genişliğinin bukkal koridorun miktarı üzerinde direkt etkisi vardır (17). İdeal dental ark geniştir ve U şeklindedir. Dar bir dental ark genellikle estetik değildir. Bukkal koridor estetiği bozan ve minimumda tutulması gereken negatif bir alandır. Premolar dişler restore edilerek bu sorun çözülebilir veya en aza indirilebilir. Negatif alan gülümsemeye derinlik kattığı için bukkal koridor tamamen ortadan kaldırılmamalıdır (Şekil 3).



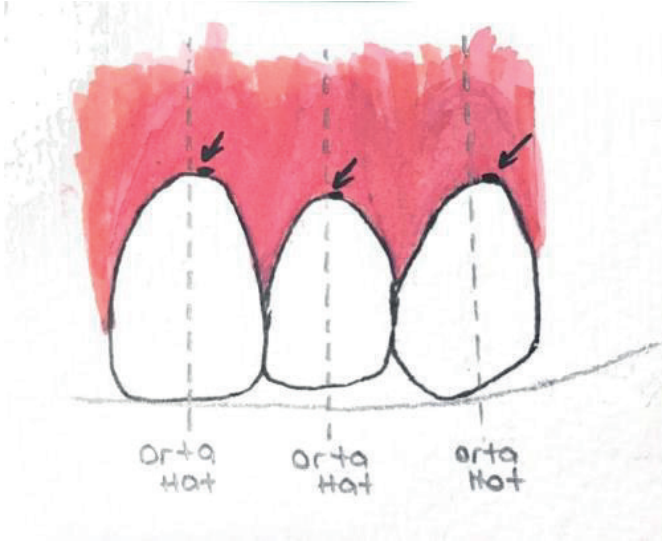
Şekil 3: Bukkal koridor

Sonuç olarak anterior estetiğin kabul edilmiş net bir formülü yoktur. Uygun estetik için önemli olan faktörler:

- Diş boyutunun kılavuz çizgileri
- Hastanın kendi görüşü,
- Sosyokültürel etkiler,
- Diş hekiminin sanatsal etkisi aynı zamanda teorik ve pratik bilgisi,
- Teknisyen ile etkili iletişim.

6.1.5. Zenith Noktaları

Zenith noktaları dişlerin servikalinin olduğu noktada bulunan dişeti marjininin en apikal noktalarıdır. Dişlerin tam ortasından çizilen vertikal aksının daha distalinde yer alır. Zenith noktalarının doğru belirlenmesi dişlerin mesial ve distal boyutlarının belirlenmesinde önemlidir (18) (Şekil 4).



Şekil 4: Zenith noktaları

6.1.6. Dişlerin Aksiyal Eğimleri

Aksiyal eğim maksiller dişlerin akslarının orta hatta göre eğimidir. Anteriordan posteriore doğru (distale) ilerledikçe dişlerin aksiyal eğimleri artar. Anterior dişlerin eğimi estetik açıdan çok önemlidir. Gülüş tasarımı yaparken sadece frontal cephe değil, lateral cephe de önemlidir (16).

6.1.7. İnterdental Temas Alanı Ve Noktası

İnterproksimal Temas Alanı (ICA):

- Yan yana iki dişin kontakt sağladığı geniş bölge olarak tanımlanır.
- Üst santral kesici dişten kanin dişe doğru göre 50:40:30 kuralını takip eder.

İnterproksimal Temas Noktası (ICP):

- İnterproksimal temas alanının en insizal noktasıdır.
- ICP, posteriore doğru ilerledikçe apikale doğru hareket eder.

6.1.8. İnsizal Embraşür

İnsizal embraşürlerin, santral dişten kanin dişe doğru derinliği artmaktadır. Bu artış dişlerin anatomisinin bir fonksiyonudur. Santral kesicilerden kanin dişlere doğru temas noktaları apikale doğru hareket etmektedir. Bu ilerleme gülme hattını takip eder ve dişlerin insizalinin distal yüzeyi mesial yüzeye göre daha yukarıda ve daha yuvarlak hatlıdır (17).

6.1.9. Cinsiyet, Yaş ve Kişilik

Maksiller kesici dişlerin şekil ve boyutu cinsiyet, yaş ve kişiliğe göre belli karakteristik özelliklere sahiptir (19),

- *Yaş -Santral Kesici Dişler:*

Genç: Yuvarlak kesici kenar, belirgin açık insizal embraşür, düşük kroma (ton) ve yüksek value (parlaklık)

Yaşlı: Daha kısa; bu nedenle daha az gülümseme görüntüsü, minimum insizal embraşür, yüksek kroma ve düşük value.

- *Cinsiyet- Kesici Dişler:*

Kadın: Yuvarlak, pürüzsüz, yumuşak, narin görünüm

Erkek: Küboidal, güçlü görünüm

- *Kişilik- Kanin Dişler:*

Sivri uçlu uzun kanin diş: Agresif, sert ve sinirli bir görünüm

Yuvarlatılmış daha kısa uçlu kanin diş: Yumuşak, naif görünüm

6.1.10. Simetri ve Denge

Simetri, bazı öğelerin birbiriyle uyumlu bir şekilde düzenlenmesi anlamına gelir. Gülüş tasarımında santral kesici diş kilit noktadır, bu nedenle uzunluk ve genişlikte simetri çok önemlidir. Orta hattan uzaklaştıkça bu önem azalmaktadır.

6.2. YUMUŞAK DOKULAR

6.2.1. Dişeti Sağlığı

Dişeti, dişler için vitrin görevi görür; bu nedenle vakanın estetik başarısı dişeti sağlığından büyük ölçüde etkilenir. Tedaviye başlamadan önce dişetin tamamen sağlıklı olması çok önemlidir (20).

Sağlıklı dişeti genellikle; uçuk pembe renkli, portakal kabuğu görüntülü, sağlam ve mat bir yüzey sergilemeli; fasiyal yerleşimli-alveoler kret kemiğinin 3 mm yukarısında ve interdental-interkrestal kemiğin 5 mm yukarısında yer alan papilla sivri uçlu olmalı ve temas alanına kadar dişeti ile doldurulmalıdır.

6.2.2. Dişeti Seviyesi ve Uyumu

Her bir diş için doğru dişeti seviyesinin belirlenmesi, estetik gülümsemenin yaratılmasında bir diğer kilit noktadır. Santrallerin marjinal dişeti yüksekliği (konumu veya yüksekliği) simetrik olmalıdır. Kanin dişlerle eşit seviyede olabilir. Lateral kesicilerin de aynı dişeti seviyesini olması kabul edilebilir. Bununla birlikte, ortaya çıkan gülümseme çok daha iyi olabilir bu yüzden lateral kesiciler, santral kesici ve kaninlerin marjinal dişeti seviyesine

kıyasla insizal tarafa doğru yerleştirilmiş olması tercih edilir. Lateral kesici dişlerin diş eti marjini santral kesici dişlerin 0,5–2,0 mm insizalinde yer alması istenir. Laterallerin üzerinde en az arzu edilen dişeti seviyesi, santral dişlerin ve/veya köpek dişlerinin apikalinde olmasıdır (16). Mandibular kesici dişlerin ve maksiller lateral dişlerin dişeti şekli simetrik, yarı eliptik veya yarım daire şeklinde olmalıdır. Maksiller santral kesici ve kanin dişleri daha oval bir dişeti şekline sahip olmalıdır. Bu nedenle, dişeti zenithi, maksiller santral kesicilerin ve kanin dişlerinin uzun ekseninin distalinde yer alır ve maksiller lateral kesici dişlerin uzun eksenini boyuncaya örtüşür (18, 21).

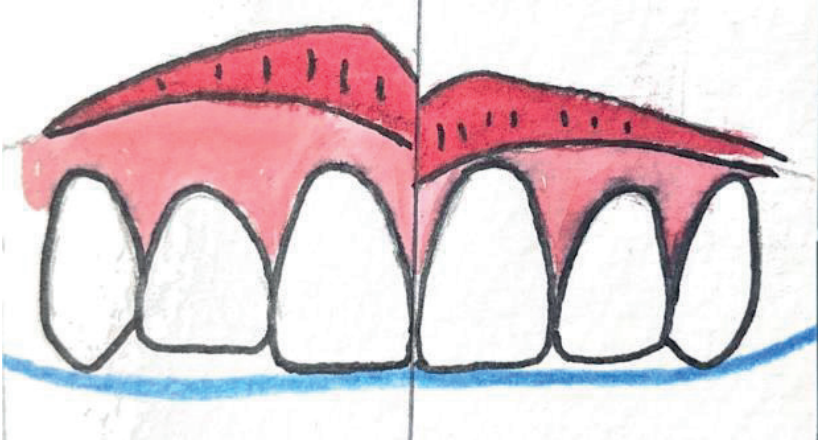
6.2.3. İnterdental Embraşür

Komşu iki dişin kontak noktalarını oluşturan papillerin doldurduğu üçgen alanlardır. Bu üçgen alanlardan ağız boşluğunun koyuluğunun gözükmesi estetik açıdan kötü bir görüntüdür. İnterdental embraşür alanı mutlaka sivri üçgen şeklinde papiller doldurmalıdır. Periodontitis vakalarında alveolar kemik kaybına bağlı olarak ve papil olmadığı durumda ise embraşür alanında siyah üçgen şeklinde karanlık alanlar gözlenmektedir bu görüntü de estetik açıdan tercih etmeyeceğimiz bir görüntüdür (22).

6.2.4. Gülümseme Hattı

Gülümseme hattı, maksiller kesicilerin insizal kenarları boyuncaya uzanan ve gülümserken alt dudakın kenarının eğimini taklit etmesi gereken hayali bir çizgidir. Gülümseme hattı için başka bir kriter, santral kesicilerin insizal düzlem boyuncaya kanin dişinden biraz daha uzun veya en azından daha kısa görünmemesi gerektiğini öne sürer. Bu yaklaşım özellikle gülümseme sırasında dudak simetrisi veya aşırı dudak eğriliği durumlarında faydalıdır. İnsizal düzlemde santral dişler kanin dişlerden daha kısa görüldüğünde ters gülümseme çizgisi oluşur.

Dudak çizgisi gülümseme hattı ile karıştırılmamalıdır. Dudak çizgisi, gülümseme sırasında üst dudakın alt kenarının pozisyonunu ifade eder. İdeal koşullarda dişeti kenarı çizgisi ve dudak çizgisi paralel olmalı veya dişeti dokusu 1-2 mm görünebilir. 3-4 mm'den fazla dişeti görünüyorsa “gummy smile” (Şekil 5) mevcuttur, ideal ve estetik bir sonuç için genellikle kozmetik periodontal tedaviler gerekmektedir (23).



Şekil 5: Gummy smile

Belirtilen bütün faktörlerin tamamı karşılanırsa bile diş morfolojisi mutlaka doğasına göre restore edilmelidir (7). Ayrıca, gülüş tasarımının tamamlanıp ortaya çıkarmak için uygun bir renk seçimi yapılmalıdır. Renk seçimi her bireye özel yapılmalıdır, doğal ve polikromatik olmalıdır. Dişin gövdesi oldukça homojen bir renktedir ancak gingival üçlü, kroma açısından fark edilir derecede daha renkli olmalıdır. Kroma ayrıca santral diştan kanin diş doğru artmalıdır, kanin diş daha yüksek bir kromaya sahiptir (24).

7. GÜLÜŞ TASARIMININ GELİŞİMİ

Photoshop'un icadından önce, mükemmel gülümseme tasarımı hastaların fotoğrafları üzerinden elle çizilirdi. Bu sürecin yerini artık büyük ölçüde Dijital Gülüş Tasarımı (DSD) yazılımı olarak anılan gülümseme otomasyon yazılımı almıştır ve bunların tümü bize mükemmel bir gülümseme elde etmek için yapılması gereken değişiklikleri tek bir düğme tıklamasıyla ortaya çıkarmaktadır. Gülüş tasarımının evrimindeki önemli noktaları:

1. Nesil: Hastanın tam profil fotoğrafları üzerine kalem kullanılarak manuel el çizimleri yapılmıştır. Bu yöntemin dezavantajı, bir çalışma modeliyle alındığında, hastanın tam profil fotoğrafı ile çalışma modeli arasındaki bağdaştırmanın çok zayıf olmasıdır.

2. Nesil: Microsoft Office'in piyasaya sürülmesi ile çizimler genellikle dijital olarak yapılmış ve ardından modelle ilişkilendirilmiştir. Bu, yapılması gereken küçük değişikliklerin izlenmesine yardımcı olmuştur. Diyagramlar genellikle %99 doğru gösterilmiştir.

3. Nesil: Sonraki nesil, iki boyutlu (2D) çizimlerin, final gülümsemesinin wax-up ile fiziksel analog modellenmesine izin veren sistem sağlanmıştır.

4. Nesil: 2 boyutlu çizimler, daha sonra dijital olarak işlenen bir algoritmaya yazılmış ve bu adım, yüz bileşenlerinin ve estetik parametrelerin de belirlendiği, yüzün 3 boyutlu analizi tekniğini etkinleştirmiştir.

5. Nesil: Diğer geleneksel yöntemlerle alınan ölçülerden daha doğru olan dijital ölçüleri taramamıza ve almamıza izin veren ağız içi kameraların taramasıyla yapılmıştır.

6. Nesil: Hastanın çenesine yerleştirilen dijital sensörlerin gülümseme hareketini ve MODJAW yazılımını kullanarak 3D ortam içindeki hareketi yakaladığı ve CAD/CAM teknolojisi ile gülüşü tasarladığı 4D'nin tanıtımı yapılmıştır. Bu teknoloji, tasarımı çenenin gerçek hareketiyle test ederek azaltılmış diş hazırlığı ve diğer sorunlar da dahil olmak üzere değişiklik ihtiyacını azaltmıştır (26).

8. DİJİTAL GÜLÜŞ TASARIMI

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte artan dijitalleşme diş hekimliği alanında da oldukça fazla önem kazanmaya başlamıştır. Dijital Gülüş Tasarımı 2007 yılında Brezilyalı diş hekimi Christian Coachman tarafından icat edilen ve profesyonellerin hasta gülümsemelerini dijital olarak tasarlamak için bir dizi DSD öncesi ve sonrası fotoğrafları kullanmasına olanak tanıyan modern, çok yönlü ve yenilikçi bir diş tedavisi planlama aracıdır (26). DSD yazılımı aynı zamanda klinisyenlerin hastalara yapılacak işlemler hakkında bilgilendirmesini sağlayarak, hastaların isteklerini göz ardı etmeden hem tedavi hem de karar verme süreçlerine dahil ederek daha fazla bilgilenmelerini sağlar, kendinizi güvende ve sürecin içinde hissedebilmelerine olanak sağlar (25). DSD geliştiricileri C. Coachman ve Marcelo Calamista tarafından; teşhis koyabilen, hastanın geleneksel fotoğrafçılıktan ve muayene sırasında insan gözünden kaçmış olabilecek yüz ve diş özelliklerine ilişkin titiz analizler gerçekleştirebilen yenilikçi, çok amaçlı bir analitik yazılım olarak tanımlanmıştır (27).

9. DİJİTAL GÜLÜŞ TASARIMI İÇİN NELER GEREKLİ

Dijital intraoral tarayıcı ile her iki çenenin dijital ölçüsü alınır. Ölçüler daha sonra CAD/CAM işleme makinesine yüklenir ve burada 3D olarak basılır (28). Hastanın yüz profilini ve önden görünümünü temsil eden yüksek çözünürlüklü tam profil fotoğrafları ve dişlerin dinamik değişikliklerini kaydeden videolar önemlidir. Dişeti, dudaklar ve gülümseme ve konuşma ile oluşan yüz kasları, bu belgelendirme gülüş tasarımının uygulandığı planı oluşturduğu için önemlidir. Gülüş tasarımında üç temel fotoğraf görüntüsü esastır:

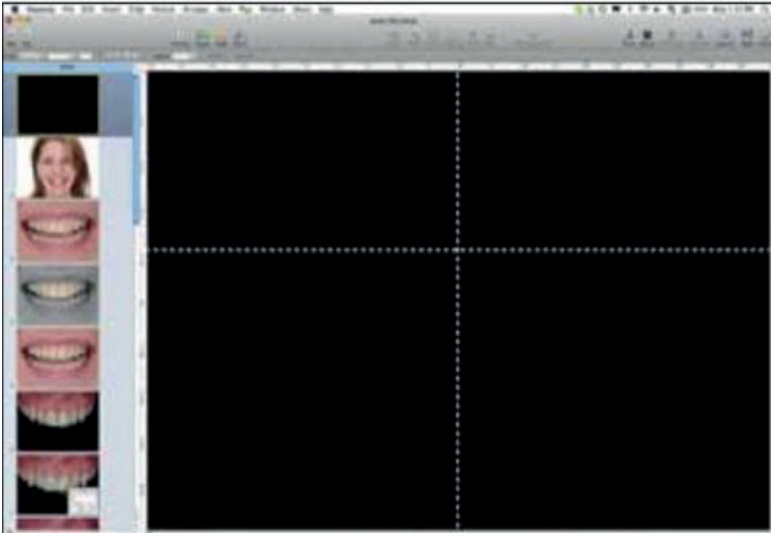
- Doğal bir gülümseme ile tam yüz görünümü
- Dinlenme yüzü

- Oklüzyonda olmayan maksiller ve mandibular arkı temsil eden bir görünüm

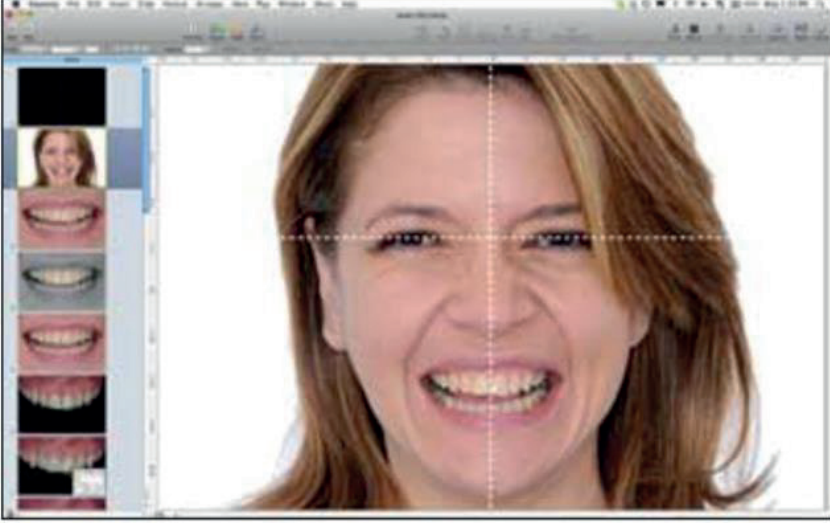
Santral kesici dişin siyah arka planlı 1:1 görüntüsünün büyütülmüş hali, laboratuvar teknisyeninin üzerinde çalışabileceği ayrıntıları sağlar (28). Hastanın beklentilerini ve kaygılarını içeren video çekilip eş zamanlı olarak video, 45° ve profil görünümünü içeren olası bütün diş ve gülümseme pozisyonları yakalanmalıdır. Gülüşün yüz ve diş bileşenleri ve bunların yukarıda tartışılan noktaları, gülüş tasarımının büyük bölümünü etkiler. Elde edilen bu veriler hekimin tercih ettiği yazılıma yüklenir. Ticari olarak temin edilebilen DSD yazılımı şunları içerir; CEREC Smile Design (SIRONA), Digital Smile System (DSS), Smile Design Pro (TASTY TECH), G Design (HACK DENTAL), Romexis Smile Design (PLANMECA) ve Smile Composer (3 SHAPE) (29).

10. DİJİTAL GÜLÜŞ TASARIM SÜRECİ

DSD sürecinde, hekimin tercih edeceği bir yazılım kullanılarak gerekli verilerin yazılıma aktarılması ile başlar (28). Fotoğraflar yüklendikten sonra ortasına artı işareti oluşturacak şekilde dişleri alt, üst ve sağ, sol olacak şekilde ayıran iki çizgi çizilir (Şekil 6). Yüzün tamamını gösteren gülümseme görüntüsünü yatay referans çizgisiyle ilişkilendirmek, gülüş tasarımı sürecindeki en önemli adımdır. Pupiller arası çizgi, yatay düzlemi oluşturan ilk referans çizgisi olmalıdır, ancak tek referans çizgisi olmamalıdır. Uyum sağlamak için en iyi yatay referansı belirlemeden önce yüzün bir bütün olarak analiz edilmesi gerekir. Yatay referans çizgisi belirlendikten sonra glabella, burun ve çene gibi yüz özelliklerine göre fasiyal orta hat çizilir (Şekil 7).

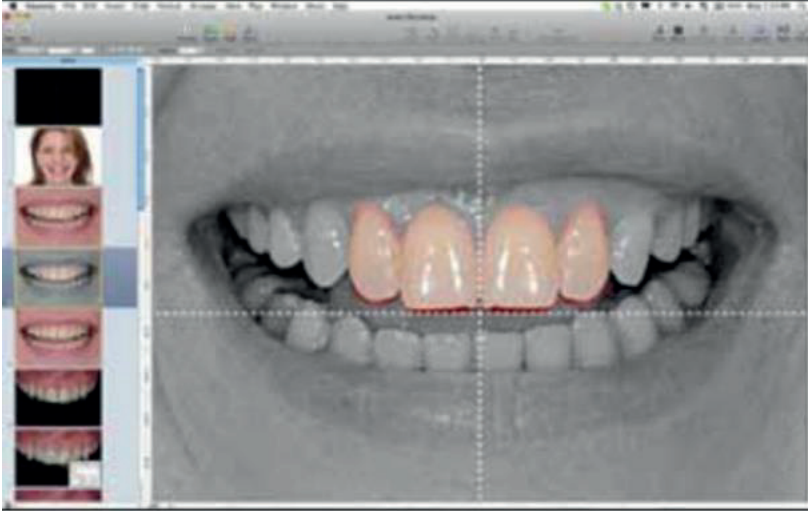


Şekil 6: Artı şeklinde ikiye bölünme (28)



Şekil 7: Fasiyal orta hat (28)

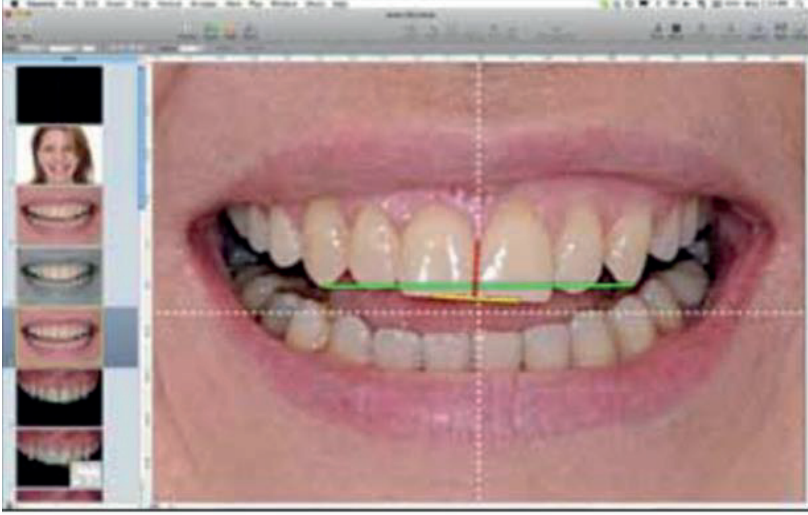
Gülüş analizi, yatay çizginin ağız üzerinden çekilmesi yüz hatlarının gülümseme ile ilişkisinin ilk değerlendirilmesini sağlayacaktır. Çizgileri ve yüz fotoğraflarını gruplandırmak, klinisyenin çizgiler ve fotoğraf arasındaki referansı kaybetmeden görüntüyü yakınlaştırmasına olanak tanır. Yumuşak doku özellikleri (diş eti, dudaklar, yüz hatları) ve bunların diğer bileşenlerle ilişkisi gruplandırılarak ve yüz fotoğrafına aktararak değerlendirilir. Orta hat ve oklüzal düzlem kayması ve eğikliği kolayca tespit edilebilir. Kesici kenar konumunu, eğimi, diş orantılarını ve dişeti seviyelerini ayarlayıp sabitlemek için farklı simülasyonlar yapılabilir (Şekil 8).



Şekil 8: Yazılım hafızasındaki dişlerle uyumlama (28)

Orjinal fotoğrafın üzerine standart ve tam olarak ayarlanmış bir şablon diş yerleştirilir, böylece aksial eğimler, komşu dişlere göre orantı ve yumuşak doku silüeti oluşturulur. Simülasyon dişler olmadan, ağız içi fotoğrafın, üç çizginin çizildiği yüz referans çizgisi verileriyle eşzamanlı olup olmadığını değerlendirmek için devreye girer (28).

- Çizgi 1: Kanin dişlerin insizal en uç noktalarından çizilen
- Çizgi 2: Santral kesici dişin ortadaki üçte birlik kısmı, komşu santral kesici dişin insizal kenarına kadar.
- Çizgi 3: Üst dudağın filtrumundan interdental papillaya ve insizal kenara kadar (28) (Şekil 9).



Şekil 9: Referans çizgiler belirlenir (28)

Gerçek ön tedavi oranını ideal olanla karşılaştırmak için ideal uzunluk/genişlik oranına (%80) sahip bir dikdörtgen merkezi kesici diş üzerine yerleştirilmiştir. Düzenleme araçlarını kullanarak, şablon diş fotoğrafları dişin üzerine yerleştirilebilir ve en iyi estetik sonuca göre tedavi ilerletilir. Hastanın tercihleri ve istekleri bu aşamada dahil edilebilir (28).

Dijital intraoral tarayıcılar ile taranan dişlerin 3D model ile dijital ortam verilerinin kalibrasyonu için gerekli ölçümler yapılmaktadır. Bu ölçümlere göre gerçek boyut ve dijital ortamdaki boyutla aynı olana kadar küçültme ve büyütme yapılmaktadır. Bunun için dijital bir cetvel kullanılmaktadır. Diş eti konturu ve yapışık dişeti genişliği ve kesici kenarların oranı da kalibre edilebilir (28).

Daha sonra yazılım üzerindeki artı işareti elimizdeki 3D model üzerine aktarılır. Dijital ortamda cetvelle alınan veriler önemli noktalar alçı model üzerine aktarılır. + İşaretinin modele aktarılması ile bazal noktanın serbest

diş eti sınırına kadar olan ölçümü kaydedilir ve daha sonra bir kumpas yardımıyla 3D modele aktarılır. Diş eti kenarını öngören dişlerin üzerindeki yatay çizgiler, bir kalem işareti kullanılarak alçı üzerinde işaretlenir. Daha sonra dikey çizgiler, daha sonra 3D modelde işaretlenen yüz bileşeni ile birlikte insizal embasürler arasındaki aralık kullanılarak işaretlenir.

- DSD ile oluşturulan gülüş tasarımı Wax-up ile veya direkt 3D tarayıcılar ile üretilir.

- Wax-up'ın onayı alındıktan sonra gerekli görülürse küçük düzeltmeler yapılır.

- Diş yüzeylerinin minimum düzeyde küçültülmesi ve gerekirse kronlar için uygun boşluk bırakılması gibi minimum müdahaleye öncelik verilmelidir. DSD'deki her adımda ayrıntılara verilen dikkat, genellikle hastanın beklentilerinin ötesine geçen bir sonuçla sonuçlanır. (28)

11. SONUÇ

Sonuç olarak estetik gereksinimlerin önemli bir kısmını dişlerimiz oluşturmakta. Estetik bir bütün olarak değerlendirilmesi gerektiği için gülüş tasarımı yaparken dikkat etmemiz gereken çok fazla parametre vardır. Bu parametreler hem diş hekiminin hâkim olabileceği hem de farklı disiplinlerin de dahil olduğu en önemlisi hastanın tedavi süreci içerisinde istekleri doğrultusunda aktif rol aldığı bir süreçtir. Parametreler bazen net sonucu vermemekle birlikte genel bakışta hekimin bilgi birikiminin ve bakış açısının geliştirmesi noktasında önemlidir. Bu parametreleri bilmeli bunun yanında teknolojiyi takip edip gelişmelerden haberdar olmalıyız. Bir kişinin hayatına olumlu anlamda dokunmak hem mesleki hem de insani açıdan mutlu olmamızı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

1. Rubin, L. R., Mishriki, Y., & Lee, G. (1989). Anatomy of the Nasolabial Fold: The Keystone of the Smiling Mechanism. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 83(1), 1-8.
2. Ackerman, J. L., Ackerman, M. B., Brensinger, C. M., & Landis, J. R. (1998). A Morphometric Analysis of the Posed Smile. *Clinical Orthodontics and Research*, 1(1), 2-11.
3. Spear, F. M., & Kokich, V. G. (2007). A Multidisciplinary Approach to Esthetic Dentistry. *Dental Clinics of North America*, 51(2), 487-505.
4. Thomas, P. A., Krishnamoorthi, D., Mohan, J., Raju, R., Rajajayam, S., & Venkatesan, S. (2022). Digital Smile Design. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, 14(Suppl 1), S43
5. Fox, C. W., Abrams, B. L., & Doukoudakis, A. (1983). Principles of Anterior Guidance: Development and Clinical Applications. *Journal of Craniomandibular Practice*, 2(1), 23-30.
6. Kokich Jr, V. O., Asuman Kiyak, H., & Shapiro, P. A. (1999). Comparing the Perception of Dentists and Lay People to Altered Dental Esthetics. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 11(6), 311-324.
7. Calamia, J. R., Levine, J. B., Lipp, M., Cisneros, G., & Wolff, M. S. (2011). Smile Design and Treatment Planning with the Help of a Comprehensive Esthetic Evaluation Form. *Dental Clinics*, 55(2), 187-209.
8. LaVere, A. M., Marcroft, K. R., Smith, R. C., & Sarka, R. J. (1992). Denture Tooth Selection: an Analysis of the Natural Maxillary Central Incisor Compared to the Length and Width of the Face. Part I. *The Journal Of Prosthetic Dentistry*, 67(5), 661-663.
9. Bukhary, S. M. N., Gill, D. S., Tredwin, C. J., & Moles, D. R. (2007). The Influence of Varying Maxillary Lateral Incisor Dimensions on Perceived Smile Aesthetics. *British Dental Journal*, 203(12), 687-693.
10. Fradeani, M. (2006). Evaluation of Dentolabial Parameters as Part of a Comprehensive Esthetic Analysis. *European Journal of Esthetic Dentistry*, 1(1).
11. Kokich, V. G., Spear, F. M., & Kokich, V. O. (2001). Maximizing Anterior Esthetics: An Interdisciplinary Approach. *Craniofacial Growth Series*, 38, 1-18.
12. Bhuvaneshwaran, M. (2010). Principles of Smile Design. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 13(4), 225-232.
13. Pound, E. (1973). *Personalized Denture Procedures: Dentists' Manual*. Denar Corporation.
14. Bloom, D. R., & Padayachy, J. N. (2006). Increasing Occlusal Vertical Dimension—Why, When and How. *British Dental Journal*, 200(5), 251-256.

15. Ricketts, R. M. (1982). The Biologic Significance of the Divine Proportion and Fibonacci Series. *American Journal of Orthodontics*, 81(5), 351-370.
16. Moore, T., Southard, K. A., Casco, J. S., Qian, F., & Southard, T. E. (2005). Buccal Corridors and Smile Esthetics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 127(2), 208-213.
17. Rufenacht, C. R. (1990). *Fundamentals of Esthetics*. Quintessence Publishing (IL).
18. Al-Habahbeh, R., Al-Shammout, R., Al-Jabrah, O., & Al-Omari, F. (2009). The Effect of Gender on Tooth and Gingival Display in The Anterior Region at Rest and During Smiling. *The European Journal of Esthetic Dentistry*, 4(4), 382-395.
19. Rufenacht, C. R. (2000). *Principles of Esthetic Integration*. Quintessence Publishing (IL).
20. Chiche, G. J., & Pinault, A. (1993). Smile Rejuvenation: A Methodic Approach. *Practical Periodontics and Aesthetic Dentistry: PPAD*, 5(3).
21. Chu, S. J., TAN, J. H. P., Stappert, C. F., & Tarnow, D. P. (2009). Gingival Zenith Positions and Levels of the Maxillary Anterior Dentition. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 21(2), 113-120.
22. Tarnow, D. P., Magner, A. W., & Fletcher, P. (1992). The Effect of the Distance From the Contact Point to the Crest of Bone on the Presence or Absence of the Interproximal Dental Papilla. *Journal of Periodontology*, 63(12), 995-996.
23. Kois, J. C., & Vakay, R. T. (2000). Relationship of the Periodontium to Impression Procedures. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*, 21(8), 684-686.
24. Chiche, G. J., & Pinault, A. (1994). *Esthetics of Anterior Fixed Prosthodontics*. Quintessence Publishing (IL).
25. Coachman, C., Calamita, M. A., & Sesma, N. (2017). Dynamic Documentation of the Smile and the 2D/3D Digital Smile Design Process. *International Journal of Periodontics Restorative Dentistry*, 37(2), 183-193.
26. Singla, S., & Lehl, G. (2014). Smile Analysis in Orthodontics. *Indian Journal of Oral Sciences*, 5(2), 49-49.
27. Coachman, C., Yoshinaga, L., Calamita, M., & Sesma, N. (2014). Digital Smile Design Concepts. *The Technologist*, 1-35.
28. Coachman, C., & Calamita, M. (2012). Digital Smile Design: a Tool for Treatment Planning and Communication in Esthetic Dentistry. *Quintessence of Dental Technology*, 35, 103-111.
29. McLaren, E. A., Garber, D. A., & Figueira, J. (2013). The Photoshop Smile Design technique (part 1): Digital Dental Photography. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 34(10), 772-776.

Bölüm 2

MAKSİLLER SİNÜS OGMENTASYONU

Seçil ÇOBANOĞLU¹

Nesrin SARUHAN KÖSE²

1 Seçil ÇOBANOĞLU, Araştırma Görevlisi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Eskişehir, Türkiye, ORCID: 0000-0002-9233-4862

2 Nesrin SARUHAN, Doç. Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Eskişehir, Türkiye, ORCID: 0000-0003-1160-4179



MAKSİLLER SİNÜS ANATOMİSİ

Paranasal sinüslerin en büyüğü olan maksiller sinüsler piramit şeklindedir. Piramidin tabanı, tepesi maksiller kemiğin zigomatik prosesine bakan lateral nazal duvardır. Erişkin maksiller sinüslerin ortalama boyutları 25-35 mm genişlik, 36-45 mm yükseklik ve 38-45 mm uzunluktadır. Sinüsün alt kısmı tipik olarak burun tabanının 1 cm altındadır.(Van Den Bergh, Ten Bruggenkate, Disch, & Tuinzing, 2000)

Maksiller sinüsün ortalama hacmi yaklaşık 15 mL'dir.(Kaufman, 2003) Bu hacim kısmi ve tam dişsizlikte artma eğilimindedir. Sinüsün ön duvarı alt orbital kenardan maksiller alveoler çıkıntıya kadar uzanır. İnce kemikten oluşur ve Caldwell-Luc (lateral antrastomi) yaklaşımı için cerrahi bölge görevi görür. Üst duvar orbita tabanıdır. Arka duvar, maksiller sinüsü infratemporal fossadan ayırır. Medial duvar aynı zamanda burun boşluğunun yan duvarıdır. Medial duvar, sekresyonların boşaltılması için ana kanal görevi gören birincil ostium'u barındırır. Birincil ostium, medial duvarın süperomedial yönü boyunca çıkar. Ostiumun konumu, drenajı engellemeden greft materyalinin yerleştirilmesine izin verir. Etmoidal infundibulum içine, ardından hiatus semilunaris'te nazal kavitenin orta measına boşalır. Aksesuar ostiumlar hastaların yaklaşık %15 ila %40'ında bulunur. Tipik olarak alt konkanın üst kısmına, unsinat prosesin üst ve arka kısmına drene olurlar.(Johnson, 2013)

Vaskülarizasyon ve İnervasyon

İnternal maksiller arterin her iki dalı olan infraorbital ve posterior superior alveolar arterler, maksiller sinüsün lateral duvarını besler. Traxler ve ark.(Solar et al., 1999) bu iki damarın dallarının tüm örneklerde endosseöz anastomozlar oluşturduğunu bildirmişlerdir. İnfraorbital arter, sinirle birlikte sinüs mukozası içinde antrumun üst duvarı boyunca uzanır. Arter, kafatasından çıkmadan önce orta ve anterior superior alveolar arterleri verir. İnfraorbital foramen, antrumun ön duvarında bulunur. Sinüsün medial duvarı, sfenopalatin arterin bir dalı olan posterior lateral nazal arterden beslenir. Bu bölgenin yüksek vaskülaritesi, greft entegrasyonu için daha uygun bir ortam sağlar. İnervasyon, trigeminal sinirin ikinci dalının infraorbital, superior alveolar ve palatin sinirlerini içeren dalları tarafından sağlanır.(Mohan, Wolf, & Dym, 2015)

Schneiderian Membranı

Schneiderian membranı 3 katmandan oluşur. İlk tabaka, antrumu örten periosteumdur. Oldukça vasküler bir bağ dokusu tabakası periostu kaplar. Son tabaka psödostratifye kolumnar epiteldir (solunum epiteli) ve sinüs boşluğuna açılır.(Kaufman, 2003) Schneiderian membran, ostiumda birleştiği için nazal mukoza ile süreklidir. Membran antrumda yaklaşık 0.8 mm kalınlığındadır.(Mohan et al., 2015)

Septa

Maksiller sinüs anatomisinin gözden geçirilmesi, septa değerlendirilmeden tamamlanmış sayılmaz. Konjenital ve edinilmiş olmak üzere 2 gruba ayrılabilirler. Konjenital septa maksiller sinüsün herhangi bir yerinde bulunabilir ve orta yüz büyüdükçe gelişir. Edinilmiş septalar sinüs tabanı boyunca maksiller alveoler kemiğin farklı rezorpsiyonunun kemik kretinde yol açtığı alanlarda meydana gelir. Bu septalar diş kaybının ve sonunda kemik rezorpsiyonunun bir sonucudur.(Krennmair, Ulm, Lugmayr, & Solar, 1999)

Dişlerle İlişki

Maksiller küçük azı dişleri ve büyük azı dişleri, maksiller sinüs tabanı ile yakın bir ilişkiye sahiptir. Diş çekimi sırasında oral-antral kısımda apeksleri sinüs boşluğundan ayıran kemik genellikle aşırı derecede incedir. Eberhardt ve ark. (Eberhardt, Torabinejad, & Christiansen, 1992) ikinci moların meziobukkal kök ucunun ortalama 0.83 mm mesafeye sinüs duvarına en yakın olduğunu bulmuşlardır. Birinci küçük azı dişinin palatinal kök ucu sinüs duvarından en uzakta yer alır. Genel olarak, büyük azı dişleri maksiller sinüse küçük azı köklerinden daha yakındır.(Mohan et al., 2015)

PREOPERATİF DEĞERLENDİRME

Tıbbi Değerlendirme

Tedaviye başlamadan önce ayrıntılı bir anamnez ve fizik muayene gereklidir. Hastanın mevcut ilaçları ve allerjileri gözden geçirilmelidir. Hasta değerlendirmesi sonucunda uzmanıyla konsültasyon gerekebilir. Gerektiğinde uygun laboratuvar testleri istenmelidir. Radyoterapi ve/ veya kemoterapi gören immün sistemi baskılanmış hastalar, kontrolsüz diyabet, immün yetersizlik, çoklu ilaç kullanımı gibi sistemik durumlar kesin kontrendikasyon olarak görülmektedir.(Chiapasco, Rosenlicht, Ruggiero, & Schneider, 2006) Yapılan çalışmalarda kontrol altında olan Tip II diyabetli hastalarda görülen implant sağ kalım oranlarının diyabeti olmayan bireylerinkiyle benzer olduğu saptanmıştır.(Tawil, Younan, Azar, & Sleilati, 2008) Aktif periodontal hastalık, aktif sinüzit, büyük kistler ve uzun zamandır devam eden kronik sinüzit varlığı ciddi risk faktörleri arasında yer almaktadır.(Alkan, Çelebi, & Baş, 2008; Timmenga, Raghoobar, van Weissenbruch, & Vissink, 2001)

Dental Değerlendirme

Kapsamlı bir dental değerlendirme, hastanın sinüs ogmentasyonu yapılarak implant yerleştirme için uygun olup olmadığını belirler. Teşhis modelleri, önerilen cerrahi bölgeyi değerlendirmek için kullanılabilir. Hastanın okluzyonu değerlendirilmelidir. Yatay ölçümlere ek olarak, ameliyat bölgesinin dikey boyutu da değerlendirilmelidir. Yetersiz veya aşırı interark mesafesi, implantların stabilitesini veya estetik sonucunu tehlikeye atabilir.(Kaufman,

2003) Ek olarak, maksilla ve mandibulanın transvers ilişkisi değerlendirilmelidir. Tedavi öncesinde sert dokular kadar yumuşak dokuların da değerlendirilmesi, hastanın oklüzyon kontrolünün yapılması ve parafonksiyonel alışkanlıkların kontrol edilmesi tedavinin başarısında büyük önem taşımaktadır. Bu tip titiz bir değerlendirmenin tedavinin ilk aşamasında yapılmaması, idealden fazla cerrahi girişim yapılması, operasyon sonrası komplikasyon ve implant kaybı gibi durumlarla karşılaşılmasını beraberinde getirir.(P. Fugazzotto, Melnick, & Al-Sabbagh, 2015)

Radyografik Değerlendirme

Panoramik görüntüleme, maksiller sinüslerin ön değerlendirmesi için yararlıdır. Panoramik radyografi sınırlıdır çünkü iki boyutludur, genellikle distorsiyonlar vardır ve hayalet görüntülere eğilimlidir. Sonuç olarak, ölçümler hatalı olabilir veya distorsiyonlar gizlenebilir. Dış hekimliği muayenehanelerinde konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) teknolojisinin yaygınlaşmasıyla birlikte, KIBT taraması sinüslerin değerlendirilmesinde standart hale gelmektedir. 3 boyutta hassas ölçümler yapılabilen ve sinüs içeriği doğru olarak değerlendirilebilmektedir.(Cote, Segelnick, Rastogi, & Schoor, 2011)

Endikasyonlar

Dişsiz maksiller bölgenin rehabilitasyonu için dental implantların kullanılması, maksiller sinüse olan yakınlık ve azalmış kemik yüksekliği sebebiyle zorlaşmaktadır. Bu zorlukların üstesinden gelmek için kullanılan sinüs ogmentasyonu, posterior maksiller bölgenin rehabilitasyonunda en sık kullanılan tekniktir.(Janner et al., 2011)

Maksiller sinüsün protetik amaçlar için kemik grefti ile yükseltilmesi ilk kez Boyne(P. Boyne, 1965) tarafından 1960 yılında önerilmiş, 1980 yılında ise Boyne ve James(P. J. Boyne, 1980) sinüs tabanının greftlenmesini ilk kez rapor etmişlerdir. Bu amaçla kullanılan yöntemler açık teknik (lateral pencere ya da Cadwell Luc) ve kapalı teknik (osteotom) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Lateral pencere tekniği, maksiller sinüs duvarında bir kemik penceresi açılarak, sinüs membranının yükseltilmesini takiben oluşturulan alana, greft materyalinin uygulanmasıdır. Kapalı teknik ise kret üzerinden osteotomlar kullanılarak greftin yerleştirilebileceği alanın yaratıldığı daha az invaziv bir yöntemdir.(Summers, 1994) Hangi tekniğin kullanılacağına, kalan kemik yüksekliği ve dental implantların primer stabilitesinin sağlanması kriterleri göz önünde bulundurularak karar verilmektedir.(P. A. Fugazzotto, 2003) (Tablo 1) Son yıllarda yapılan sistematik derlemelerde, her iki tekniğin kullanıldığı sinüs ogmentasyonu sonrası yapılan implant sağ kalım oranının, ogmentasyona gerek duyulmayan durumlarda yapılan implantların sağ kalım oranlarıyla benzer olduğu rapor edilmektedir.(Pjetursson, Tan, Zwahlen, & Lang, 2008)

Maksiller kemiğin sadece dikey mesafesinin artırılması, tek başına başarı kriteri olarak değerlendirilmemektedir. Yapılacak olan tedavinin üç boyutlu olarak planlanması gerekmektedir(P. Fugazzotto et al., 2015) Bu şekilde yapılmış olan bir tedavi protokolü, klinisyen ve hasta açısından konfor, fonksiyon, estetik ve uzun dönem başarıyı beraberinde getirmektedir. Bi-reye ait anatomik ve patolojik farklılıkları analiz edebilmek, en iyi ve uzun süreli tedavi sonucunu elde edebilmek için sinüs ogmentasyonu öncesinde maksiller sinüsün çok iyi değerlendirilmesi gereklidir. Sinüs ogmentasyonu cerrahisi etkili ve sonucu öngörülebilir bir tedavi protokolü olarak görülse de komplikasyonlara açık bir yöntemdir. Komplikasyonlar cerrahi sırasında ya da cerrahi işlem sonrasında ortaya çıkabildiği gibi birbirleriyle bağlantılı da olabilirler(Vogiatzi, Kloukos, Scarfe, & Bornstein, 2014)

Tablo 1: Kullanılacak Tekniğin Belirlenmesi (Misch 3rd, 2008)

Osteotom ve lateral pencere tekniği	
4 mm veya daha az rezidüel kemik yüksekliği	Lateral pencere tekniği ve gecikmiş implant yerleştirilmesi
4-5 mm rezidüel kemik yüksekliği	Lateral pencere tekniği, yeterli stabilite sağlanırsa immediate implant yerleştirilmesi
6 mm veya daha fazla rezidüel kemik yüksekliği	Osteotom tekniği

Kontrendikasyonlar

Çeşitli faktörler implant başarısızlığı riskini ve diğer olumsuz sonuçları artırabilir. Primer stabilitenin azalması nedeniyle düşük kaliteli kemiğe implant yerleştirilmesinden kaçınılmalıdır. Lokal veya sistemik nedenler kemik kalitesini tehlikeye atabilir. Kontrendikasyonlar arasında aktif sinüs enfeksiyonu, tekrarlayan kronik sinüzit, tekrarlayan fungal sinüzit, kontrolsüz diyabet, kistik fibrozis, maksiller sinüs hipoplazisi, neoplazmalar ve bölgeye radyasyon tedavisi öyküsü yer alır.(Misch, 2008) Daha önce açıklanan koşulların herhangi bir bulgusu, bir uzmana danışılmasını gerektirir. Sigara içmek, implant entegrasyonu ve sinüs ogmentasyonu ile ilişkili artan komplikasyon riski ile ilişkilendirilmiştir. Bununla birlikte, göreceli bir kontrendikasyondur çünkü başarısızlık oranları sigara içmeyenlerle karşılaştırıldığında sadece biraz daha yüksektir.(Vazquez, de Rivera, Gil, & Mifsut, 2014)

CERRAHİ TEKNİKLER

Klasik Hirschfeld çalışmalarına göre ilk kaybedilecek dişler üst birinci ve ikinci azı dişleridir.(Hirschfeld & Wasserman, 1978) Dişler çekildikten ve alveoler süreç şekillendikten sonra, maksiller sinüs, maksillanın posterior bölgesindeki kemik mevcudiyetinde bir azalma ile pnömatize olur.(Araújo, da Silva, de Mendonça, & Lindhe, 2015; Botticelli, Berglundh, & Lindhe, 2004)

Yetersiz kemik miktarı probleminin üstesinden gelmek için posterior maksilla çeşitli tedavi seçenekleri kullanılmıştır. En konservatif tedavi seçeneği, sinüs boşluğuna girmemek için kısa implantlar yerleştirmek olacaktır. Ancak kısa implantların yerleştirilmesi için bile en az 6 mm kemik yüksekliğine ihtiyaç vardır. Maksiller sinüsün greftlenmesinden kaçınmanın bir başka yolu, eğer bu alanlarda yeterli kemik varsa, implantları sinüs boşluğuna mesial veya distal olarak eğimli yerleştirmek olacaktır. Ayrıca ekstra uzun zigomatik implantlar zigomatik kemiğin lateral kısmına yerleştirilebilir.(Pjetursson & Lang, 2014)

Maksilla posterior bölgede uygun kemik miktarının az olması nedeniyle genellikle bu bölgeye implantların yerleştirilmesi için rejeneratif tekniklerin uygulanması gerekmektedir. Maksiller sinüs tabanının yükseltilmesi için en sık kullanılan teknik, Tatum tarafından önerilmiş olan lateral pencere tekniğidir.(Tatum Jr, 1986) 1980'de Boyne ve James, büyük, pnömatize olmuş sinüs boşlukları olan hastalarda, implantların yerleştirilmesi için bir hazırlık olarak maksiller sinüs tabanının iki aşamalı bir prosedür olarak yükseltilmesini tanımladılar: ilk aşamada, maksiller sinüs otojen partiküler iliak kemik kullanılarak greftlendi; ikinci aşamada (yaklaşık 3 ay sonra) ise implantlar yerleştirildi ve daha sonra sabit veya hareketli rekonstrüksiyonları desteklemek için kullanıldı.(P. J. Boyne, 1980) Bununla birlikte, lateral pencere yaklaşımıyla bu tür bir veya iki aşamalı sinüs tabanı yükseltmesi, nispeten invaziv bir tedavi seçeneğidir. 1994'te Summers, osteotom adı verilen bir alet kullanarak sinüs tabanının kret girişinden yükseltilmesine ve aynı cerrahi operasyon esnasında implantın yerleştirilmesine izin veren bir teknik önerdi.(Summers, 1994) Bu teknik daha az invazivdir ve tedavi süresini kısaltır. Bu tekniğin ilk sınırlamalarından biri, yeterli primer stabilite elde etmek için gereken minimum kemik yüksekliği miktarının 4 ila 6 mm arasında olmasıdır.(Ps, 1999) Yıllar geçtikçe implantların makroskopik tasarımı gelişti, yivler arası mesafenin kısaldığı konik bir şekle ve konik bağlantıya doğru eğilim arttı. Bu değişikliklerle, düşük kemik mevcudiyeti olan alanlarda daha fazla primer stabilite elde edilebilir.(Andrés García et al., 2009; García-Vives et al., 2009; Herrero-Climent et al., 2013) Ayrıca, ≤ 4 mm kemik yüksekliğe sahip vakalarda maksiller posterior bölgeye krestal girişle implant yerleştirilmesinin, konvansiyonel teknik kullanılmasına kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığı çalışmalarda ortaya çıkmıştır.(Gonzalez, Tuan, Ahn, & Nowzari, 2014; Winter, Pollack, & Odrich, 2002) Nedir(Nedir et al., 2009) herhangi bir rejeneratif biyomateryal kullanılmadan geleneksel bir osteotom tekniği kullanılarak 6 mm kemik yüksekliğindeki alanlara 10 mm'lik implantların yerleştirilmesini önerdi. Zaman içinde yazar, 3 yıllık takipte %100'lük bir implant sağ kalım oranıyla implantların apeksleri etrafında spontan kemik oluşumunu gözlemledi.

Osteotom Tekniği

Osteotom tekniği, lateral pencere yaklaşımından daha konservatiftir ancak membran perforasyonlarının belirlenmesi daha zordur.(Tan, Lang, Zwahlen, & Pjetursson, 2008) İnsizyon tasarımı için çeşitli seçenekler vardır. Alveoler çıkıntı boyunca meziodistal yönde midkrestal insizyon kullanılabilir. Gerekirse daha fazla görüş elde etmek için maksillanın lateral yönü boyunca dikey genişletici insizyonlar yapılabilir. Alveolar kemik, tam kalınlıkta bir mukoperiosteal flep kullanılarak açığa çıkarılır.(Palmer & Soory, 2008) Alveoler çıkıntı boyunca cerrahi bölgeyi işaretlemek için yuvarlak bir frez kullanılır. Daha sonra, nihai implant çapından 1 ila 1.5 mm daha küçük çaplı bir pilot dril kullanılır. Pilot frezle açılan delik sinüs tabanından yaklaşık 2 mm derinliğe kadardır. 5 mm veya daha az vertikal kemik kaldıysa pilot delik oluşturulması gerekli değildir.(Lang & Lindhe, 2008) Daha sonra, art arda daha büyük osteotomları nihai implant derinliğine kademeli olarak ilerletmek için bir çekiç kullanılır. Derinliği kademeli olarak artırmak, membran yırtılma riskini azaltır.(Misch 3rd, 2008) En küçük (ilk) osteotom sinüs tabanını kırar. Daha büyük osteotomlar kullanıldıkça kırık alanı artar.(Si et al., 2013) Tek bölge preparasyonu, birden fazla bitişik bölge ile karşılaştırıldığında sinüs perforasyonuna daha yatkındır.(Mohan et al., 2015) Nihai osteotom, planlanan implant çapından yaklaşık 0,5 mm daha küçük bir çapa sahip olmalıdır.(Lang & Lindhe, 2008) İmplant yerleştirmeden önce, bazı araştırmacılar osteotomi bölgesine kemik grefti yerleştirilmesini önermişlerdir. Bunun sebebi, implantın tepe noktası ile sinüs tabanı arasındaki kemik miktarını artırmaktır. Si ve ark.(Si et al., 2013) benzer implant sağ kalım oranları bulmuşlardır ve greftlenmiş bölgelerde greftlenmemiş bölgelere göre hiçbir avantaj görmemişlerdir.

Lateral Pencere Tekniği

Midkrestal veya palatal olarak konumlandırılmış bir insizyon meziodistal yönde yapılır ve dikey olarak serbestleştirici insizyonlar atılır. Maksiller sinüsün lateral duvarını açığa çıkaracak şekilde tam kalınlıkta bir mukoperiosteal flep kaldırılır. KIBT grafisi değerlendirilerek lateral pencerenin süperoinferior ve anteroposterior sınırları belirlenir. Pencerenin alt sınırı sinüs tabanından 2 ila 5 mm yukarıda olmalıdır. Anterior sınır sinüsün mesial uzantısı tarafından belirlenirken, distal sınır birinci molar dişin alanı içindedir.(Misch 3rd, 2008) Pencere, elmas uçlu frez veya piezoelektrik ile düşük hızda oluşturulur. Pencere, sinüsün ana hatları boyunca mavimsi bir renk tonu görünene kadar hazırlanır. Bu, schneiderian membranına yakınlığı gösterir. Membranı yırtma potansiyeli olan keskin kenarları önlemek için köşeler yuvarlatılmalıdır(Farhat, Kinaia, & Gross, 2008).

Kemik penceresi daha sonra sinüs boşluğuna doğru kırılır ve sinüs membranı ile birlikte süperior yönde yükseltilir, bu da greft materyali için

kemik penceresinin altında bir alan yaratır. Diğer bir alternatif, otolog greft olarak kullanmak için kemik penceresini sinüs membranından ayırmaktır. (Mohan et al., 2015) Her iki teknikte de, sinüs membranı künt diseksiyonla yukarı doğru nazikçe yükseltilir. Sinüs membranının altında oluşturulan boşluğa greft materyali yerleştirilir. Greft, boşluğu gevşek bir şekilde doldurmalıdır. Alanın aşırı doldurulması, greftin anjiyogenezisini tehlikeye atabilir veya birincil ostium'u tıkayabilir.(Misch 3rd, 2008; Mohan et al., 2015)

ANESTEZİ

Cerrahi alanın bukkal ve palatinal bölgelerine yapılacak olan bir lokal infiltratif anestezi, lateral pencere tekniğini gerçekleştirmek için genellikle yeterli olacaktır.(Kao, 2014)

İNSİZYON

Horizontal bir insizyon (alveolar kretten 1–2 mm palatalden ve sert doku “penceresinin” tahmini sınırından en az 4–6 mm uzaklıkta) eş zamanlı sinüs yükseltme ve implant yerleştirme gerçekleştirme fırsatı sağlar. Bukkal vertikal gevşetici insizyonlar, horizontal insizyonun mezial ve distal uzantısına yerleştirilir.(Kao, 2014)

Greft materyalini boşluk kalmayacak şekilde iyice sıkıştırmak, kemik formasyonunun azalmasına yol açar. İskeletin sıkı bir şekilde sıkıştırılması, partiküller arasındaki boşluğun azalmasına ve partiküller arasındaki kemik oluşumunun azalmasına yol açar. Maksillanın lateral duvarındaki pencereyi kapatmak için bir bariyer membranı da kullanılabilir. Çeşitli çalışmalar, pencerenin bariyer membran ile kapatılmasının implant başarı oranını artırdığını göstermiştir.(Tan et al., 2008; Tawil & Mawla, 2001; Wallace & Froum, 2003)

En yaygın olarak, ilk insizyon, osteotominin planlanan uzantısının çok ötesine uzanan midkrestaldir.(Torres García-Denche et al., 2013) Bazen bu insizyon, daha iyi bir yara kapanması için daha geniş keratinize yapışık diş eti bandını korumak ve yaranın açılmasını önlemek için hafifçe palatal yönde (2-4 mm) yapılır. Bununla birlikte, palatal olarak çok uzağa yapılan bir kesi, kan akışının bozulmasına bağlı olarak yumuşak doku ayrışmasına neden olabilir.(Kleinheinz, Büchter, Kruse-Lösler, Weingart, & Joos, 2005)

SİNÜS OGMENTASYONUNDA KULLANILAN BİYOMATERYALLER

Yetersiz alveoler kemik yüksekliği, standart implantların dişsiz maksillanın posterior kısmına yerleştirilmesini engelleyebilir. Bu kemik yüksekliğindeki yetersizlik, alveolar kemik kaybının, sinüs pnömatisasyonunun veya her ikisinin sonucu olabilir.(Tallgren, 2003) Sinüs ogmentasyonu, uzun implantların yerleştirilmesine izin vererek posterior maksilladaki kemik yüksekliğini artırmak için standart bir prosedür haline geldi.(P. J. Boyne, 1980)

Greftlemede kemik oluşumu, üç tip kemik büyümesi ile karakterize edilir: osteogenez, osteoindüksiyon ve osteokondüksiyon. Osteogenez, greft materyalinin kendisinden türetilen osteoblastlar tarafından yeni kemik oluşumudur. Osteoindüksiyon, bir materyalin, kemik büyümesiyle sonuçlanan, greftin konakçı bölgesinde çevreleyen dokudan osteoblastların oluşumunu indüklemeye yeteneğidir. Osteokondüksiyon, bir materyalin bir yüzey üzerinde kemiğin büyümesini destekleme yeteneğidir.(Precheur, 2007)

Kemik oluşumundan doğrudan sorumlu olmamasına rağmen, ek bir özellik olan, çevredeki kemiğe kimyasal olarak bağlanma yeteneği olan osteointegrasyon, greftin konakçı bölgeye dahil edilmesine yardımcı olur.(Precheur, 2007)

Otogreft, allogreft, ksenogreft, alloplast ve büyüme faktörleri dahil olmak üzere sinüs ogmentasyonu için farklı tipte biyomateryaller kullanılmıştır ve ideal greft materyalinin seçimi tartışmalıdır. Maksiller sinüs ogmentasyonunun histomorfometrik çalışmaları, yeni kemik miktarının, rezidüel greft parçacıklarının ve yumuşak doku komponentlerinin (kemik iliği veya bağ dokusu veya her ikisi) farklı biyomalzemelerde aynı olmadığını göstermiştir. (Avila-Ortiz et al., 2012; Barone et al., 2012; Bassil et al., 2013; Bettega et al., 2009; Chaushu, Vered, Mardinger, & Nissan, 2010; De Vicente, Hernández-Vallejo, Braña-Abascal, & Peña, 2010; Froum & Wallace, 2008; Klijn, Meijer, Bronkhorst, & Jansen, 2010)

1. Otogreft olarak da adlandırılan otojen kemik greftleri, aynı bireyde bir bölgeden başka bir bölgeye transfer edilen kemik greftleridir. Bu greftler, daha önce belirtilen tüm özelliklere sahip oldukları için diğer tüm greft malzemelerinin karşılaştırılmasında altın standarttır. Konakçının kendisinden oldukları için antijenite de yoktur. Otojen greftlerin dezavantajları, mevcut greft materyalinin miktarı ve konakla ilişkili morbiditedir.(Precheur, 2007)

2. Allojenik greftler, aynı türün genetik olarak farklı üyeleri arasında aktarılır. Yaygın olarak kullanılan bir materyal demineralize dondurulmuş kurutulmuş kemiktir (DDKB). Dondurarak kurutma işlemi, materyalin antijenitesini azaltır(Quattlebaunr, Mellonig, & Hensel, 1988) ve dekalsifikasyon, kemik morfogenetik proteinlerini açığa çıkararak, konakçı hücrelerin osteoblastlara farklılaşmasını indükleyerek osteojenik potansiyeli açığa çıkarır. (Mellonig, Bowers, & Cotton, 1981)

3. Ksenojenik greftler, başka bir türün donöründen alınır. Yaygın olarak kullanılanlar; sığır kaynaklı kemik minerali (BBM) ve poröz hidroksiapatittir (pHA). BBM'nin mineral yapısı ve yüzeyi otojen kemiğe benzer.(Browaays, Bouvry, & De Bruyn, 2007)

4. Alloplastik materyaller, hidroksiapatit (HA), beta-trikalsiyum fosfat (β -TCP), polimerler ve biyoaktif camlar gibi inorganik, sentetik biyoyumlu

kemik grefti ikameleridir.(Browaeyts et al., 2007)

Trombositten zengin plazma (PRP), trombosit kökenli büyüme faktörleri (PDGF) ve transforming büyüme faktörünün (TGF- β) sinüs greftine dahil edilmesi, genellikle klinik olarak iyileşme süresini kısaltmak ve kemik oluşumunu artırmak için bir yöntem olarak kullanılır. Tüm greft materyallerine büyüme faktörleri eklenebilir. Trombositler, PDGF ve TGF- β gibi büyüme faktörlerinin bilinen bir kaynağıdır.(Pierce et al., 1989) PRP, kandan elde edilen trombosit konsantresidir. Trombosit jeli, tanımı gereği ne toksik ne de immünojenik olmayan ve normal kemik rejenerasyon sürecini hızlandırabilen otolog büyüme faktörlerine erişim sağlar. PRP, maksillofasial cerrahide rejenera olan kemiğin kalitesini ve kantitesini artırmak için yararlı bir araç olarak önerilmiştir. PRP kullanımı, trombositlerin konsantre edilmesiyle salınan büyüme faktörlerinin (PDGF, TGF- β , IGF-I ve IGF-II) etkilerinin artacağı teorisine dayanmaktadır.(Browaeyts et al., 2007)

Bir başka iyi bilinen büyüme faktörü, osteoindüktif olan ve mezenkimal hücrelerin kemik oluşturan hücrelere farklılaşmasını sağlama potansiyeline sahip olabilen kemik morfogenetik proteindir (BMP-7). BMP-7'nin osseointegrasyon için osseoindüktif ve osseopromotif olduğu bulunmuştur.(Wozney et al., 1988)

KOMPLİKASYONLAR

Posterior maksillanın sinüs ogmentasyonu günümüzde güvenilir ve güvenli bir teknik olarak kabul edilmesine rağmen, hala endosinüs komplikasyonlarına maruz kalmaktadır. Bu komplikasyonlar, bazı vakalarda implant tedavi planlamasını tehlikeye atabilir.(Alkan et al., 2008)

Perioperatif Komplikasyonlar

1.Sinüs Membranı Perforasyonu

Sinüs lifting sırasında Schneiderian membranının yükseltilmesi hassas bir işlemdir. Bu membran, sinüs boşluğunun korunması için bir bariyer olarak kabul edilir. Enfeksiyon riskini azaltmak ve kemik rejenerasyonu açısından klinik sonuçları optimize etmek için bütünlüğünün korunmasına özen gösterilmelidir.(Proussaefs, Lozada, Kim, & Rohrer, 2004)

Schneiderian membranın perforasyonu, maksiller sinüs ogmentasyonunun ana intraoperatif komplikasyonunu temsil eder.(Schwartz-Arad, Herzberg, & Dolev, 2004)

Bir perforasyonu tespit etmenin en güvenilir yolu, doğrudan görsel incelemedir. Valsalva manevrası dikkatle düşünülmeli ve hatta kaçınılmalıdır. Çok ince bir membran varlığında perforasyona neden olabilir veya hasta sert üflerse küçük bir perforasyonu büyütebilir. Güvenilir değildir çünkü bazen Schneiderian membran perfore olmasına rağmen Valsalva manevrası nega-

tiftir.(Tourbah & Maarek, 2015)

Cerrahlar tarafından önerilen diğer bir yöntem de hasta burnundan nefes alırken membrandaki yükselmiş hareketin görülmesidir. Bu teknik zarsızdır ancak her zaman kesin değildir çünkü bazen sağlam bir membran varlığında bile membran hareketinin genliği çok küçüktür. Ameliyat sonrası periapikal röntgen, panoramik radyografi veya KIBT ile yapılan radyolojik inceleme, biyomateryalde sızıntı olup olmadığını veya kompakt olup olmadığını kontrol etmek için ameliyattan sonra yardımcı olabilir. Sızıntı, membranın perfore olduğu ve biyomateryalin sinüs boşluğuna geçtiği anlamına gelir. (Tourbah & Maarek, 2015)

Perforasyon için bir aletle arama yapılması önerilmez, bunun yerine membranın pencereden görsel olarak incelenmesi önerilir. Sinüs içinde oluşan kan pıhtısı görüşü engelliyorsa ıslak gazlı bez veya özel bir aspiratör ucu kullanarak pıhtıyı çıkarabiliriz. Sinüs tabanının salinle hafifçe durulanması, daha iyi görsel inceleme sağlar ve sinüs içinden akan sıvı miktarı önemliyse perforasyonun saptanmasına izin verir. Endoskopik olarak değerlendirilen sinüs greftleme, herhangi bir membran perforasyonunu tam olarak saptamak için yararlıdır ancak bu teknik daha invazivdir ve zaman alıcıdır.(Garbacea et al., 2012)

Ameliyat sırasında bu aşamalardan herhangi birinde perforasyon oluşabilir. Kemik penceresi trepanasyonu sırasında frez kemiği geçerek membrana ulaşırsa perfore edebilir veya yaralayabilir. Membrana yaklaşırken elmas frez kullanımı bu riski azaltır. Elmas kaplı uçların yumuşak dokuya zarar vermediği düşünüldüğünde piezoelektrik cihazın daha güvenli olduğu kanıtlanmıştır.(Wallace, Mazor, Froum, Cho, & Tarnow, 2007) Osteotomi sonrası eğer kemikli pencere çıkarılacaksa, ayırırken membranın yırtılmamasına dikkat edilmelidir. Ayrıca perforasyonlar, havayla çalışan yüksek hızlı döner aletlerin kullanımıyla ilişkilendirilebilir.(Vlassis & Fugazzotto, 1999)

Membran perforasyonu riskini artırabilecek faktörler şunlardır(Becker et al., 2008):

- Septa
- İnce membran
- Yumuşak doku adezyonu
- Sinüs içine önceki girişim
- Kist/sinüs patolojisi
- Cerrahi hata
- Greft materyali ile aşırı doldurma

2. Hemoraji

Sinüs greftleme sırasında en sık görülebilen ikinci komplikasyon hemorajidir. Bu hemoraji, maksiller sinüsün kalın lateral duvarındaki süngerimsi kemikten kaynaklanabilir. Bu durumda hemoraji zayıftır ve herhangi bir rahatsızlık yaratmaz. Ameliyatın başlangıcında görüşü bozabilir; lokal anesteziye bağlı vazokonstriksiyon sağlandıktan sonra ameliyata konforlu bir şekilde devam edilebilir.(Tourbah & Maarek, 2015)

Alveoloantral arterden (AAA) kaynaklanan arteriyel hemoraji, uygulayıcı ve hasta için potansiyel olarak bir stres ve komplikasyon kaynağıdır. Posterior superior alveolar arter (PSAA), posterior maksilla, posterior dişler ve komşu yumuşak dokuların vaskülarizasyonundan sorumludur. Bukkal kemiğin dışında periosteum altında uzanan yumuşak dokular için lateral (mukogingival arter, MGA) ve molar bölgede maksiller kemiğin lateral duvarına nüfuz eden medial (alveoloantral arter, AAA) olmak üzere iki dal verir. Bu AAA, infraorbital arter (IOA) ile anastomoz yapmak için maksillanın ön duvarına kadar uzanır.(Hur et al., 2009; Traxler et al., 1999; Yoshida et al., 2010) AAA, maksiller sinüsün yan duvarı için ana besleyici arterdir.(Ella et al., 2008)

3. Bukkal Kemik Kırığı

İmplantları aynı seans yerleştirirken, bukkal kemik lateral pencere hazırlanması ve implant bölgesinin preperasyonu nedeniyle zayıflatılır. İmplantın yerleştirilmesi, kalan bukkal kemik plakasının kırılmasına neden olabilir. Bu kırıklar vertikaldir ve çoğunlukla yer değiştirmemiştir. Kemik çatlak ama stabilitesini korur. Ek tedavi gerekli değildir. Bazı durumlarda kırık yer değiştirir, kemik parçaları kırılır ve düzgün sıralanmazlar. Bu durumlarda implant yüzeyi açığa çıkabilir; düzgün bir şekilde iyileşmesini sağlamak için biyomateryal ve bir membran ile kaplanması önerilir. İmplantın primer stabilitesini kaybetme riski de vardır. İyileşmeden sonra implant çıkartılmalı ve değiştirilmelidir. Bazı hastalarda lateral duvar çok incedir ve ekartörün uyguladığı baskı fazlaysa ezilebilir.(Ella et al., 2008)

4. Primer Stabilite Başarısızlığı

3 ila 4 mm'lik bir rezidüel kret yüksekliği olduğunda eş zamanlı implant yerleştirme mümkündür. Literatürde bu şekilde eş zamanlı implant uygulamalarında başarısızlık oranı daha yüksek bulunmamıştır.(Del Fabbro, Testori, Francetti, & Weinstein, 2004; Wallace & Froum, 2003) İmplant yuvasının küçültülmesi, özellikle düşük yoğunluklu kemikte primer stabiliteyi artırır. Alıcı bölgeyi lateral olarak kondanse etmek için osteotomların kullanılması, kemik yoğunluğunu artırır ve primer stabiliteyi geliştirir. Primer stabilite ayrıca implantın geometrisinden ve yüzey özelliklerinden de etkilenir. İmplantları aynı seansta yerleştirirken, bölgeye tam olarak adapte olan implantların

kullanılması önerilir. Bu sağlanamıyorsa aynı seansta implant yerleştirilmesinden vazgeçilerek ikinci bir cerrahi yapılmalıdır. Kötü primer stabilite, osseointegrasyon olmaması veya maksiller sinüs içine implantın dislokasyonuna sebep olabilir.(Tourbah & Maarek, 2015)

5.İnfraorbital Sinir Yaralanması

İnfraorbital sinir, maksiller sinüsün arteriyel duvarında, orbita tabanının yaklaşık 10 mm altında ortaya çıkar. İnervasyon alanı vertikal olarak alt göz kapağından üst dudağa, horizontal olarak burun alasından yanağın ön kısmına, sagittal olarak periosteumdan cilde kadar uzanır. Nazolabial kıvrımda sinir dalları uzanır. Bu sinirler, kanin bölgesinde yüksek bir serbestleştirici insizyon yapılırsa yanlışlıkla kesilebilir veya infraorbital foramene kadar çok yüksek periosteal elevasyon yapılırsa veya hatta ekartörün sıkıştırmasıyla hasar görebilir. Kanin bölgesindeki serbestleştirici insizyonlar bu liflerden kaçınmak için çok vertikal yönde değil, öne eğimli olmalıdır. Trapezoidal flep, cerrahi bölgeye iyi bir görsel erişim sağlar. Tam kalınlıklı flep açmak ve retraktörü kemik yüzeyine yerleştirmek, yumuşak dokuların ve özellikle sinir liflerinin zarar görmesini önlemeye yardımcı olur.(Tourbah & Maarek, 2015)

POSTOPERATİF KOMPLİKASYONLAR

1.Kanama Komplikasyonları

Sinüs mukozasının perforasyonu veya çapı 1.5 mm'den büyük olan intraosseöz alveoler arter anastomozlarının tutulumu durumunda ameliyat sonrası sinüs kanaması görülür.(Mardinger, Abba, Hirshberg, & Schwartz-Arad, 2007) Bu sinüs kanaması burun boşluğuna boşalır ve birkaç saatten birkaç güne kadar değişken süreli bir epistaksis ile kendini gösterir.(Tourbah & Maarek, 2015)

2.Greft Sızıntısı

Endosinüs Greft Sızıntısı

Bu, sinüs mukozasının fark edilmeyen bir perforasyonunun veya yeterince onarılmamış olmasının bir sonucudur. Sinüs içine ekstrüde edilen greftlerin gelişimi, söz konusu greftlerin miktarına, boyutlarına ve sinüs drenajı olasılığına bağlıdır. Çoğu durumda, ekstrüde edilmiş greftler, mukozanın drenaj fonksiyonunu değiştirir ve bu greftlerin birikmesi ve ostial obstrüksiyona neden olması durumunda sinüzite yol açar. Daha nadiren, bazı ekstrüde greftler, sinüs fizyolojisinde değişiklik olmaksızın sinüs mukozası ile temas edecek şekilde konumlandırılabilir ve ablasyon gerektirmez.(Tourbah & Maarek, 2015)

3.Yara Açılması

Lateral sinüs elevasyonundan sonra yara açılması, başka ogmentasyonlarla (krestal veya onlay greftleme) ilişkili olmadığında nadir görülen bir komplikasyondur. İyi bir flep tasarımı, doğru sütür tekniği, pasif flep kapat-

ma ve hareketli bir protez kaynaklı travmadan kaçınma, böyle bir komplikasyondan korunmak için önemli faktörlerdir.(Greenstein, Cavallaro, Romanos, & Tarnow, 2008; Jovanovic, Spiekermann, & Richter, 1992) Flep açılması durumunda lokal antiseptik ve sistemik antibiyotik reçete edilir. Yara daha büyükse kapatmaya çalışmak zordur ve dişeti migrasyonunu ve yeniden epitelizasyonunu iyileştirmek için kemiğin traşlanması veya çıkarılması düşünülmelidir.(Greenstein et al., 2008)

4. Enfeksiyon Komplikasyonları

Akut Sinüzit

8. gündeki akut sinüzit, maksiller sinüs fizyolojik olarak sağlıklı olduğu sürece en az görülen ve en hızlı çözülen sinüzittir. Genellikle yetersiz drene edilmiş bir hematoma süperenfeksiyonu veya antibiyotik yetersiz kalması sonucu perioperatif anaerobik kontaminasyonla ilişkili olarak gelişir. Tedavi amoksisilin / klavulanik asit kombinasyonunun reçete edilmesini veya Synergistin reçetesini içerir.(Bhattacharyya, 1999)

Kronik Sinüzit

Vakaların %15'inde bulunan uzun süreli sinüzit, 3. hafta civarında ortaya çıkmakta ve enfeksiyöz epizod erken saptanmadığı takdirde implant planını da içeren komplikasyonları beraberinde getirmektedir.(Bhattacharyya, 1999)

5. İmplantın Sinüs İçine Kaçması

Radyolojik inceleme (bT taraması) ve ardından endoskopik sinüs incelemesi ile orta meatotomi (sinüsün üst 2/3'ünde bulunan bir implant için), alt meatotomi veya implant daha aşağıdaysa vestibüler yaklaşım yoluyla implantın çıkarılması gerçekleştirilir. Orbita tabanına zarar vermemek için doğrudan bir görüşe sahip olmak veya endoskopik değerlendirme çok önemlidir. (Galindo-Moreno et al., 2012)

KAYNAKÇA

- Alkan, A., Çelebi, N., & Baş, B. (2008). Acute maxillary sinusitis associated with internal sinus lifting: report of a case. *European journal of dentistry*, 2(01), 69-72.
- Andrés García, R., García Vives, N., Herrero Climent, F., Fernández Palacín, A., Ríos Santos, J. V., Herrero Climent, M., & Bullón, P. (2009). In vitro evaluation of the influence of the cortical bone on the primary stability of two implant systems.
- Araújo, M. G., da Silva, J. C. C., de Mendonça, A. F., & Lindhe, J. (2015). Ridge alterations following grafting of fresh extraction sockets in man. A randomized clinical trial. *Clinical oral implants research*, 26(4), 407-412.
- Avila-Ortiz, G., Neiva, R., Galindo-Moreno, P., Rudek, I., Benavides, E., & Wang, H. L. (2012). Analysis of the influence of residual alveolar bone height on sinus augmentation outcomes. *Clinical oral implants research*, 23(9), 1082-1088.
- Barone, A., Ricci, M., Covani, U., Nannmark, U., Azarmehr, I., & Calvo-Guirado, J. L. (2012). Maxillary sinus augmentation using prehydrated corticocancellous porcine bone: Hystomorphometric evaluation after 6 months. *Clinical implant dentistry and related research*, 14(3), 373-379.
- Bassil, J., Naaman, N., Lattouf, R., Kassis, C., Changotade, S., Baroukh, B., . . . Godeau, G. (2013). Clinical, histological, and histomorphometrical analysis of maxillary sinus augmentation using inorganic bovine in humans: preliminary results. *Journal of Oral Implantology*, 39(1), 73-80.
- Becker, S. T., Terheyden, H., Steinriede, A., Behrens, E., Springer, I., & Wiltfang, J. (2008). Prospective observation of 41 perforations of the Schneiderian membrane during sinus floor elevation. *Clinical oral implants research*, 19(12), 1285-1289.
- Bettega, G., Brun, J. P., Boutonnat, J., Cracowski, J. L., Quesada, J. L., Hegelhofer, H., . . . Richard, M. J. (2009). Autologous platelet concentrates for bone graft enhancement in sinus lift procedure. *Transfusion*, 49(4), 779-785.
- Bhattacharyya, N. (1999). Bilateral chronic maxillary sinusitis after the sinus-lift procedure. *American journal of otolaryngology*, 20(2), 133-135.
- Botticelli, D., Berglundh, T., & Lindhe, J. (2004). Hard-tissue alterations following immediate implant placement in extraction sites. *Journal of clinical periodontology*, 31(10), 820-828.
- Boyne, P. (1965). Lectures to postgraduate course. *US Navy Dental School, National Naval Medical Center, Bethesda, MD, 1968.*
- Boyne, P. J. (1980). Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *J. Oral Surg.*, 38, 613-616.
- Browaeys, H., Bouvry, P., & De Bruyn, H. (2007). A literature review on biomaterials in sinus augmentation procedures. *Clinical implant dentistry and related research*, 9(3), 166-177.

- Chaushu, G., Vered, M., Mardinger, O., & Nissan, J. (2010). Histomorphometric Analysis After Maxillary Sinus Floor Augmentation Using Cancellous Bone-Block Allograft. *Journal of periodontology*, 81(8), 1147-1152.
- Chiapasco, M., Rosenlicht, J., Ruggiero, S., & Schneider, R. (2006). Contraindications for sinus graft procedures *The Sinus Bone Graft*: quintessence Publishing.
- Cote, M. T., Segelnick, S. L., Rastogi, A., & Schoor, R. (2011). New York State Ear, Nose, and Throat Specialists' Views on Pre-Sinus Lift Referral. *Journal of periodontology*, 82(2), 227-233.
- De Vicente, J. C., Hernández-Vallejo, G., Braña-Abascal, P., & Peña, I. (2010). Maxillary sinus augmentation with autologous bone harvested from the lateral maxillary wall combined with bovine-derived hydroxyapatite: clinical and histologic observations. *Clinical oral implants research*, 21(4), 430-438.
- Del Fabbro, M., Testori, T., Francetti, L., & Weinstein, R. (2004). Systematic review of survival rates for implants placed in the grafted maxillary sinus. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 24(6).
- Eberhardt, J. A., Torabinejad, M., & Christiansen, E. L. (1992). A computed tomographic study of the distances between the maxillary sinus floor and the apices of the maxillary posterior teeth. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*, 73(3), 345-347.
- Ella, B., Sédarat, C., Da Costa Noble, R., Normand, E., Lauerjat, Y., Siberchicot, F., . . . Zwetyenga, N. (2008). Vascular connections of the lateral wall of the sinus: surgical effect in sinus augmentation. *International Journal of Oral & Maxillo-facial Implants*, 23(6).
- Farhat, F. F., Kinaia, B., & Gross, H. B. (2008). Sinus bone augmentation: a review of the common techniques. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*, 29(7), 388-392, 394.
- Froum, S. J., & Wallace, S. S. (2008). Histomorphometric Comparison of a Biphasic Bone Ceramic to Anorganic. *Dent*, 28, 273-281.
- Fugazzotto, P., Melnick, P. R., & Al-Sabbagh, M. (2015). Complications when augmenting the posterior maxilla. *Dental Clinics*, 59(1), 97-130.
- Fugazzotto, P. A. (2003). Augmentation of the posterior maxilla: a proposed hierarchy of treatment selection. *Journal of periodontology*, 74(11), 1682-1691.
- Galindo-Moreno, P., Padiál-Molina, M., Avila, G., Rios, H. F., Hernández-Cortés, P., & Wang, H. L. (2012). Complications associated with implant migration into the maxillary sinus cavity. *Clinical oral implants research*, 23(10), 1152-1160.
- Garbacea, A., Lozada, J. L., Church, C. A., Al-Ardah, A. J., Seiberling, K. A., Naylor, W. P., & Chen, J.-W. (2012). The incidence of maxillary sinus membrane perforation during endoscopically assessed crestal sinus floor elevation: a pilot study. *Journal of Oral Implantology*, 38(4), 345-359.
- García-Vives, N., Andrés-García, R., Rios-Santos, V., Fernández-Palacín, A., Bul-lón-Fernández, P., Herrero-Climent, M., & Herrero-Climent, F. (2009). In vitro

- evaluation of the type of implant bed preparation with osteotomes in bone type IV and its influence on the stability of two implant systems. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 14(9), e455-460.
- Gonzalez, S., Tuan, M. C., Ahn, K. M., & Nowzari, H. (2014). Crestal approach for maxillary sinus augmentation in patients with ≤ 4 mm of residual alveolar bone. *Clinical implant dentistry and related research*, 16(6), 827-835.
- Greenstein, G., Cavallaro, J., Romanos, G., & Tarnow, D. (2008). Clinical recommendations for avoiding and managing surgical complications associated with implant dentistry: a review. *Journal of periodontology*, 79(8), 1317-1329.
- Herrero-Climent, M., Santos-García, R., Jaramillo-Santos, R., Romero-Ruiz, M. M., Fernández-Palacin, A., Lázaro-Calvo, P., . . . Ríos-Santos, J. V. (2013). Assessment of Osstell ISQ's reliability for implant stability measurement: A cross-sectional clinical study. *Medicina oral, patología oral y cirugía bucal*, 18(6), e877.
- Hirschfeld, L., & Wasserman, B. (1978). A long-term survey of tooth loss in 600 treated periodontal patients. *Journal of periodontology*, 49(5), 225-237.
- Hur, M.-S., Kim, J.-K., Hu, K.-S., Bae, H. E. K., Park, H.-S., & Kim, H.-J. (2009). Clinical implications of the topography and distribution of the posterior superior alveolar artery. *Journal of Craniofacial Surgery*, 20(2), 551-554.
- Janner, S. F., Caversaccio, M. D., Dubach, P., Sendi, P., Buser, D., & Bornstein, M. M. (2011). Characteristics and dimensions of the Schneiderian membrane: a radiographic analysis using cone beam computed tomography in patients referred for dental implant surgery in the posterior maxilla. *Clinical oral implants research*, 22(12), 1446-1453.
- Johnson, J. (2013). *Bailey's head and neck surgery: Otolaryngology*: Lippincott Williams & Wilkins.
- Jovanovic, S. A., Spiekermann, H., & Richter, E. J. (1992). Bone regeneration around titanium dental implants in dehiscenced defect sites: a clinical study. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 7(2).
- Kao, D. W. (2014). Clinical Procedures of the Lateral Window Technique. *Clinical Maxillary Sinus Elevation Surgery*, 67-78.
- Kaufman, E. (2003). Maxillary sinus elevation surgery: an overview. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 15(5), 272-283.
- Kleinheinz, J., Büchter, A., Kruse-Lösler, B., Weingart, D., & Joos, U. (2005). Incision design in implant dentistry based on vascularization of the mucosa. *Clinical oral implants research*, 16(5), 518-523.
- Klijin, R. J., Meijer, G. J., Bronkhorst, E. M., & Jansen, J. A. (2010). Sinus floor augmentation surgery using autologous bone grafts from various donor sites: a meta-analysis of the total bone volume. *Tissue Engineering Part B: Reviews*, 16(3), 295-303.
- Krennmaier, G., Ulm, C. W., Lugmayr, H., & Solar, P. (1999). The incidence, location, and height of maxillary sinus septa in the edentulous and dentate maxilla. *Jour-*

nal of Oral and Maxillofacial Surgery, 57(6), 667-671.

- Lang, N. P., & Lindhe, J. (2008). *Clinical Periodontology and implant dentistry 5th Edn. Blackwell Publishing Company*, 2, 705-733.
- Mardinger, O., Abba, M., Hirshberg, A., & Schwartz-Arad, D. (2007). Prevalence, diameter and course of the maxillary intraosseous vascular canal with relation to sinus augmentation procedure: a radiographic study. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 36(8), 735-738.
- Mellonig, J. T., Bowers, G. M., & Cotton, W. R. (1981). Comparison of bone graft materials: Part II. New bone formation with autografts and allografts: a histological evaluation. *Journal of periodontology*, 52(6), 297-302.
- Misch 3rd, C. (2008). *Contemporary Implant Dentistry—3rd Edition*, Mosby. *South Asia edition*.
- Misch, C. E. (2008). *Contemporary Implant Dentistry*, Mosby. *St. Louis, MO*.
- Mohan, N., Wolf, J., & Dym, H. (2015). Maxillary sinus augmentation. *Dental Clinics*, 59(2), 375-388.
- Nedir, R., Bischof, M., Vazquez, L., Nurdin, N., Szmukler-Moncler, S., & Bernard, J. P. (2009). Osteotome sinus floor elevation technique without grafting material: 3-year results of a prospective pilot study. *Clinical oral implants research*, 20(7), 701-707.
- Palmer, R., & Soory, M. (2008). *Modifying Factors: Diabetes, Pregnancy and Smoking Clinical periodontology and implant dentistry* (pp. 307-327): Blackwell Munksgaard.
- Pierce, G. F., Mustoe, T. A., Lingelbach, J., Masakowski, V. R., Griffin, G. L., Senior, R. M., & Deuel, T. F. (1989). Platelet-derived growth factor and transforming growth factor-beta enhance tissue repair activities by unique mechanisms. *The Journal of cell biology*, 109(1), 429-440.
- Pjetursson, B. E., & Lang, N. P. (2014). Sinus floor elevation utilizing the transalveolar approach. *Periodontology 2000*, 66(1), 59-71.
- Pjetursson, B. E., Tan, W. C., Zwhalen, M., & Lang, N. P. (2008). A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation: part I: lateral approach. *Journal of clinical periodontology*, 35, 216-240.
- Precheur, H. V. (2007). Bone graft materials. *Dental Clinics of North America*, 51(3), 729-746.
- Proussaefs, P., Lozada, J., Kim, J., & Rohrer, M. D. (2004). Repair of the perforated sinus membrane with a resorbable collagen membrane: a human study. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 19(3).
- Ps, R. (1999). The bone-added osteotome sinus floor elevation technique: multicenter retrospective report of consecutively treatment patients. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 14, 853-858.

- Quattlebaunr, J. B., Mellonig, J. T., & Hensel, N. F. (1988). Antigenicity of freeze-dried cortical bone allograft in human periodontal osseous defects. *Journal of periodontology*, 59(6), 394-397.
- Schwartz-Arad, D., Herzberg, R., & Dolev, E. (2004). The prevalence of surgical complications of the sinus graft procedure and their impact on implant survival. *Journal of periodontology*, 75(4), 511-516.
- Si, M. s., Zhuang, L. f., Gu, Y. X., Mo, J. j., Qiao, S. c., & Lai, H. C. (2013). Osteotome sinus floor elevation with or without grafting: a 3-year randomized controlled clinical trial. *Journal of clinical periodontology*, 40(4), 396-403.
- Solar, P., Geyerhofer, U., Traxler, H., Windisch, A., Ulm, C., & Watzek, G. (1999). Blood supply to the maxillary sinus relevant to sinus floor elevation procedures. *Clinical oral implants research*, 10(1), 34-44.
- Summers, R. B. (1994). A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique. *Compendium (Newtown, Pa.)*, 15(2), 152, 154-156, 158 passim; quiz 162.
- Tallgren, A. (2003). The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: a mixed-longitudinal study covering 25 years. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 89(5), 427-435.
- Tan, W. C., Lang, N. P., Zwahlen, M., & Pjetursson, B. E. (2008). A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation Part II: transalveolar technique. *Journal of clinical periodontology*, 35, 241-254.
- Tatum Jr, H. (1986). Maxillary and sinus implant reconstructions. *Dental Clinics of North America*, 30(2), 207-229.
- Tawil, G., & Mawla, M. (2001). Sinus floor elevation using a bovine bone mineral (Bio-Oss) with or without the concomitant use of a bilayered collagen barrier (Bio-Gide): a clinical report of immediate and delayed implant placement. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 16(5).
- Tawil, G., Younan, R., Azar, P., & Sleilati, G. (2008). Conventional and advanced implant treatment in the type II diabetic patient: surgical protocol and long-term clinical results. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 23(4).
- Timmenga, N. M., Raghoebar, G. M., van Weissenbruch, R., & Vissink, A. (2001). Maxillary sinusitis after augmentation of the maxillary sinus floor: a report of 2 cases. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 59(2), 200-204.
- Torres García-Denche, J., Wu, X., Martinez, P. P., Eimar, H., Ikbali, D. J. A., Hernández, G., . . . Tamimi, F. (2013). Membranes over the lateral window in sinus augmentation procedures: a two-arm and split-mouth randomized clinical trials. *Journal of clinical periodontology*, 40(11), 1043-1051.
- Tourbah, B., & Maarek, H. (2015). Complications of maxillary sinus bone augmentation: prevention and management. *Sinus Grafting Techniques: A Step-by-Step Guide*, 195-233.

- Traxler, H., Windisch, A., Geyerhofer, U., Surd, R., Solar, P., & Firbas, W. (1999). Arterial blood supply of the maxillary sinus. *Clinical Anatomy: The Official Journal of the American Association of Clinical Anatomists and the British Association of Clinical Anatomists*, 12(6), 417-421.
- Van Den Bergh, J. P., Ten Bruggenkate, C. M., Disch, F. J., & Tuinzing, D. B. (2000). Anatomical aspects of sinus floor elevations. *Clinical Oral Implants Research: Treatment Rationale*, 11(3), 256-265.
- Vazquez, J. C. M., de Rivera, A. S. G., Gil, H. S., & Mifsut, R. S. (2014). Complication rate in 200 consecutive sinus lift procedures: guidelines for prevention and treatment. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 72(5), 892-901.
- Vlassis, J. M., & Fugazzotto, P. A. (1999). A classification system for sinus membrane perforations during augmentation procedures with options for repair. *Journal of periodontology*, 70(6), 692-699.
- Vogiatzi, T., Kloukos, D., Scarfe, W. C., & Bornstein, M. M. (2014). Incidence of anatomical variations and disease of the maxillary sinuses as identified by cone beam computed tomography: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 29(6), 1301-1314.
- Wallace, S. S., & Froum, S. J. (2003). Effect of maxillary sinus augmentation on the survival of endosseous dental implants. A systematic review. *Annals of periodontology*, 8(1), 328-343.
- Wallace, S. S., Mazor, Z., Froum, S. J., Cho, S.-C., & Tarnow, D. P. (2007). Schneiderian membrane perforation rate during sinus elevation using piezosurgery: clinical results of 100 consecutive cases. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 27(5).
- Winter, A. A., Pollack, A. S., & Odrich, R. B. (2002). Placement of implants in the severely atrophic posterior maxilla using localized management of the sinus floor: a preliminary study. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 17(5).
- Wozney, J. M., Rosen, V., Celeste, A. J., Mitsock, L. M., Whitters, M. J., Kriz, R. W., . . . Wang, E. A. (1988). Novel regulators of bone formation: molecular clones and activities. *Science*, 242(4885), 1528-1534.
- Yoshida, S., Kawai, T., Asaumi, R., Miwa, Y., Imura, K., Koseki, H., . . . Sato, I. (2010). Evaluation of the blood and nerve supply patterns in the molar region of the maxillary sinus in Japanese cadavers. *Okajimas folia anatomica Japonica*, 87(3), 129-133.

Bölüm 3

PROTETİK DİŞ TEDAVİSİNDE STOMATOĞNATİK SİSTEMİN İŞLEVSEL ANATOMİSİNİN OLUŞTURULMASINDA OKLUZAL DİKEY BOYUTUN ROLÜ

Ebru EKMEKÇİ ERTAN¹

1 Dr. Ebru Ekmekçi Ertan
ebruekmekciertan@yahoo.com
TC Sağlık Bakanlığı İzmir Eğitim Dış Hastanesi
<https://orcid.org/0000-0002-0574-2914>



İnsan anatomisi işlevsel gereksinimler sonucunda oluşur ve anatomik uyum, işlevsel gereksinimler rehberliğinde sürer.

Stomatognatik sistem, tüm sistemlerde olduğu gibi kendisini oluşturan parçaların, işlevsel gereksinimler sonucunda konumlandığı ve biçimlendiği bir sistemdir. Kendisini oluşturan parçalarda anatomik düzensizlikler ve hatalı konumlanma varsa çiğneme sistemi doğru çalışamaz (Dawson, 1989).

Stomatognatik sistem; kemik yapılardan, alt ve üst çenede bulunan diş arklarından, temporomandibuler eklemler ve çiğneme kaslarından oluşur. Sistemi oluşturan tüm bu parçalar; kesme, koparma ve çiğnemenin yapılabilmesi, yutkunma ve konuşmanın sağlanabilmesi için uyum içinde çalışabilmelidirler.

Stomatognatik sistemin işlevinde kaslar, birinci derecede rol alırlar. Kaslar optimum kontraksiyon ve istirahat uzunluğuna, tonusa, herhangi bir engel olmaksızın normal sınırlar içinde işlev görmelerine izin veren doğru anatomik uyuma sahip olmalıdırlar (Dawson, 1989). Ek olarak; işlevsel gereksinim karşılandıktan sonra kasların geri dönebilecekleri bir statik dinlenme ilişkisi olmalıdır.

Doğal dişlerin yitilmesi sonucunda stomatognatik sistem; çiğneme, yutkunma, solunum, konuşma gibi pek çok görevi yerine getiremez. Bu durumdan; çevredeki dil, dudak ve yanak kasları, diş destek dokuları, temporomandibuler eklemler, olumsuz etkilenir. Bunun nedeni; geride kalan parçaların anatomik ve işlevsel uyumunun bozulmuş olmasıdır.

Diş kaybı; tek bir dişin yitilmesi şeklinde olabildiği gibi tüm dişlerin yitilmesi şeklinde de olabilmektedir. Yitirilen dişin hemen yerine konması ya da ertelenip bölgenin boş bırakılması söz konusu olabilmektedir. Sonuç olarak; anatomik elemanların herhangi birinde uyum eksikliği oluşturan değişiklik, tüm sistemin bu farklılaşmaya adaptasyon zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır. Bu adaptasyonun, dengesizliğe verilmiş bir yanıt olduğu açık ve nettir (Dawson, 1989). Gerçekleşen adaptasyon, kişinin fizyolojik toleransını aşıyorsa stomatognatik sistemde art arda patolojik değişiklikler meydana gelebilir (Okeson,1993).

Bir başka şekilde ifade etmek gerekirse; değişikliği düzeltmek için sistemin gösterdiği çabanın faydalı ya da yıkıcı olması, değişikliğe uğramış doku ya da bölümün direncinin ölçüsüne ya da yapısal yanıtına bağlıdır (Dawson, 1989).

Stomatognatik sistemdeki her yapının belli oranda adaptasyon limiti vardır. Adaptasyon, yapısal tolerans olarak tanımlanan kritik seviyeyi aştığı zaman dokularda yapısal değişiklikler başlar. Herhangi bir parçanın yapısal toleransı aşırsa yıkım başlar. Bu başlangıç yıkımı, yapısal toleransı en düşük olan parçada görülür. Yıkımın olduğu bölge ise bireyler arasında farklılık gösterir (Okeson,1993).

Dişsiz bireylerin protetik tedavisinin pek çok amacı vardır. Çiğneme işlevinin gerçekleştirilmesi, seslerin çıkarılması ve konuşmada önemli rol alan, estetiğin sağlanmasında ana unsur olarak bulunan dişlerin yerine konulması, geride kalan diş destek ve komşu dokularının devamlılığının korunması, dişsizlikten kaynaklanabilecek psikolojik sorunların önlenmesi, bu amaçlar içinde yer almaktadır. Dişlerin, stomatognatik sistemin bir parçası olduğu bilinciyle yapılan tedavi başarılı olacaktır.

Stomatognatik sistemin yitirilen bölümünü yerine koyacak olan tam protezlerin, geride kalan dokularla uyumlu çalışması için horizontal ve vertikal çene ilişkilerinin kaydının ve temporomandibuler ekleme uyumlu çalışacak okluzal ilişkilerin sağlanması gerekir. Doğru horizontal ve sagittal ilişkinin sağlanmasında başlangıç noktası, dikey yöndeki ilişkinin doğru belirlenmesidir (Çalikkocaoğlu,1989; Hellsing,1994).

Belirlenen okluzal dikey boyut; kasların optimum kontraksiyon ve istirahat uzunluğunun oluşturulması, dişlerin konumlanacağı çeneler arası açıklığın sağlanması, bu şekilde konumlandırılan yapay dişlerin en iyi çiğneme ve fonasyon işlevini yerine getirmesi için büyük önem taşır. Çeneler arası doğru horizontal ilişkinin de, uygun dikey boyutta elde edileceği bilinmektedir (Çalikkocaoğlu,1989).

Yapılan protezlerle stomatognatik sistemin anatomik ve fonksiyonel uyumu elde edildiğinde, aynı zamanda hasta için en iyi estetik de elde edilir ve nöromuskuler sistemin uyumu sağlanır. En iyi estetik sonuç, doğal ve işlevsel olan görünümdür (Dawson, 1989).

DOĞAL DİŞLİ VE TAM DİŞSİZ BİREYLERDE DİKEY BOYUT

Protez terimleri sözlüğüne göre (2017) okluzal dikey boyut; alt çeneyi kapanışa getiren elemanlar temastayken, seçilen iki nokta arasında ölçülen uzunluktur (TheGlossary of Prosthodontics Terms: Ninth Edition,2017).

Okluzal dikey boyut, alt yüz yüksekliğinde önemli bir etmendir. Dişler de; çiğneme kasları ile birlikte, varolan okluzal dikey boyutun alt çenenin her kapanışı sırasında yinelenmesini sağlayan en önemli elemanlardır (Dawson, 1989).

Okluzal dikey boyut; dişler tam olarak kapanışa geldiğinde iki nokta arasında ölçülen uzunluk olsa da bu konumun oluşmasında belirleyici rolü kaslar oynar. Dişlerin konumu, sabit olan üst çene ile kaslar yardımıyla konumlandırılan alt çene arasında oluşan açıklığın dikey boyutu ile belirlenir (Dawson, 1989). Elevatör kasların kontraksiyon uzunluğu ise dişlerin süreceği çeneler arası açıklığı belirler. (Dawson, 1989) Alt ve üst dişler, çeneler arası ilişki oluşuncaya kadar varolan alan içinde sürerler. Çeneler arasında varolan bu dikey bağıntı o kadar sabittir ki; diş sıkma, gıcırdatma veya parafonksiyon nedeniyle meydana gelen aşınma bile bu ilişkiyi değiştiremez;

çünkü dentoalveoler gelişim ömür boyu sürdüğü için bu boyut kaybı yerine konulur (Forsberg, Eliasson, Westergren, 1991; Tallgren,1957). Diş sürmesi, çene kemiği apozisyonu, diş aşınması ile kaybedilen miktarı yerine koyan fizyolojik adaptasyon mekanizmalarıdır(Forsberg, Eliasson, Westergren, 1991; Tallgren,1957).

Yapılan araştırmalarda, brüksizm hastaları ile sağlıklı bireylerin kraniyofasiyal anatomileri arasında fark görülmemiştir (Young, Rinchuse, Pierce, Zullo, 1999). Dawson'a göre bu durumun tek açıklaması; elevatör kasların kasılma döngüsüyle alt çenenin üst çeneye göre boyutunun sabit tutulmasıdır (Dawson, 1989).

Dawson'a göre; dişler sürme kuvvetine eşit şiddette, zıt yöndeki bir kuvvetle karşılaşınca kadar sürmeye devam ettiğine göre, alt çenenin üst çeneye göre kassal konumu, bu direncin karşılaştığı noktayı belirlemektedir (Dawson, 1989).

Dişler var oldukça, kaslar tarafından oluşturulan belli bir dikey boyutu korudukları için doğal dişli bireylerde okluzal dikey boyut korunur. Bu bireylerde, azı dişleri yitirilmedikçe okluzal dikey boyutun değişmeyeceği bildirilmiştir (Dawson, 1989; Forsberg, Eliasson, Westergren, 1991; Tallgren,1957, Young, Rinchuse, Pierce, Zullo, 1999). Azı dişleri yitirildiğinde bu kayıp protezlerle yerine konmazsa ya da protetik tedavi süreci geciktirilirse geri kalan dişler okluzyon sağlanıncaya kadar sürmeye devam edeceği için boşluk dişlerle doldurulmakta ve bütünü oluşturan parçalar arasındaki uyum bozulmaktadır (Fotoğraf 1).



Fotoğraf 1: Posterior dişler kaybedildikten sonra yerine konmadığı için aradaki açıklık beş yıl içinde kapanmıştır.

Azı dişlerini yitirmemiş doğal dişli bireylerde; yüzdeki sabit noktalar arasında belirli bir oran bulunmaktadır. Saçlı derinin başlangıç noktası ile glabella arası uzunluk., glabella ile subnasal arası uzunluk, subnasal ile çene ucu arasındaki uzunluk yaklaşık olarak birbirine eşittir. Bu üç eşit uzunluktan üstte yer alan ikisi, sabit noktalar arasında olduğu için normal şartlarda ömür boyu değişmez (Fotoğraf 2).



Fotoğraf 2: Azı dişlerini yitirmemiş 70 yaşındaki doğal dişli bireyde anlatılan üç mesafenin de eşit olduğu, alt yüz yüksekliğinin korunduğu görülmektedir.

Doğal dişli bireylerde var olan bu muhteşem uyum, dişler yitirildiğinde kaybolur; çünkü çene ucu hareketli bir noktadır ve alt yüz yüksekliğinin yeniden belirlenmesi için artık tam protezlerin yapılması gerekmektedir (Çalikkocaoğlu,1989; Graber, Swain,1985) (Fotoğraf 3). Bu noktada; tam protezlerin okluzal dikey boyutunun belirlenmesi aşamasının ne kadar önemli olduğu görülür.



Fotoğraf 3: Tüm doğal dişlerini yitirmiş 70 yaşındaki bireyde doğal alt yüz yüksekliği yitirilmiştir

Stomatognatik sistemde doğa tarafından oluşturulan uyum, yeni yapılacak tam protezin okluzal dikey boyutunun belirlenmesinde pek çok araştırmacıya esin kaynağı olmaktadır (Monteith,1984; Orthlieb, Laurent, Laplanche, 2000; Potgieter, Monteith, Kemp,1983). Tam dişsiz bireylerde, alt yüz yüksekliğinin bu uyumdan yararlanılarak belirlenmesi konusunda pek çok araştırma yapılmaktadır.

Dişli bireylerde, sefalometrik analizler yardımıyla belirlenen alt yüz yüksekliğine ilişkin korelasyonların, dişlerini yitirmiş bireyler için rehber olarak kullanılması yaygın olarak görülmektedir. Bu şekilde, iskelet ve kas sistemi

uyum içinde biçimlendiği için, dişlerin yitilmesiyle değişen kas ilişkisinin, iskeletsel rehberler yardımıyla yeniden belirlenebileceği düşünülmektedir (Monteith,1984; Orthlieb, Laurent, Laplanche, 2000; Potgieter, Monteith, Kemp,1983).

Bir başka önemli konu ise diş ve destek dokuları tam protezler ile restore edilmiş hastaların zaman içindeki adaptasyon sürecidir; çünkü tam protez hastalarında okluzal dikey boyutun dolayısıyla alt yüz yüksekliğinin zamanla azaldığı bilinmektedir (Tallgren, 1967; Tallgren, 2003).

Zaman içerisinde; alveoler kemikteki rezorpsiyon ve yapay dişlerdeki aşınma ile okluzal dikey boyut aşamalı olarak azalmaktadır. Tam dişsiz bireylerde 7 yıllık tam protez kullanımı sonrasında, alt ve üst çenelerde dik yönde meydana gelen kemik kaybının ortalama olarak 8.3 mm olduğu bildirilmiştir (Tallgren, 1967). Bu kaybın; besleme, okluzal düzenleme ya da protezlerin belirli bir kullanım süresinden sonra yenilenmesi ile yerine konulmaması durumunda mandibuler postürün, okluzal dikey boyuttaki değişikliklere uyum sağladığı gösterilmiştir (Carlsson, Ingervall, Koçak, 1979; Gross, Nissan, Ormianer, Dvori, Shifman, 2002)(Fotoğraf 4). Yapay dişlerin aşınması ve alveoler rezorpsiyon nedeniyle okluzal dikey boyut azaldıkça kassal adaptasyon nedeniyle istirahat dikey boyutu da azalmaktadır (Goldspink, 1976; Mohindra, 1996).



Fotoğraf 4: Alt üst tam protezlerin 20 yıl kullanımından sonra alt yüz yüksekliğinin çöktüğü görülmektedir.

Dişli ve dişsiz bireylerin karşılaştırıldığı çalışmalarda, okluzal dikey boyuttaki kayıp nedeniyle alt çenede ileri düzeyde şekil değişimi ve gonial açıda düzleşme olduğu görülmüştür. Ayrıca; masseter ve internal pterygoid kasın da bu sonuca uyum sağladığının gözardı edilmemesi gerektiği vurgulanmıştır (Keen, 1945).

Uzun süre alt, üst tam protez kullanmış ve meydana gelen dikey boyut kaybı besleme yapılarak yerine konulmamış hastalarda, okluzal dikey boyut azaldıkça istirahat dikey boyutu da azaldığı için bu hastalara yeni yapılacak tam protezin okluzal dikey boyutunun belirlenmesi sırasında istirahat dikey boyutunun başlangıç noktası olarak kullanılması, gerekenden daha düşük bir okluzal dikey boyut ve alt yüz yüksekliği elde edilmesi sonucunu doğurabilecektir (Mohindra, 1996). Böylece işlevsel anatomi önemli ölçüde değiştirilmiş olacaktır. En az gücü sarf ederek en büyük işlevi gerçekleştirmek üzere biçimlenmiş stomatognatik sistemde, çiğneme işlevi ve istirahat sırasında kas yorgunluğu, konuşma bozuklukları ve estetik problemler ortaya çıkabilmektedir (Çalıkkoçaoğlu, 1998; Rivera-Morales, Mohl, 1991). Dikey boyutun düşük olduğu bazı olgularda, dudak köşelerinde angular chelitis görülebilmektedir (Fotoğraf 5).



Fotoğraf 5: Okluzal dikey boyutun düşük olduğu alt tam protez üst bölümlü protez olgusunda görülen angular chelitis.

Klinik araştırmalar da tam protez hastalarının; zamanla yüzlerinin çökmesinden yakındıklarını ortaya koymaktadır. Bu değişikliğin nedeni; yapay dişlerdeki aşınma, alveoler kret rezorpsiyonu ve protezlerin uyumunun bozulmasıdır (Sofou, Diakoyianni-Mordohai, Markovitsi, Pissiotis, 1993). Böylece; nasolabial ve mentolabial sulkuslar derinleşmekte, dudak desteği azalmaktadır. Alt yüz yüksekliğindeki kayıp hastalara daha yaşlı bir görünüm vermektedir. Stomatognatik sistem, alt ve üst çenenin yeni ilişkisine uyum sağlamakta ve işlevine devam etmektedir. Hastalarda meydana gelen kayıp yerine konulmazsa, adapte olmuş fizyoloji ile patoloji arasındaki sınır aşılabilmektedir (Sofou, Diakoyianni-Mordohai, Markovitsi, Pissiotis, 1993).

Alt çenede içten dışa, üst çenede ise dıştan içe doğru oluşan alveoler rezorpsiyon sonucunda hastaların klinik görünümü Angle Sınıf III ilişkiye benzeyebilir. Bu görüntünün iskeletsel Sınıf III mü olduğu ya da alveoler rezorpsiyon, yapay dişlerdeki aşınma ve alt çenenin öne rotasyonu nedeniyle mi oluştuğu belirlenmelidir. Bu hastalarda, yeni yapılacak protezle alt ve üst çene arasındaki ilişkinin ve yüzde meydana gelen çökmenin düzeltilip düzeltilemeyeceğinin de özenle değerlendirilmesi gerekmektedir (Sofou, Diakoyianni-Mordohai, Markovitsi, Pissiotis, 1993).

Çeneler arası ilişkinin kaydı; doğru dikey boyutu sağlamalı ve temporo-mandibuler eklem ve çiğneme kaslarıyla uyumlu okluzal ilişkilerin oluşmasına olanak vermelidir(Çalikkocaoğlu, 1998).

Protez terimleri sözlüğü (2017) sentrik ilişkiyi; kondiller glenoid fossa içinde en superoanterior konumda yer alırken, artiküler eminensin posterior meyiline karşı durduğu, bu arada artiküler diskin de uygun şekilde konumlandığı fizyolojik bir maksillomandibuler ilişki olarak tanımlamaktadır (TheGlossary of Prosthodontics Terms: Ninth Edition,2017).

Bu ilişkinin, dişlerin konumundan bağımsız olarak oluştuğu, mandibulanın buradan saf rotasyon hareketini, lateral, vertikal ve protrüzyon hareketlerini yapabildiği belirtilmektedir. Okluzyonda engel olmazsa, elevatör kaslar güçlü bir şekilde kasıldığında eklem stabilitesi sağlanmaktadır ve bu pozisyon, mandibulanın en stabil kas-iskelet pozisyonu olarak kabul edilmektedir (Çalikkocaoğlu,1998). Posterior dişlerini kaybettiği için posterior desteğini kaybetmiş bireylerde, yapılacak protezle maksillomandibuler ilişkinin oluşturulmasında tekrarlanabilir ve hasta konforu açısından olumlu bir konumdur. Bu ilişkinin iyatrojenik olarak yanlış oluşturulması; işlevsel, estetik ve psikolojik sorunlara neden olur (Fotoğraf 6).



Fotoğraf 6: Posterior diş kaybının uzun süre tedavi edilmemesi sonrasında kapanışın çökmüş olduğu hastada maksillomandibular ilişkinin de iyatrojenik olarak yanlış belirlendiği görülmektedir.

Posterior dişlerini kaybettiği için doğal alt yüz yüksekliğini kaybetmiş olguların implantüstü sabit protezler ile tedavisinde de aynı düşünce şekli geçerli olmalıdır. Aynı yaş grubunda bulunan ve hiçbir diş kaybı bulunmayan bireylerdeki doğal alt yüz yüksekliği, özellikle posterior dişlerini kaybettiği için okluzal dikey boyutun yeniden belirlenmesinin gerektiği hastalarda, rehber olmalıdır.

Total dişsizliğin implantüstü sabit protezlerle tedavisinde, doğal anatomik uyuma ulaşabilmek için hastaya önce klasik tam protez yapılması önerilmektedir (Fotoğraf 7). Bu prova protezi, yapılacak sabit protezin metal

yapısının biçimlendirilmesinde önemli bir rehberdir. Porselen sabit protezin hem estetik hem de sağlam olabilmesi için metal alt yapının doğru kalınlık ve doğru kontura sahip olması, seçilecek abutmentlerin açılarının ve boylarının doğru şekilde belirlenmesi, doğru dikey boyutta metal alt yapı dökülmesinde rehber oluşturacaktır (Fotoğraf 7).



Fotoğraf 7: Doğal dişlerini yitirmiş bireyde doğala yakın alt yüz yüksekliğinin oluşturulması için önce dikey boyut alınarak tam protez yapılmış ve bu tam protezin okluzal dikey boyutunun rehberliğinde implant abutmentleri seçilerek yapılacak sabit protezin metal alt yapısı dökülmüştür. Sonuç olarak; doğal anatomik uyuma yakın bir alt yüz yüksekliği oluşturulmuştur.

Stomatognatik sistem bir bütün olarak ele alındığında anlaşılmaktadır ki; kendisini oluşturan parçalar arasında anatomik ve işlevsel uyum varsa estetik de bu uyumun bir parçası olarak yer almaktadır.

KAYNAKÇA

1. Dawson, P.E. (1989). Evaluation, Diagnosis, and Treatment of Occlusal Problems. 2nd ed. The C.V. Mosby Company, St.Louis
2. Okeson, J.P. (1993). Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion (First ed.), Mosby-Year Book Inc.,St. Louis
3. Çalikkocaoğlu, S. (1998). Tam Protezler. 2.baskı. Protez Akademisi ve Gnatoloji Derneği Yayını, İstanbul, P. 252-265
4. Hellsing, G. (1984). Functional Adaptation to Changes in Vertical Dimension, *J Prosthet Dent*, 52;867-870
5. TheGlossary of Prosthodontics Terms: Ninth Edition. *J Prosthet Dent*. 2017 May;117
6. Forsberg, C.M., Eliasson, S., Westergren, H. (1991) Face Height and Tooth Eruption in Adults- A 20-Year Follow-Up Investigation. *Eur J Orthod*, 13, 249-54
7. Tallgren A. (1957). Changes in Adult Face Height Due to Ageing, Wear and Loss of Teeth and Prosthetic Treatment. A Roentgen Cephalometric Study Mainly on Finnish Women. *Acta Odontol Scand*,15; Suppl.24.
8. Young, D.V., Rinchuse, D.J., Pierce, C.J., Zullo, T. (1999). The Craniofacial Morphology of Bruxers Versus Nonbruxers. *Angle Orthod*, 69, 14-8
9. Graber TME, Swain BF. (1985). Orthodontics.St.Louis:Mosby,41-67.
10. Monteith B. (1984). The Role of the Free-way Space in the Generation of Muscle Pain Among Denture-wearers. *J Oral Rehabil*, 11;483-98
11. Orthlieb, J.D., Laurent, M., Laplanche, O. (2000). Cephalometric Estimation of Vertical Dimension of Occlusion, *J Oral Rehabil*, 27;802-7
12. Potgieter P.J., Monteith B.D., Kemp P.L. (1983). The Determination of Free-way Space in Edentulous Patients: A Cephalometric Approach. *J Oral Rehabil*, 10;283-93
13. Tallgren A. (1967). The Effect of Denture Wearing on Facial Morphology. A 7-year Longitudinal Study. *Acta Odontol Scand*, 25; 563-92.
14. Carlsson, G.E., Ingervall, B.& Koçak, G. (1979). Effect Of Increasing Vertical Dimension On The Masticatory System In Subjects With Natural Teeth. *J Prosthet Dent*, 41, 284-9
15. Gross, M.D., Nissan, J., Ormianer, Z., Dvori, S., Shifman, A. (2002). The Effect of Increasing Occlusal vertical Dimension on face Height, *Int J Prosthodont*, 15;353-7
16. Goldspink, G. (1976). The Adaptation of Muscle to a New Functional Length. In Anderson, D.J., and Matthews, B., editors: Mastication. John Wright and Sons Ltd., Bristol, England, p 90-99.

17. Mohindra, N.K. (1996). A Preliminary Report on the Determination of the Vertical Dimension of Occlusion Using the Principle of the Mandibular Position in Swallowing, *Br Dent J*, 11; 180;344-8
18. Keen, J. (1945). A Study Of The Angle Of The Mandible. *J Dent Res*, 24, 77
19. Rivera-Morales, W.C., Mohl, N.D. (1991). Relationship of Occlusal Vertical Dimension to the Health of the Masticatory System, *J Prosthet Dent*, 65:547-53
20. Tallgren A. (1967). The Effect of Denture Wearing on Facial Morphology. A 7-year Longitudinal Study. *Acta Odontol Scand*, 25; 563-92.
21. Tallgren A. (2003). The Continuing Reduction of the Residual alveolar Ridges in Complete Denture Wearers: A Mixed-longitudinal Study Covering 25 Years. *J Prosthet Dent*, 89;427-35
22. Sofou, A.M., Diakoyianni-Mordohai, I., Markovitsi, H., Pissiotis, A.L. (1993). Using Cephalometry to Evaluate Maxillomandibular Relationships in Complete Denture Construction, *Int J Prosthodont*, 6;540-5
23. Kois, J., Phillips, K.M. (1997). Occlusal Vertical Dimension: Alteration Concerns. *Compend Contin Educ Dent*, 8:1169-1177

Bölüm 4

PROTETİK İMPLANTLARDA OSSEOENTTEGRASYON

Meryem ERDOĞDU¹
Neslihan GÜNTEKİN²
Ali Rıza TUNÇDEMİR³

1 Dt. Meryem ERDOĞDU, [ORCID-ID: 0000-0002-2430-0687](#),
Necmettin Erbakan Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı

2 Dr. Öğr. Üyesi Neslihan GÜNTEKİN,
[ORCID-ID: 0000-0003-1432-5730](#), Necmettin Erbakan Üniversitesi
Dişhekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı

3 Prof. Dr . Ali Rıza TUNÇDEMİR, [ORCID-ID: 0000-0002-6114-3369](#),
Necmettin Erbakan Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı



1. GİRİŞ

Modern diş hekimliğinin amacı stomatognatik sistem atrofisi, hastalıklar ve yaralanmalar gibi durumlarda normal fonksiyon, fonasyon, estetik ve rahatlığı restore etmektir. Dişler, stomatognatik sistemin ayrılmaz bir parçasıdır. Dişlerin temel işlevi; sindirime başlamak ve sindirimi kolaylaştırmak için besinleri hazırlamaktır. Ayrıca konuşma ve estetik için de gereklidirler. Tam veya kısmi dişsizlik, yıllardır birçok insanın karşı karşıya kaldığı önemli bir sorundur. Geçmişte yaşlılığın doğal bir sonucu olarak görülen dişsizlik, günümüzde kısmi veya tüm çene protezleri ile tedavi edilebilmektedir. İmplant temelli dental rehabilitasyon teknikleri oldukça öngörülebilir sonuçlar vermiştir. Bu nedenle tamamen ya da kısmen dişsiz hastalar için tedavi alternatiflerine dahil edilmesi gereken bir unsur haline gelmiştir. İmplant tedavilerinin etkinliği, iyileşme sürecindeki başarılı osseoentegrasyona direk olarak bağlıdır. Osseoentegrasyon; kemik ve yük taşıyan bir implantın yüzeyi arasındaki doğrudan yapısal ve fonksiyonel bağlantı olarak tanımlanmıştır. Başarılı bir implant için başarılı bir osseoentegrasyon gereklidir. Bu çalışmanın amacı, başarılı bir implant tedavisinden bahsedebilmek için öngörülen osseoentegrasyon sürecini derlemektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Periimplant Dokular

Periodontal dokular ile periimplant mukoza incelendiğinde, aralarında benzerlikler bulunmasına rağmen farklı birçok çalışma neticesinde belirgin histolojik ve anatomik farklılıklar tespit edilmiştir (Abrahamsson vd., 1996).

Doğal dişlere benzer şekilde implantın çevresindeki serbest dişeti de implant etrafındaki oluğun yumuşak doku duvarını oluşturur. İmplantın çevresindeki yumuşak dokular da doğal dişler etrafındaki periodontal dokulara benzerlik göstermek suretiyle keratinize ve keratinize olmayan epitelden oluşurlar. Doğal dişlerin etrafındaki birleşim epiteli de implant çevresindeki bariyer epiteli de yaklaşık olarak 2 mm uzunluğa sahiptir. Her ikisinin etrafında da mevcut olan epitel tabakası, dişin yüzeyine olduğu gibi implantın yüzeyine de bazal lamina ve hemidesmozomlar aracılığı ile tutunur (Hansson vd., 1983).

Doğal dişlerin kökünü çevreleyen bir sement dokusu bulunmasının aksine, implantı çevreleyen bir sement dokusu bulunmaz. İmplant ile onu çevreleyen kemik arasında periodontal ligamentler de bulunmadığından, implant ile kemik teması arada bir aracı olmadan doğrudan doğruya sağlanır. İmplantlar kemiğe direkt olarak bağlandıkları için uygulanan kuvvetler de süspanse edilemediği gibi yine implantın periodontal ligamentlerden yoksun olması sebebiyle damarlanma da sadece suprapariosteal kaynaklıdır. Oysaki periodontal dokuların damarlanması suprapariosteal kaynaklı olmasının yanı sıra

bir de periodontal kaynaklıdır (Berglundh vd., 1994). Periodontal ligamentte bulunan mekanoreseptörler sayesinde algılanan dokunma duyusu periodontal dokularda mevcut iken periimplant dokular bundan da yoksundur (Berglundh vd., 1991).

Periimplant mukozasındaki bağ dokusu morfolojik olarak dişeti bağ dokusuna oldukça benzemekle beraber daha az fibroblast ve daha fazla kollajen içermektedir. Ayrıca bağ dokusu içerisindeki fibriller diş yüzeyine dik uzanırken, implant yüzeyine bu fibriller paralal olarak seyretmektedir (Berglundh vd., 1991).

2.2. Osseointegrasyon

Osseointegrasyon bir biyolojik süreç olmakla birlikte Latince 'os'=kemik ve 'entegrate'=birleşmek anlamına gelen kelimelerin bütünleşmesiyle oluşmaktadır. 1969 yılında ilk olarak Per-Ingvar Branemark tarafından tanımlanmış olan bu terim klinik raporlarda ilk 1977 senesinde yayınlanmıştır. Osseointegrasyonun tanımı birçok araştırmacı tarafından farklı şekillerde tarif edilmiştir. İlk olarak Branemark osseointegrasyon tanımını 'ışık mikroskobu düzeyinde canlı kemik ile implant yüzeyinin doğrudan teması' olarak yapmıştır (Branemark, 1977).

Alberktsson'a göre osseointegrasyon 'canlı kemik ile yük taşıyan bir implant yüzeyi arasında direkt, fonksiyonel ve yapısal bağlantı'dır (Albrektsson vd., 1981).

El Askary'nın tanımı ise 'normal olarak yeniden şekillenmiş kemik ile implant yüzeyi arasında bağ dokusu olmaksızın kurulan direkt bağlantı' şeklindedir (El Askary vd., 1999). Son olarak Zarb'ın osseointegrasyon tanımı ise 'alloplastik materyallerin fonksiyonel yükleme esnasında, kemikte klinik olarak asemptomatik rijit fiksasyonunun elde edilmesi ve devam ettirilmesi işlemi'dir (Zarb ve Schmitt, 1991).

2.2.1. Osseointegrasyon Mekanizması

Johansson ve Albrektsson'un yaptıkları çalışmalar neticesinde, implantın yerleştirildikten ancak birkaç ay sonrasında yüksek oranda kemik ile teması olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışma, osseointegrasyon mekanizmasının zamana bağlı bir biyolojik süreç olduğunun ispatıdır (Johansson ve Albrektsson, 1987).

Osseointegrasyon mekanizması primer kemik iyileşmesi ile benzerdir. Bu iyileşme temiz yani steril kırık hattında gerçekleşmektedir. Kırık hatlarının birbirine çok yakın olması sonucunda primer kemik iyileşmesinde çok az granülasyon doku formasyonunun yanı sıra iyi organize olmuş kemik formasyonu bulunmaktadır. Osseointegrasyon süresi primer kemik iyileşmesine çok benzer olmakla birlikte tek farkı, iyileşmenin kemik-implant arası ger-

çekleşmesidir. Dental implantların özel olarak hazırlandığı sokete yerleştirilmelerini takiben bir dizi immünolojik ve vasküler olaylar gerçekleşmektedir. Zamanla dereceli olarak kemik-implant arası reparatif osteogenezis ile yeni kemik oluşur ve böylelikle implantın klinik olarak fiksasyonu gerçekleşmiş olur (Tøndevild ve Eliassen, 1982).

Başarılı implantasyon sonrası çevre kemikte meydana gelen iyileşme süresi şu şekilde gerçekleşmektedir (Roberts, 1988; Marco vd., 2005):

- Enflamasyon fazı → 0-3 gün
- Granülasyon doku oluşumu, fibroplazi ve anjiogenez → ilk 30 gün
- Primer kemik oluşumu → 4 hafta-2 ay
- Sekonder kemik oluşumu → 2 ay-4 ay
- Kemiğin remodelasyonu → 3. aydan sonra

Enflamasyon fazı

İmplant soketindeki kemik duvarlar cerrahi işlemin hemen ardından kan ile kaplanmaktadır. İmplantın kan ile buluşmasından sonra doku sıvıları ve kanda bulunan plazma proteinleri materyalin yüzeyinde bir tabaka oluşturur. Trombositlerin de aktive olmasıyla kanda pıhtılaşma meydana gelir (Park ve Davies, 2000). Bunu takiben, öncelikle polimorfonükleer lökositler olmak üzere lenfoid hücreler ve makrofajlar yara bölgesindeki artıkların fagositozundan sorumludurlar. Cerrahi girişimin ardından birinci ila üçüncü günler arasında fagositik aktivitenin en yüksek seviyeye ulaştığı bildirilmiştir. Pıhtı merkezinde oksijen ihtiyacının karşılanamamasının sonucunda anaerobik metabolizmanın aktive olduğu ve buna bağlı olarak burada hücrel aktivitenin en üst seviyede olduğu ifade edilmiştir (Block vd., 1997).

Granülasyon Doku Oluşumu

Bu evrede implanta komşu kemik dokularda bulunan post kapiller venüllerden materyale doğru angiogenez başlamaktadır (Adell vd., 1981). Anjiogenez adı verilen bu aşama, kemik oluşumu esnasındaki yüksek hücrel aktivitenin devam ettirilmesinde büyük öneme sahiptir. Kollajen üretimi sağlayan fibroblastlar ve osteoblastlar bölgede artış göstermektedir. Granülasyon dokusunu oluşturanlar ise kollajen ile yeni kapiller ağ kombinasyonudur (Cooper, 1998). Bu oluşumun başlangıcı yaklaşık olarak 4. gündür ve ortalama 3 hafta devam etmektedir. Bağ dokusu matriksi, fibröz doku oluşumu ve anjiogenez neticesinde meydana gelmektedir. Geçici olan bu matriks, yara iyileşmesinin ileri evrelerinde yerini kollajenden zengin matrikse verecektir. Hücrel matriksin varlığı hücrel aktiviteyi devam ettirmektedir ve bu matriks makrofajlar yoluyla salınan büyüme faktörlerinin fibroblastları uyarması ile sentezlenmektedir. Bu iyileşme aşamasında son olarak fibroblastların önemli bir kısmı 7-10 gün içerisinde yaranın kontraksiyonunu sağlayacak

olan miyofibroblastlara dönüşmektedir (Block vd., 1997; Cooper, 1998).

Primer Kemik Oluşumu

İmplantın çevresinde meydana gelen ve rastgele dizilmiş kollajen liflere, birçok düzensiz şekilli osteosit ve düşük yoğunluktaki mineral içeriğine sahip olan yapı öncül kemik 'primer kemik' (Woven Kemik) olarak adlandırılır (Watzek, 1996). Bu kemiğin en dikkat çeken özelliği ise çok kısa zamanda onarım ihtiyacı olan bölgelere doğru proliferasyonu sonucu o bölgedeki defekt boşluğunu doldurabiliyor olmasıdır. Bu primer kemik, vasküler ağın da bulunması şartıyla <1 mm boşlukları doldurarak sadece birkaç gün içerisinde defektin içinde bir alt yapı meydana getirmektedir. Bu öncül yapının yara iyileşme süresine tam olarak hakimiyeti cerrahi işlemi takiben 4-6. haftalarda oluşmaktadır (Cooper, 1998).

Sekonder Kemik Oluşumu

Kuvveti karşılamayla birlikte onu dağıtma potansiyeline de sahip olan sekonder kemik (lameller kemik) 2. aydan itibaren öncül kemiğin yerini almaktadır. Lameller kemik, kemik dokuları arasında en önemli olanıdır. Havers kanallarına ve kemik iliğine sahip olmasının yanı sıra bir de paralel tabakalar şeklinde dizilmiş olan kollajen fibrilleri barındırır. Bu dizilim sayesinde lameller kemik yüksek dayanıklılık elde etmektedir. Yeni meydana gelen bu sekonder kemik, implant yüzeyi ile yakından temas kuran primer ve sekonder osteonlar bulundurmaktadır (Simmons, 1985; Watzek, 1996).

Kemik Remodelasyonu

Osseointegrasyonun son basamağı olan kemik remodelasyonu 3. aydan itibaren başlar ve aktivitesi bir iki haftanın içerisinde şiddetlenir. Bunu takiben tekrardan hafifler fakat ömür boyu süre gelen bir olay halini alır. Bu zinciri osteoklastik rezorpsiyonun başlatmasının ardından lameller depozisyon takip eder.

Remodelasyon olarak adlandırılan bu olay, kemiğin içerisinde bir olayın bitmesini takiben başka bir olay başlaması şeklinde değil, kemiğin kendi fizyolojisi içerisinde bulunan yapım ile yıkım süreçleri aynı zaman içerisinde gerçekleşmesiyle oluşmaktadır (Kolbaş, 2016).

Bu olay histolojik olarak değerlendirildiğinde ise; osteoklastların belirli bir düzende sıralanmalarının ardından kemik içerisinde bir osteonun çapıyla aynı olan ebatlarda (150-200 µm çapında) silindirik yapıya sahip kanallar açtıkları gözlemlenmektedir. Osteoblastlar ise kemik depozisyonu için osteoklastların 100 µm ötesinde çizgi şeklinde sıralanmışlardır. Böylelikle kompakt kemikte yapı ünitesi olarak bilinen osteonlar 2-4 aylık süreç içerisinde tamamlanmaktadır (Cooper, 1998). Kemik remodelasyonun bir ömür boyu devamlılık göstermesi, dental implantların ömrünü önemli ölçüde belirle-

mektedir. Eskimiş kemik dokularının yeni kemik dokuları ile devamlı yer değiştirmesi, implantlarda mikro çatlak gibi hasarları önlemektedir ve daha da önemlisi implantların kaybının engellenmesine katkıda bulunmaktadır (Buser vd., 1991).

2.2.2. Osseoentegrasyon İçin Önemli Faktörler

Deporter ve arkadaşları (1986) osseoentegrasyonun kalitesini, direkt kemikle temas eden implant yüzeyinin yüzdesi olarak belirlemiş ve buna 'Kontakt Uzunluğu Fraksiyonu' (CLF) adını vermişlerdir.

$$CLF = \frac{\text{Kontaktta olan kemik uzunluğu}}{\text{Total implant yüzeyinin olası uzunluğu}} * 100$$

Günümüzde implant uygulamasının sıkça kullanılmasına bağlı olarak osseoentegrasyonu olumsuz yönde etkileyecek faktörlerin detaylıca incelenmesi büyük öneme sahiptir. İmplantta başarısızlığa neden olacak sebeplerin tanımı hekime risklerin değerlendirilmesinde ayrıca elimine edilmesinde yardımcı olacaktır ve bu risk faktörlerinin açığa çıkması durumunda hasta detaylı bir şekilde bilgilendirilebilecektir.

Bu başarı faktörleri 3 ana grupta değerlendirilmektedir:

- Hekime bağlı faktörler
- Hastaya bağlı faktörler
- İmplantla bağlı faktörler

Hekime Bağlı Faktörler

Hekimin cerrahi tecrübe ve becerisi uygulayacağı implantın başarısını doğrudan etkilemektedir (Çetiner ve Zor, 2007). Genelde ilk implant ameliyatındaki erken başarısızlık sonraki implant yerleşimindeki başarısızlıklara oranla yaklaşık olarak iki kat daha fazla olduğu düşünülmektedir. Bunun sebepleri hala net olarak açıklanamasa da hasta seçimi ve uygulanan tedavi planının yeterince tecrübeye dayalı olmadığı düşünülmektedir. Ayrıca bu başarısızlığa implant yerleşimi ve pozisyonundaki hataların da sebep olduğu düşünülmektedir.

Kemik içi yuva hazırlığı esnasında soğutucu irrigasyonla birlikte tam tork artı basınç ile çalışma prensibine dayalı döner aletlerin kullanımı endikedir. Döner aletlerinin hızı 2000 r.p.m.'i aşmamalıdır. Buradaki amaç ise yüksek ısı oluşumunu minimize etmektir. Çalışma esnasında meydana gelen ısı, kemik canlılığını koruyabilmek adına büyük öneme sahiptir. Kemik için fazla ısınmasına bağlı nekroze olacağı eşik sıcaklık değeri 47°C'dir. En ideal çalışma sıcaklığı ise 39°C'dir (Albrektsson vd., 1981).

Branemark fikstürü %99,75 oranında titanyum içermesiyle saf titanyum olarak bilinmektedir. Bu implantın havayla teması sonucu yüzeyinde 50-100 angström kalınlığına sahip oksit tabakası meydana gelir (Albrektsson vd., 1981). Bunu önlemek ve dolayısıyla osseoentegrasyon başarısını arttırmak için implant materyali kemiğe implante edilmeden önce, steril olması ve herhangi bir metal ya da proteinli maddeler ile temasa geçmemelidir. Branemark, implantın uygulanacağı bölgede en az travma oluşturulmasına katkıda bulunacak detaylı bir protokol tanımlamıştır. Bahsedilen bu cerrahi protokollerine uyulması neticesinde postoperatif enflamatuvar yanıtta azalma söz konusu olacaktır. Ayrıca bütün bu tedbirler kontaminasyonu ve kronik bir enflamasyonun başlangıcını minimize edecektir.

Hekimin bir diğer dikkat etmesi gereken husus ise implantın yeterli süre boyunca yüklemeye maruz kalmadan kemik içinde kalmasını sağlamaktır. Genel olarak mandibulada 3-4 ay, maksillade ise 6 ay boyunca implantlar üzerine yüklemeye yapılmaması kuralı geçerlidir. Kemik, implant yerleşimini takiben ilk haftalarda iyileşmeye başlasa da 3-4. haftalarda pik yapmaktadır. Başlangıçtaki iyileşme dokuları ancak 6-8 hafta sonra kemik dokusuna dönüşmeye başlarlar. Bu nedenle iki aşamalı cerrahi prosedürlerin başarılı bir osseoentegrasyon süresini desteklediği düşünülmektedir (Albrektsson vd., 1981).

Hastaya Bağlı Faktörler

Yaş

Yaşlanmayla birlikte vücudun diğer bölgelerinde olduğu gibi kemik dokusunda da birçok değişiklik meydana gelmektedir. Artan yaşla birlikte kemiğin kanlanması azalır, kalsiyum (Ca) metabolizmasında yavaşlama, D vitamini emiliminde azalma, trabeküler boşluklarda ve paratiroid hormon salgısında ise artış gözlenmektedir.

Osseoentegrasyon süresindeki iyileşme hızını yavaşlatan önemli faktör kemikteki kanlanmanın azalmasıdır. Ayrıca paratiroid hormon salgısındaki artış, Ca metabolizmasında görülen yavaşlama ve bir de D vitamini emilimindeki azalma da kemikte iyileşmeyi geciktirmekle birlikte kemiğin doğal turnoverına da etki etmektedir (Heij vd., 2003, Alsaadi vd., 2007).

Yaşlanmaya bağlı histolojik olarak kortikal kemikte progresif olarak incelleme ve trabeküler boşluklarda artış görülmektedir. Bunun osseoentegrasyon için önemli olmasının sebebi ise yaşlı bireylerin kemiklerinde birçok ölü osteositlerin bulunmasıdır. Fakat azalmış vaskülarite ve selüller içeriğinin osseoentegrasyona etkisi tam olarak bilinmemektedir. Yapılan çalışmalarda, yaş faktörünün başarılı osseoentegrasyonun üzerinde bir etkiye sahip olmadığı gibi osseoentegrasyon sonrasında implantın prognozunu da etkilemediği düşünülmektedir (Cummings vd., 1985). 598 hastanın incelendiği ve bu has-

taların %62'sinin 60 yaş ve üzerinde olduğu bir çalışmada implant prognozu ile yaş arasında herhangi bir bağlantı bulunmadığı ifade edilmiştir (Weyant, 1994).

Diyabetes Mellitus

Diyabetes mellitus, insülin adlı hormonun yetersizliği ya da yokluğu sebebiyle, glikoz metabolizmasına etki eden bir endokrin hastalıktır. Bu hastalık Tip 1 ve Tip 2 olmak üzere iki çeşide ayrılır ve tavsiye edilen birden fazla yöntem ile tedavi edilebilmektedir. Diyabetik hastalarda yara bölgelerindeki iyileşmenin gecikmesi, o bölgedeki mikrovaskülaritenin etkilenmesine ve bunun da kanlanma ve oksijenlenmeyi azaltmasına bağlıdır. Diyabet hastaları için bir diğer önemli faktör de yüksek enfeksiyon riski taşımalarıdır. Bunun başlıca sebebi ise, bu hastalıktan etkilenen nötrofillerin fagositoz ve kemotaksis yeteneklerinde yetersiz kalmasıdır. Diyabetin osseoentegrasyona etkilerini araştırmak amacıyla birçok hayvan çalışması yapılmıştır. Bir çalışma sonucunda deneysel amaçlı yerleştirilen implantın çevresinde, diyabetik farelerde de kontrol grubundaki farelerde de aynı kalitede kemik oluşumu gözlemlenmiştir. Fakat diyabetik farelerin, implant ile temasta olan bölgele- rindeki kemikte anlamlı şekilde azalma görülmüştür ve son olarak kontrolsüz diyabetin implantın başarısızlığında büyük öneme sahip olduğu bulunmuştur (Nevins vd., 1993). Bir diğer çalışmada ise kortikal kemikte bir değişiklik gözlemlenmezken trabeküler kemikte osseoentegrasyonun azaldığı sonucuna varılmıştır. Bunun neticesinde kortikal kemik içeriğinin fazla olduğu mandibulada daha başarılı sonuçlar elde edileceği bildirilmiştir. Kontrol altında olan Tip 2 diyabetli 89 hasta ile yapılan bir çalışmada implantlar total dişsiz mandibulaya yerleştirilmiş ve %2.2'lik başarısızlık oranı bulunmuştur. Çalışmanın 5 yıl sonraki sonuçlarında ise %90'lık bir başarı yüzdesi ortaya çıkmıştır (Shernoff vd., 1994). Bu ve benzer birçok farklı çalışma neticesinde diyabeti kontrol altında olan ve diyet kontrolünün yanı sıra diş kayıplarının da periodontitise bağlı gerçekleşmeyen diabetik hastalarda, osseoentegrasyon sürecinin olumsuz etkilenmediği bildirilmiştir (Balshi ve Wolfinger, 1999; Hämmerle ve Glauser, 2004).

Sigara Kullanımı

Literatürde sigaranın genel sağlığı olumsuz yönde etkilediği kesin olarak bilinmekle beraber mikrobiyolojik, fizyolojik ve immünolojik etkileri de unutulmamalıdır. Nikotin yara iyileşmesini birden fazla mekanizma ile bozmaktadır. Damarlar üzerindeki vazokonstriktif etkisi nedeniyle kanlanma azalmakta ve böylelikle iyileşme de yavaşlamaktadır. Ayrıca nötrofil ile makrofaj fonksiyonunu ve trombosit agregasyonunu bozarak kemik iyileşme mekanizması üzerinde olumsuz etkilere sebep olmaktadır (Sham vd., 2003; Kasat ve Ladda, 2012).

Sigara kullanan hastalarda implant tedavisindeki başarı büyük oranda

etkilenmektedir. Sigara kullanmayan hastalara oranla sigara kullananlarda, implant etrafındaki kemikte kayıp, yara iyileşmesinde komplikasyonlar ve implantın kaybı oldukça sık görülmektedir (Kasat ve Ladda, 2012). Sigara kullananlarda implant kaybının görülme sıklığı kullanmayanlara göre 1.69 kat daha fazla olduğu rapor edilmiştir (Takamiya vd., 2014). Bir çalışmada hiç sigara kullanmayan, nadir kullanan ve sık kullananlar arasında implant kaybındaki risk açısından farklılıklar bildirilmiştir (Balatsouka vd., 2005; DeLuca vd., 2006; Takamiya vd., 2014).

Bain'in (1996) tavsiye ettiği sigara kullanmama protokolüne bakıldığında, implantın yerleştirilmesinden evvel 1 hafta ve operasyonu takiben 8 hafta boyunca sigara kullanılmaması gerektiğinin altını çizdiği görülmektedir. Buna göre eğer hastalar implant tedavileri esnasında sigara kullanmama protokolüne uyarlarsa, iyileşme süreci neredeyse sigara kullanmayanlarla aynı olduğu bildirilmiştir.

Osteoporoz

Daha çok kadın hastalarda görülen osteoporoz, kemiğin kalitesini ve miktarını etkilediği bilinen bir hastalıktır. Bu hastalık kemik yapım ve yıkımı arasındaki bozukluktan meydana gelmektedir. Ayrıca trabeküler kemikte metabolik aktivitenin de etkilenmesi neticesinde osseoentegrasyon süreci, implantın trabeküler kemik yoğunluğunun az olduğu bölgeye yerleştirilmesini takiben primer stabilitenin sağlanamamasına bağlı olarak etkilenmektedir. Günümüzde osteoporozun tüm iskelet sistemini aynı oranda etkilediği söylenememekte olup buna bağlı olarak iskeletin herhangi bir bölgesinde osteoporozun varlığı, mandibula ve maksillada da olacağı anlamına gelmemektedir (Cooper 2000).

Birçok çalışma, osteoporoz varlığının osseoentegrasyon sürecini ve implantın başarısını büyük oranda etkilemediğini ispatlamıştır (August vd., 2001; Friberg vd., 2001; Amorim vd., 2006; Shibli vd., 2008).

Hematolojik Hastalıklar

Pıhtılaşma bozuklukları, damar duvarındaki anomaliler ve kanama süresi gibi birçok hematolojik hastalık, osseoentegrasyon süreci için büyük risk teşkil etmektedir. Bunun sebebi ise, osseoentegrasyon sürecinin pıhtı oluşumuna bağlı bir iyileşme dönemi olmasıdır. İmplantın yüzeyine kemik hücrelerinin göç etmesi ve orada organize olması iyileşme dönemindeki fibrin yapının düzgün oluşmasına bağlıdır (Van Steenberghe vd., 2003; Neukam ve Flemmig, 2006). Kemik remodelling mekanizması ise kansızlık gibi sık karşılaşılan hematolojik hastalıktan olumsuz etkilenmektedir. Ayrıca cerrahi esnasında veya sonrasında meydana gelebilecek aşırı kanama da osseoentegrasyon sürecini kötü yönde etkilemektedir. Sonuç olarak özellikle bu hastalarda tedaviye başlamadan önce gerekli bütün önlemler alındıktan sonra operas-

yon gerçekleştirilmelidir (Giglio vd., 2000).

Radyasyon

Radyasyon ışınına maruz kalan kemik hiposelüler, hipovasküler ve hipoksiktir. İmplant cerrahisinde, osseoentegrasyon sürecinin radyasyonun dozuna ve süresine bağlı olduğu bilinmektedir (Esposito vd., 1998). Literatürde radyasyon tedavisini takiben ilk 6 ayda damarlanmada önemli ölçüde azalma olduğunu ancak ilk 1 yılın ardından kemiğin iyileşme kapasitesinde yavaş yavaş artışın meydana geldiğini tespit eden çalışmalar mevcuttur (Sumner vd., 1990; Schön vd., 1996; Neukam ve Flemmig, 2006). Bu çalışmalar ışığında, implant tedavisinin başlangıcı radyasyon tedavisinin bitimini takiben en az 6 ay sonra olması gerektiği söylenebilmektedir (King vd., 1979).

Kemik Miktarı ve Kalitesi

Kemiklerin kalitesi genellikle çene kemiklerindeki konumlarına bağlıdır. Mandibula ön bölgede en yoğun kemik gözlenmektedir. Bunu sırasıyla maksilla ön bölge, mandibula arka bölge ve maksilla arka bölge takip etmektedir (Friberg vd., 1991).

Misch'e göre kemik yoğunluğu şu şekilde sınıflandırılmaktadır (Misch, 1999):

- D1 → Yoğun kortikal kemik varlığı. Özellikle mandibula ön bölgede.
- D2 → Daha az yoğun kortikal kemik ve iç kısımlarda kalın trabeküler kemik varlığı. Genellikle mandibula ön bölge, mandibula arka bölge ve daha az sıklıkla maksilla ön bölgede.
- D3 → Daha ince ve pöröz kortikal kemik ve geniş fakat daha az yoğunluğa sahip trabeküler kemik varlığı. Genellikle maksilla ön bölge, maksilla arka bölge ve nadiren mandibula arka bölgede.
- D4 → Neredeyse sıfır kortikal kemik ve geniş trabeküler kemik varlığı. Genellikle maksilla arka bölgede.

D1, D2 ve D3 kemiklerde osseoentegrasyon daha başarılı olarak görülürken, D4 kemikte başarı daha az görülmektedir (Misch, 1999).

Hastanın kemik miktarını ve kalitesini değerlendirebilmek için başta hangi çene bölgesinde ne tip kemik türünün olduğu bilinmelidir, ayrıca farklı radyografiler ve özellikle bilgisayarlı tomografiler de bu amaçla kullanılmaktadır (Misch, 1999).

Anatomik Lokalizasyon

Daha önce de belirtildiği gibi mandibula, maksilladan daha kalın ve yoğun kortikal kemiğe sahiptir. Ayrıca mandibulanın trabeküler kemiği de maksillaya oranla daha yoğundur. Bu varyasyonlar göz önünde bulundurul-

duğunda mandibula maksillaya göre daha yüksek oranda implant başarısına sahip olduğu görülmektedir (Adell vd., 1981; Friberg vd., 1991). Kortikal tabaka her iki çenede de posterior bölgede daha pöröz ve incedir ve buna bağlı olarak posterior segmentlerdeki başarı anterior alanlara nazaran daha azdır. Ayrıca posterior mandibuladaki inferior alveolar sinir ve maksilladaki sinüs maksillarisine zarar vermemek amacıyla daha kısa implantlar tercih edilmektedir. Bu durum ise implantın başarısızlığını olumsuz yönde etkileyecektir.

İmplantla Bağlı Faktörler

İmplantın birçok özelliği osseoentegrasyonu etkilemektedir. Bunlar içinde en önemlilerinden birisi ise implantın yüzey alanıdır. Yüzey alanının artması implantın o kadar çok kemik ile temasta olacağı anlamına gelir. Bu yüzden kısa implantlar uzun implantlara ve dar implantlar kalın implantlara göre daha nadir tercih edilmektedir. Ancak günümüz teknolojisinin ilerlemesiyle birlikte dar ve kısa implantların uygun endikasyonlarda kullanımında da başarı oranının arttığı gösterilmiştir (Misch, 1999; Petrie ve Williams, 2005; Renouard ve Nisand, 2006).

İkinci önemli faktör ise, implantın dizaynidir. İmplant yüzeyinin yivli yapısına uygun gelecek şekilde fikstürün yerleştirileceği kemiğe de yivli preparasyon yapılmalıdır. Bu yivli yapı geniş bir yüzey alanı sağlamakla birlikte çevredeki kemik dokularına kuvvet dağılımı sağlamaktadır (Albrektsson vd., 1981). Kemik içi yivli yuva ise implantların başlangıç fiksasyonunda büyük öneme sahiptir. İki yivli yapı arasında boşluk kalması direkt olarak kemiğin bağlanması yerine yumuşak dokunun proliferasyonu ile sonuçlanmaktadır ve böylelikle osseoentegrasyon başarısını olumsuz yönde etkilemektedir. Başlangıç fiksasyonunun varlığı zayıf kemik yoğunluğuna sahip olan maxillada dahi stabiliteye katkıda bulunur (Albrektsson vd., 1981).

Bir diğer önemli implanta bağlı faktör ise, implantların kontaminasyonudur. İvanoff vd. yürüttüğü bir çalışma neticesinde, yumuşak doku sıvılarıyla kontamine olmuş ve olmamış implantların arasında osseoentegrasyonun başarısı açısından bir farklılık görülmediği tespit edilmiştir. Fakat cerrahi işlem sterilize koşullar altında uygulanmadığı taktirde, implantın hastaların vücut sıvıları ve kendi kanlarıyla kontamine olmasının yanı sıra çevredeki mikroorganizmalar ile kontaminasyona uğraması neticesinde önemli farklılıklar gözlemlendiğine dikkat çekmektedir (Ivanoff vd., 2001).

2.3. Dental İmplantların Başarı Kriterleri

Dental implantların günümüz dişhekimliğinde kullanımının artmasıyla birlikte, uygulanan tedavilerin başarısının ölçülmesi de büyük bir önem kazanmıştır. Bu başarıyı değerlendirmek amacıyla, McKinney vd. (1984), Schnitmann ve Schulmann (1979), Smith ve Zarb (1989) ve Albrektsson vd. (1986) gibi birçok yazar implant başarı kriterleri oluşturmuştur. Osseoentegre olmuş

implantlara spesifik ve günümüzde en fazla kabul gören implant başarı kriterleri Zarb ve Albrektsson tarafından 1986 yılında oluşturulmuştur (Albrektsson vd., 1986).

Bu kriterler aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

- Her implantın performansı; enfeksiyon, nöropati, ağrı, parestezi ya da mandibular kanala zarar verilmesi sonucunda ısrarlı ya da irreversible semptom ve belirtilerin yokluğu ile karakterize olmalıdır.
- Radyolojik olarak implant çevresinde radyolüseni bulunmamalıdır.
- Dental implantlar, klinik muayenede mobilite göstermemelidir.
- İmplantta yüklemeyi takiben 1 yıl sonra görülen vertikal kemik kaybı senelik 0,2 mm'den fazla olmamalıdır.
- 5 yıllık takiplerin sonunda başarı oranı en az %85, 10 yıllık takibin ardından ise en az %80 olmalıdır.

Misch ve James tarafından bildirilen 'İmplant sağlık kalite skalası', 2007 senesinde İtalya'da gerçekleştirilen ICOI (İnternational Congress of Oral İmplantologists) kongresi sırasında modifikasyon geçirmiş ve kabul edilmiştir. Bu skala, radyografik ve klinik değerlendirmelere dayanmaktadır. Ayrıca implantın olası diaagnozuna göre sınıflandırılmasının ardından hastalığın prognozuna göre tedavi seçeneklerinin belirlenmesine olanak sağlamaktadır (Misch vd., 2008).

Kabul edilen implant sağlık kalite skalası şu şekildedir (Misch vd., 2008):

- Başarılı olarak nitelendirilen implantlarda fonksiyon sırasında ağrı veya hassasiyet istenmez iken; mobilite, sondlamada kanama ve eksuda varlığı da gözlemlenmemelidir. Ayrıca radyografik olarak izlenen kemik kaybı 2 mm'den az olmalıdır. Bu grup implantlarda tedavi olarak sadece rutin takip prosedürü uygulanmaktadır.

- İkinci grup implantlar ise tatmin edici sağlık olarak adlandırılır ve başarılı implantlarda olduğu gibi ağrı, mobilite ve eksuda öyküsü olmamalıdır. Radyografik kemik kaybı ise 2-4 mm arasında olmalıdır. Bu grup için ise uygulanacak tedavi yönteminin başında stresi azaltmak gelmektedir. Sonrasında ise kontrol randevuları daha kısa aralıklarla verilmelidir. Ayrıca düzenli olarak yıllık radyograflar da alınmalıdır.

Bozulmuş sağlık olarak tanımlanan üçüncü grup implantlarda fonksiyon esnasında ağrı olmadığı gibi mobilite de olmamalıdır. Radyografik kemik kaybı ise 4 mm'den büyüktür. Sondlama derinliği 7 mm'den fazladır ve eksuda hikayesi de bulunabilmektedir. Yine bu grupta da tedavinin başını stresin azaltılması almaktadır. Ardından medikal tedavi (antibiyotik ve/veya klorheksidin) uygulaması gelmektedir. Son olarak da cerrahi müdahale ve re-

vizyonun ardından protez ve implantlar değiştirilmelidir (Fischer vd., 2011).

Son grup implantlar başarısızlık (klinik veya mutlak başarısızlık) olarak isimlendirilmişlerdir. Bu durumda; fonksiyon sırasında ağrı, mobilite varlığı, radyografik olarak implant boyunun yarısından fazlasında kemik kaybının gözlemlenmesi veya kontrol edilemeyen eksuda varlığının herhangi birisinin bulunması durumunda implantların çıkarılması önerilmektedir.

Başarısızlık olarak adlandırılan durumlar ise zamana bağlı olarak iki farklı periyoda ayrılmaktadır (Stern v., 2015). Bunlar;

- **Erken Dönem Başarısızlık:** Osseoentegrasyondan evvel meydana gelen başarısızlıklardır. Genellikle cerrahi ve postoperatif komplikasyonlar neticesinde ortaya çıkmaktadır.

- **Geç Dönem Başarısızlık:** Osseoentegrasyon sürecinden sonra meydana gelen başarısızlıklardır. Birincil olarak restoratif safha esnasında ya da sonrasında ortaya çıkmaktadır.

2.4. Dental İmplant Komplikasyonları

2.4.1. İntraoperatif Komplikasyonlar

Dental implant komplikasyonları operasyona veya protetik aşamalara bağlı olarak ayrılabilir. İntraoperatif komplikasyonlar olarak; sinir zedelenmesi, maksillar ya da nasal sinüs perforasyonları, çene kemiği kırıkları, hemoraji, uygun olmayan implant yerleşim tekniğinin sebep olabileceği sonuçlar, kemik perforasyonu, kemik dehisensi, yetersiz primer stabilite, komşu dişlerin zarar görmesi, implantın uygunsuz açıyla yerleştirilmesi, implantın kemik içerisine yetersiz gömülmesi, implantın kemik içerisine gereğinden fazla gömülmesi, frez kullanım hatası neticesinde implant boy ve eninden daha farklı kemik kavitesinin hazırlanması, kronik ağrı veya sinüzit olarak sayılabilmektedir. Hemoraji, ödem, hematoma, erken enfeksiyon cerrahi amfizem, mukozal perforasyon ve yara kenarının dehisensi, kapama vidasının gevşek kalması veya düşmesi veya implant mobilitesi ise postoperatif komplikasyonlar arasında erken dönem komplikasyonları olarak söylenebilmektedir. Geç dönem komplikasyonlar ise sert veya yumuşak doku patolojileri veya periimplantitistir. Dental implantlarda protetik açıdan meydana gelebilecek komplikasyonlar ise; protetik postun kaybı veya kırığı, oklüzal vidaların kaybı veya kırığı, implantların uygun olmayan şekilde yerleştirilmesi ve uygunsuz eksen yönleri olarak bildirilmiştir. Ayrıca fonksiyonel veya estetik komplikasyonlar, implant alt yapının kırılması veya implantın kaybı de protetik tedavi esnasında veya sonrasında meydana gelebilecek komplikasyonlar arasında yer almaktadır.

Osseoentegrasyonun başarılı bir süreç geçirmesinin ardından, implantta mobilite veya kayba neden olan en önemli komplikasyon periimplantitistir (Javed vd., 2011; Arakawa vd., 2012).

3. SONUÇ

Güncel dişhekimliği tedavilerinde sıkça tercih edilen implant tedavilerinin başarısı her geçen gün daha büyük önem arz etmektedir. Başarıyı uzun vade sağlayabilmek için ise başarılı bir osseointegrasyon süreci kaçınılmazdır. Buna bağlı olarak da osseointegrasyonun mekanizmasından, onu etkileyen faktörlere kadar bütün aşamalar hekimler tarafından bilinmesi ve gerekli tedbirlerin baştan alınması kaçınılmazdır.

KAYNAKÇA

- Abrahamsson, I., Berglundh, T., Wennström, J., & Lindhe, J. (1996). The peri-implant hard and soft tissues at different implant systems. A comparative study in the dog. *Clinical oral implants research*, 7(3), 212–219. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.1996.070303.x>
- Adell, R., Lekholm, U., Rockler, B., & Brånemark, P. I. (1981). A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *International journal of oral surgery*, 10(6), 387–416. [https://doi.org/10.1016/s0300-9785\(81\)80077-4](https://doi.org/10.1016/s0300-9785(81)80077-4)
- Albrektsson, T., Brånemark, P. I., Hansson, H. A., & Lindström, J. (1981). Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta orthopaedica Scandinavica*, 52(2), 155–170. <https://doi.org/10.3109/17453678108991776>
- Albrektsson, T., Zarb, G., Worthington, P., & Eriksson, A. R. (1986). The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 1(1), 11–25.
- Alsaadi, G., Quirynen, M., Komárek, A., & van Steenberghe, D. (2007). Impact of local and systemic factors on the incidence of oral implant failures, up to abutment connection. *Journal of clinical periodontology*, 34(7), 610–617. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2007.01077.x>
- Amorim, M. A., Takayama, L., Jorgetti, V., & Pereira, R. M. (2006). Comparative study of axial and femoral bone mineral density and parameters of mandibular bone quality in patients receiving dental implants. *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*, 17(10), 1494–1500. <https://doi.org/10.1007/s00198-006-0131-0>
- Arakawa, H., Uehara, J., Hara, E. S., Sonoyama, W., Kimura, A., Kanyama, M., Matsuka, Y., & Kuboki, T. (2012). Matrix metalloproteinase-8 is the major potential collagenase in active peri-implantitis. *Journal of prosthodontic research*, 56(4), 249–255. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2012.07.002>
- August, M., Chung, K., Chang, Y., & Glowacki, J. (2001). Influence of estrogen status on endosseous implant osseointegration. *Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 59(11), 1285–1291. <https://doi.org/10.1053/joms.2001.27515>
- Balatsouka, D., Gotfredsen, K., Lindh, C. H., & Berglundh, T. (2005). The impact of nicotine on osseointegration. An experimental study in the femur and tibia of rabbits. *Clinical oral implants research*, 16(4), 389–395. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2004.01151.x>
- Balshi, T. J., & Wolfinger, G. J. (1999). Dental implants in the diabetic patient: a retrospective study. *Implant dentistry*, 8(4), 355–359. <https://doi.org/10.1097/00008505-199904000-00005>

- Berglundh, T., Lindhe, J., Ericsson, I., Marinello, C. P., Liljenberg, B., & Thomsen, P. (1991). The soft tissue barrier at implants and teeth. *Clinical oral implants research*, 2(2), 81–90. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.1991.020206.x>
- Berglundh, T., Lindhe, J., Jonsson, K., & Ericsson, I. (1994). The topography of the vascular systems in the periodontal and peri-implant tissues in the dog. *Journal of clinical periodontology*, 21(3), 189–193. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051x.1994.tb00302.x>
- Brånemark, P. I., Hansson, B. O., Adell, R., Breine, U., Lindström, J., Hallén, O., & Ohman, A. (1977). Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scandinavian journal of plastic and reconstructive surgery. Supplementum*, 16, 1–132.
- Block, M. S., Kent, J. N., & Guerra, L. (1997). *Implants in dentistry: essentials of endosseous implants for maxillofacial reconstruction*. WB Saunders company.
- Buser, D., Schenk, R. K., Steinemann, S., Fiorellini, J. P., Fox, C. H., & Stich, H. (1991). Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs. *Journal of biomedical materials research*, 25(7), 889–902. <https://doi.org/10.1002/jbm.820250708>
- Cooper L. F. (1998). Biologic determinants of bone formation for osseointegration: clues for future clinical improvements. *The Journal of prosthetic dentistry*, 80(4), 439–449. [https://doi.org/10.1016/s0022-3913\(98\)70009-5](https://doi.org/10.1016/s0022-3913(98)70009-5)
- Cooper L. F. (2000). Systemic effectors of alveolar bone mass and implications in dental therapy. *Periodontology 2000*, 23, 103–109. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0757.2000.2230110.x>
- Cooper, L. F., Masuda, T., Yliheikkilä, P. K., & Felton, D. A. (1998). Generalizations regarding the process and phenomenon of osseointegration. Part II. In vitro studies. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 13(2), 163–174.
- Cummings, S. R., Kelsey, J. L., Nevitt, M. C., & O'Dowd, K. J. (1985). Epidemiology of osteoporosis and osteoporotic fractures. *Epidemiologic reviews*, 7, 178–208. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.epirev.a036281>
- Çetiner, S. & Zor, F. (2007). Dental implantolojide başarıyı etkileyen faktörler. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 24 (1) , 51-56 .
- DeLuca, S., Habsha, E., & Zarb, G. A. (2006). The effect of smoking on osseointegrated dental implants. Part I: implant survival. *The International journal of prosthodontics*, 19(5), 491–498.
- El Askary, A. S., Meffert, R. M., & Griffin, T. (1999). Why do dental implants fail? Part I. *Implant dentistry*, 8(2), 173–185.
- Esposito, M., Hirsch, J. M., Lekholm, U., & Thomsen, P. (1998). Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (I). Success criteria and epidemiology. *European journal of oral sciences*, 106(1), 527–551. <https://doi.org/10.1046/j.0909-8836.t01-2-.x>
- Fischer, J., Kolk, A., Wolfart, S., Pautke, C., Warnke, P. H., Plank, C., & Smeets, R.

- (2011). Future of local bone regeneration - Protein versus gene therapy. *Journal of cranio-maxillo-facial surgery : official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery*, 39(1), 54–64. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2010.03.016>
- Friberg, B., Ekestubbe, A., Mellström, D., & Sennerby, L. (2001). Brånemark implants and osteoporosis: a clinical exploratory study. *Clinical implant dentistry and related research*, 3(1), 50–56. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2001.tb00128.x>
- Friberg, B., Jemt, T., & Lekholm, U. (1991). Early failures in 4,641 consecutively placed Brånemark dental implants: a study from stage 1 surgery to the connection of completed prostheses. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 6(2), 142–146.
- Giglio, M. J., Gorustovich, A., & Guglielmotti, M. B. (2000). Bone healing under experimental anemia in rats. *Acta odontologica latinoamericana : AOL*, 13(2), 63–72.
- Hämmerle, C. H., & Glauser, R. (2004). Clinical evaluation of dental implant treatment. *Periodontology 2000*, 34, 230–239. <https://doi.org/10.1046/j.0906-6713.2003.003434.x>
- Hansson, H. A., Albrektsson, T., & Brånemark, P. I. (1983). Structural aspects of the interface between tissue and titanium implants. *The Journal of prosthetic dentistry*, 50(1), 108–113. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(83\)90175-0](https://doi.org/10.1016/0022-3913(83)90175-0)
- Op Heij, D. G., Opdebeeck, H., van Steenberghe, D., & Quirynen, M. (2003). Age as compromising factor for implant insertion. *Periodontology 2000*, 33, 172–184. <https://doi.org/10.1046/j.0906-6713.2003.03314.x>
- Ivanoff, C. J., Hallgren, C., Widmark, G., Sennerby, L., & Wennerberg, A. (2001). Histologic evaluation of the bone integration of TiO₂ blasted and turned titanium microimplants in humans. *Clinical oral implants research*, 12(2), 128–134. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.2001.012002128.x>
- Javed, F., Al-Hezaimi, K., Salameh, Z., Almas, K., & Romanos, G. E. (2011). Proinflammatory cytokines in the crevicular fluid of patients with peri-implantitis. *Cytokine*, 53(1), 8–12. <https://doi.org/10.1016/j.cyto.2010.08.013>
- Johansson, C., & Albrektsson, T. (1987). Integration of screw implants in the rabbit: a 1-year follow-up of removal torque of titanium implants. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 2(2), 69–75.
- Kasat, V., & Ladda, R. (2012). Smoking and dental implants. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry*, 2(2), 38–41. <https://doi.org/10.4103/2231-0762.109358>
- King, M. A., Casarett, G. W., & Weber, D. A. (1979). A study of irradiated bone: I. histopathologic and physiologic changes. *Journal of nuclear medicine : official publication, Society of Nuclear Medicine*, 20(11), 1142–1149.
- Kolbaş, A. R. (2016). Sağlıklı peri-implant dokulara sahip ve peri-implantitisli implantı bulunan hastalarda peri-implant oluğu sıvısındaki TNF- α , IL-1 β , IL-6, IL17 ve IL-10 seviyelerinin karşılaştırılması, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi,

Ankara.

- McKinney, R. V., Jr, Steflik, D. E., & Koth, D. L. (1984). Per, peri, or trans? A concept for improved dental implant terminology. *The Journal of prosthetic dentistry*, 52(2), 267–269. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(84\)90110-0](https://doi.org/10.1016/0022-3913(84)90110-0)
- Misch, C. E. (1999). Contemporary implant dentistry. *Implant Dentistry*, 8(1), 90.
- Misch, C. E., Perel, M. L., Wang, H. L., Sammartino, G., Galindo-Moreno, P., Trisi, P., Steigmann, M., Rebaudi, A., Palti, A., Pikos, M. A., Schwartz-Arad, D., Choukroun, J., Gutierrez-Perez, J. L., Marenzi, G., & Valavanis, D. K. (2008). Implant success, survival, and failure: the International Congress of Oral Implantologists (ICOI) Pisa Consensus Conference. *Implant dentistry*, 17(1), 5–15. <https://doi.org/10.1097/ID.0b013e3181676059>
- Neukam, F. W., Flemmig, T. F., & Working Group 3 (2006). Local and systemic conditions potentially compromising osseointegration. Consensus report of Working Group 3. *Clinical oral implants research*, 17 Suppl 2, 160–162. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2006.01359.x>
- Park, J. Y., & Davies, J. E. (2000). Red blood cell and platelet interactions with titanium implant surfaces. *Clinical oral implants research*, 11(6), 530–539. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.2000.011006530.x>
- Petrie, C. S., & Williams, J. L. (2005). Comparative evaluation of implant designs: influence of diameter, length, and taper on strains in the alveolar crest. A three-dimensional finite-element analysis. *Clinical oral implants research*, 16(4), 486–494. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2005.01132.x>
- Renouard, F., & Nisand, D. (2006). Impact of implant length and diameter on survival rates. *Clinical oral implants research*, 17 Suppl 2, 35–51. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2006.01349.x>
- Roberts W. E. (1988). Bone tissue interface. *Journal of dental education*, 52(12), 804–809.
- Schnitman, P. A., & Shulman, L. B. (1979). Recommendations of the consensus development conference on dental implants. *Journal of the American Dental Association* (1939), 98(3), 373–377. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1979.0052>
- Schön, R., Ohno, K., Kudo, M., & Michi, K. (1996). Peri-implant tissue reaction in bone irradiated the fifth day after implantation in rabbits: histologic and histomorphometric measurements. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 11(2), 228–238.
- Sham, A. S., Cheung, L. K., Jin, L. J., & Corbet, E. F. (2003). The effects of tobacco use on oral health. *Hong Kong medical journal = Xianggang yi xue za zhi*, 9(4), 271–277.
- Shernoff, A. F., Colwell, J. A., & Bingham, S. F. (1994). Implants for type II diabetic patients: interim report. VA Implants in Diabetes Study Group. *Implant dentistry*, 3(3), 183–185. <https://doi.org/10.1097/00008505-199409000-00009>
- Shibli, J. A., Aguiar, K. C., Melo, L., d'Avila, S., Zenóbio, E. G., Favari, M., Iezzi, G., &

- Piattelli, A. (2008). Histological comparison between implants retrieved from patients with and without osteoporosis. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 37(4), 321–327. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2007.11.019>
- Shibli, J. A., Melo, L., Ferrari, D. S., Figueiredo, L. C., Favari, M., & Feres, M. (2008). Composition of supra- and subgingival biofilm of subjects with healthy and diseased implants. *Clinical oral implants research*, 19(10), 975–982. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2008.01566.x>
- Simmons D. J. (1985). Fracture healing perspectives. *Clinical orthopaedics and related research*, (200), 100–113.
- Smith, D. E., & Zarb, G. A. (1989). Criteria for success of osseointegrated endosseous implants. *The Journal of prosthetic dentistry*, 62(5), 567–572. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(89\)90081-4](https://doi.org/10.1016/0022-3913(89)90081-4)
- Stern, J. K., Hahn, E. E., Evian, C. I., Waasdorp, J., & Rosenberg, E. S. (2015). Implant failure: prevalence, risk factors, management, and prevention. *Dental implant complications: etiology, prevention, and treatment*, 153–169.
- Sumner, D. R., Turner, T. M., Pierson, R. H., Kienapfel, H., Urban, R. M., Liebner, E. J., & Galante, J. O. (1990). Effects of radiation on fixation of non-cemented porous-coated implants in a canine model. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 72(10), 1527–1533.
- Takamiya, A. S., Goiato, M. C., & Gennari Filho, H. (2014). Effect of smoking on the survival of dental implants. *Biomedical papers of the Medical Faculty of the University Palacky, Olomouc, Czechoslovakia*, 158(4), 650–653. <https://doi.org/10.5507/bp.2013.037>
- Tøndevold, E., & Eliassen, P. (1982). Blood flow rates in canine cortical and cancellous bone measured with ⁹⁹Tcm-labelled human albumin microspheres. *Acta orthopaedica Scandinavica*, 53(1), 7–11. <https://doi.org/10.3109/17453678208992171>
- Van Steenberghe, D., Quirynen, M., Molly, L., & Jacobs, R. (2003). Impact of systemic diseases and medication on osseointegration. *Periodontology 2000*, 33, 163–171. <https://doi.org/10.1046/j.0906-6713.2003.03313.x>
- Watzek, G. (1996). *Endosseous implants: scientific and clinical aspects*. Quintessence Publishing (IL).
- Weyant R. J. (1994). Characteristics associated with the loss and peri-implant tissue health of endosseous dental implants. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 9(1), 95–102.
- Zarb, G. A., & Schmitt, A. (1991). Osseointegration and the edentulous predicament. The 10-year-old Toronto study. *British dental journal*, 170(12), 439–444. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4807583>

Bölüm 5

ENDODONTİDE REJENERATİF TEDAVİ

Ezgi Can ÇEKİÇ¹



¹ Öğr. Gör., Uşak Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, UŞAK, Türkiye. E-mail: ezgi.cekic@usak.edu.tr ORCID ID: 0000-0002-5743-5625

GİRİŞ

Dişin canlılığını, dişin iç kısmında bulunan pulpa dokusu sağlar. Bu pulpa dokusu, dişlerin kanlanması ve uyarılmasından sorumludur. Pulpa dokusu, mikroorganizmalar veya travma nedeniyle canlılığını(vitalitesini) kaybedebilir. Vitalitesini kaybetmiş dişlerin çekimini önlemek ve daha uzun süre ağız ortamında tutabilmek için uygulanan konvansiyonel yöntem kök kanal tedavisidir (Murray, Garcia-Godoy, & Hargreaves, 2007). Geleneksel yöntemler yüksek başarı oranına rağmen (Murray et al., 2007), bu işlemler sonrasında dişlerde madde kaybı, pulpal duyu kaybı olur ve kanalların biyoyumlu yabancı bir malzeme ile doldurulması sonucu dişin canlılığı dönüşümsüz olarak kaybedilir (Khasnis, Kidiyoor, Patil, & Kenganal, 2014). Ayrıca geleneksel yöntemler ile dişlerin tedavisi sonrasında, dişlerin renginde değişme, kron-kök kırığı ve sekonder enfeksiyon oluşma ihtimali vardır (Meincke, Prado, Gomes, Della Bona, & Sousa, 2013; Tan et al., 2018). Bu nedenlerle alternatif tedavi arayışlarına gidilmiştir.

Rejeneratif tıp bilimi, hücre mühendisliği ve biyokimyasal faktörlerin iş birliği ile hastalık, travma, noeplazma ve konjenital deformiteler nedeniyle hasar görmüş doku ve organların yenilenip restore edilebilmesini amaçlamaktadır (Yan et al., 2018). Teknolojik gelişmelerin ve bilimsel araştırmaların daha konservatif bir yola doğru evrilmesi rejeneratif stratejilerin gelişmesini sağlamıştır. Bu gelişmeler araştırmacıların ve klinisyenlerin ilgisini bu yöne doğru çekmektedir (Hargreaves, Diogenes, & Teixeira, 2013). Amerikan Endodonti Derneği de (AED) rejeneratif endodontik stratejilerin potansiyelini 2007 yılında kabul ederek 'Rejeneratif Endodonti' terimini onaylamış ve kullanmaya başlamıştır (Murray et al., 2007; Pulyodan et al., 2020). Rejeneratif endodontik tedavide, hasarlı pulpa dokusu yerine, diferansiye olmamış hücrelerden dişlerin canlılığını ve hassasiyetini koruyabilen 'pulpa benzeri doku' oluşturulması hedeflenmektedir (Porciuncula de Almeida, 2021; Pulyodan et al., 2020).

Pulpa-dentin kompleksi rejenerasyonunda, hücre bazlı transplantasyon tedavisi ve Cell homing olarak adlandırılan hücre çağırma tekniği uygulanmaktadır (G. M. Ahmed et al., 2021; Lin, Huang, Sigurdsson, & Kahler, 2021).

Hücre bazlı transplantasyon tedavisi otojen veya allojenik kök/progenitör hücre transplantlarının kök kanalına veya intravenöz olarak verilmesini içerir. Ancak bu tür tedavilerin başta etik ve ekonomik olmak üzere birçok zorluğu vardır (Mastrolia et al., 2019; Yildirim et al., 2011).

Hücre çağırma (Cell homing) tekniğinde ise rejenerasyon, konak endojen hücrelerin biyolojik sinyal molekülleri aracılığıyla hasarlı dokuya doğru kemotaksisi yoluyla gerçekleşir (G. M. Ahmed et al., 2021).

Klinik olarak, pulpa-dentin kompleksi rejenerasyonu için cell homing

teknigi, hücre bazlı transplantasyon tedavisiyle karşılaştırıldığında daha basit ve ekonomiktir. Ayrıca klinisyenler tarafından uygulanabilmesi için özel eğitime gerek duyulmaz (S. G. Kim et al., 2013).

1. VİTAL PULPA DOKUSU

Dental pulpa, oldukça vaskülarize, inerve edilmiş kollajen liflerden oluşan, diş sert dokuları ile çevrelenmiş yumuşak bağ dokusudur. Görevi, dentin üretmek, dişin beslenmesini sağlamak, diş hassasiyet sağlamak, pulpayı çevreleyen mineralize dokuyu korumak ve hasar gördüğünde onarmaktır. Pulpa dokusu farklı bölgelere ayrılmıştır.

Pulpadaki odontoblastik bölgenin dış tabakası, kendisini çevreleyen dentin altında yer alan odontoblastlardan oluşur. Odontoblastlar yaşam boyunca dentin oluşturma yeteneklerini koruyan ve dentin üreten hücrelerdir. Sekonder dentini düzenli olarak depolayarak çürük ve diş aşınmalarının neden olduğu dentin kayıplarını telafi etmeye çalışırlar. Diş dokusunun büyük bir kısmını dentin oluşturur ve pulpa odasından diş yüzeyine doğru güneş ışığı şeklinde uzanan binlerce dentin tübülünden organize olmuştur. Dentin tübüllerinin sayısı mm² başına 18000-21000 arasındadır. Odontoblastik tabaka dentin tübüllerinin içine sızarak, dentin tübüllerindeki hücresel yapıyı oluşturur (Goldberg, Kulkarni, Young, & Boskey, 2011). Bu hücresel yapı diş yüzeyinin geniş bir alanını kaplar ve bakteriyel saldırılara karşı konak savunmasını hazırlar. Odontoblastik membran hasar görürse, odontoblastlar zarar görebilir ve rejeneratif potansiyellerini kaybedebilirler. Bunun yerine, fibroblastlardan, endotel hücrelerinden, perisitlerden ve mezenkimal kök hücrelerden yeni 'odontoblast benzeri hücreler' oluşturulabilirler (Fitzgerald, Chiego Jr, & Heys, 1990). Odontoblast benzeri hücreler orijinal odontoblast hücrelerinden farklıdır ve farklı yapıya sahip dentin matrisi üretirler (Farges et al., 2015). Oluşturulan bu yapıda dentin tübülleri daha seyrek (Cajazeira Aguiar & Arana-Chavez, 2007). Odontoblastlar ve onları çevreleyen dentin tabakası birbirlerini tamamlayıcı bir işleve sahiptir ve birlikte 'dentin kompleksi' olarak anılırlar. Odontoblastların nörojenik işlevi olduğu, çok çeşitli sinyal molekülleri üretebildikleri, pulpa kan akışının düzenlenmesinde, enflamatuvar modülasyon süreçlerinde yer alabildikleri bildirilmiştir (Allard, Magloire, Couble, Maurin, & Bleicher, 2006). Ayrıca pulpanın dış tabakası yabancı antijenleri alan, işleyen ve diğer adaptif immün hücre tiplerine sunan dentritik hücreler içerirler (Yu & Abbott, 2007). Altta yatan katman ise, histolojik boyama ile hiçbir hücre gövdesinin görünmediği, 'Weil'in hücresiz bölgesi' olarak adlandırılan bölgedir. Duyusal sinir lifleri, miyalinli sinir demetleri olarak apikal foramenden dişe girer ve dallanarak Raschkow pleksusunu oluşturur. Pleksus miyalinsiz C liflerini ve miyalinli A Delta liflerini içerir. A Delta lifleri yaralanmaya yanıt olarak hızlı ve keskin bir ağrı yanıtını oluştururken, C lifleri daha yavaş ve donuk bir ağrı hissine neden olur. Nöronlar odontoblastik süreç boyunca dentin tübüllerinde ilerler ve diş

hassasiyet verirler (Brännström, 1986). Pulpanın ana damarları ve sempatik sinirleri pulpanın merkezinde bulunur. Pulpa dokusu yoğun vaskülarize ve inerve bir dokudur. Kan akışı diğer dokulara kıyasla nispeten daha yüksektir (Meyer & Path, 1979). Ancak pulpa dokusu kollateral dolaşımdan yoksundur ve dolaşımdaki küçük değişikliklere karşı oldukça duyarlıdır. Artan intrapulpal basınç ağrıya ve enflamasyona neden olur ve bu durum pulpanın canlılığını tehdit edebilir. Pulpanın daha derin katmanlarındaki baskın sinir lifleri C lifleridir ve enflamatuvar yanıtlarda büyük ölçüde C lifleri yer almaktadır (Rombouts, Giraud, Jeanneau, & About, 2017; Yu & Abbott, 2007). Pulpanın intrapulpal değişikliklere karşı savunmasız yapıda olması nedeniyle oluşan pulpal enflamasyon, sıklıkla hipoksi, nekroz ve pulpal hasara yol açar (Rombouts et al., 2017).

Dişler, yaşam boyunca pulpa enflamasyonuna ve hasarına yol açabilecek birçok faktöre maruz kalmaktadır. Çürük, Travma, kimyasal irritasyon, periodontal hastalıklar, dişlerdeki aşınmalar sonrası pulpanın ağız ortamına açılması pulpa hastalıklarına neden olabilir. Canlı ve sağlıklı pulpa dokusu aseptiktir. Bakteriyel enfeksiyon, hipoksi, doku yıkımı pulpa dokusunda enflamatuvar reaksiyonlara yol açar (Rombouts et al., 2017).

Kök gelişimi tamamlanmamış dişlerde kök oluşumunun devamı ve dentin duvarının kalınlaşması için vital pulpa dokusu gereklidir. Gelişim aşamasında pulpal canlılığını kaybeden dişlerde, kök gelişimi tamamlanamadığı için kırılma ve diş kayıplarına yatkınlık fazladır. Bu nedenle dişlerin canlılığının korunması ve diş kökü gelişiminin devamlılığının sağlanması arzu edilmektedir. İrreversibl pulpitis veya nekrotik dişlerin günümüzdeki konserviyonel tedavisi, pulpektomi prosedürü ile hasarlı dokunun çıkarılmasını ve kanalların biyoyumlu yabancı bir malzeme ile doldurulmasını içerir. Pulpa dokusunun çıkarılması, diş vaskülarizasyondan, sinir inervasyonundan ve canlılıktan mahrum bırakır ve diş ömrünü sınırlayan ve fonksiyon kaybına neden olan çeşitli komplikasyonlar meydana getirebilir (Caplan, Cai, Yin, & White, 2005; Tabassum & Khan, 2016). Rejeneratif endodontik tedavide, dişin canlılığını geri kazandırabilen, kök gelişimini devam ettirebilen, diş hassasiyetini yeniden kazandırabilen pulpa benzeri dokunun rejenerasyonu hedeflenmektedir.

2. REJENERATİF TEDAVİDE HÜCRE ÇAĞIRMA ‘CELL HOMİNG’ TEKNİĞİ

Pulpa dokusunun rejenerasyonu, boş ve dezenfekte edilmiş bir kök kanal boşluğunda yeni vital pulpa benzeri doku oluşturulmasıdır. Cell homing tekniğinde, yara iyileşmesinin fizyolojik yönlerinden yararlanılmaktadır. Başarılı bir sonuç için kök hücreler, çeşitli büyüme faktörlerine ve doku büyümesini destekleyen uygun bir iskele yapısına ihtiyaç duyar. Cell homing tekniği aşırı/taşkın şekillendirme ile apikal bölgeden pulpa odasına doğru

4. BÜYÜME FAKTÖRLERİ

Büyüme faktörleri, bağlandıkları yapıda migrasyon, proliferasyon, diferansiyasyon, maturasyon, gibi hücrel aktiviteyi yaratan polipeptit veya proteinlerdir (Barrientos, Stojadinovic, Golinko, Brem, & Tomic-Canic, 2008; Werner & Grose, 2003). Doku onarımı ve yenilenmesinde spesifik sinyal yollarının modüle edilmesi için büyüme faktörleri gereklidir. Bu alanda yapılmakta olan araştırmalar, doku mühendisliğinde bu yolları uyarmayı hedeflemektedir.

Cell homing tekniğinde büyüme faktörleri, kan akışından, kalan pulpa kısımlarından, kök hücrelerden veya pulpaya komşu dentinden sağlanabilir. Yapılan son çalışmalar, eksojen büyüme faktörleri kullanılmadan da rejenerasyonun gerçekleşebildiğini göstermiştir (Nosrat, Homayounfar, & Oloomi, 2012; Pelissari et al., 2018; Shah, Logani, Bhaskar, & Aggarwal, 2008). Dentin duvarında bulunan endojen büyüme faktörlerinin kök kanal irrigasyonu sonrası salınması, rejeneratif endodonti yaklaşımında kullanılmaktadır (Schmalz, Widbiller, & Galler, 2017). Dentin dokusunda 300'e yakın protein tanımlanmıştır (Jágr, Eckhardt, Pataridis, & Mikšík, 2012). Dentinde bulunan bu proteinler hücre büyümesi ve metabolizması ayrıca immün yanıtlarda yer alırlar. Dentinden türetilen bu proteinler dentin tübüllerindeki hücrel süreci aktive edip, kemotaksisi indükleyerek pulpa benzeri doku oluşumunu organize ederler (Widbiller et al., 2018). 'Dönüştürücü büyüme faktörü' olarak bilinen Beta1, odontoblastlar tarafından üretilir ve periradiküler dentinde biriktirilir. Beta1'in hücre migrasyonu ve proliferasyonunu sağladığı belirtilmiştir (Niwa et al., 2018). Beta1'in matür yani kök gelişimi tamamlanmış dişlerdeki dağılımı ile immatür yani kök gelişimi tamamlanmamış dişlerdeki dağılımı arasında bir farklılık görülmemiştir (Ivica, Deari, Patcas, Weber, & Zehnder, 2020). Bu nedenle Beta1 büyüme faktörü, rejeneratif strateji uygulanan hem immatür hem de matür dişlerde tedaviye destek olabilir.

Anjiogenez, yara iyileşmesi ve onarımda esastır. Dentinin, anjiogenik büyüme faktörleri açısından da zengin olduğu bulunmuştur (Roberts-Clark & Smith, 2000). Ayrıca dentinde, trombosit kaynaklı büyüme faktörü, vasküler endotelial büyüme faktörü ve fibroblast büyüme faktörü tanımlanmıştır. Yapılan çalışmalar trombosit kaynaklı büyüme faktörü ve vasküler endotelial büyüme faktörünün hücre göçünü indüklediği (Li & Wang, 2016; Matsuura et al., 2018) ve trombosit kaynaklı büyüme faktörünün hücre proliferasyonu, diferansiyasyonu ve miyalin oluşumunu indüklediği görülmüştür (Burnouf et al., 2013).

5. DOKU İSKELE YAPISI

Ekstraselüler matrisler tüm canlı dokuları destekler ve hücrelerin çoğalıp farklılaşmasını sağlar. Doku iskele yapısı doğal ekstraselüler matrisi taklit eden mekanik ve kimyasal özelliklere sahip karmaşık, üç boyutlu malzeme-

dir. Rejeneratif endodontik tedavi çalışmalarında, doğal ve sentetik kökenli çok çeşitli iskele tasarımları uygulanmış ve değerlendirilmiştir.

Başarılı bir iskele yapısı, hücre kolonizasyonu için yapısal destek sağlamalı, hücrelerin hayatta kalmasını proliferasyonunu ve diferansiyasyonunu desteklemelidir. İskele yapısındaki gözenek boyutu, şekli ve hacmi, oksijen, besin maddeleri ve büyüme faktörlerinin taşınması, atık ürünlerinin de uzaklaştırılması için gereklidir. Tüm biyomalzemelerde olduğu gibi, yapının biyoyumlu olması, yeterli fiziksel ve mekanik dayanıklılığa sahip olması esastır (Gathani & Raghavendra, 2016).

Fibrin, monomer yapıdaki fibrinojenin doğal olarak oluşan biyopolimeridir. Doku mühendisliğinde yaygın olarak kullanılan bir iskele yapısıdır ve bir çok avantajı vardır (T. A. Ahmed, Dare, & Hincke, 2008). Fibrin hastanın kendi kanından üretilebilir. Hastanın kendi kanından steril şartlarda elde edilen fibrinin hastada enfeksiyon ve yabancı cisim reaksiyonu oluşturma riski oldukça azdır.

6. KLİNİK ÇALIŞMALAR

Amerikan Endodonti Derneği 2016 yılında, cell homing tekniği ile gerçekleştirilen rejeneratif endodontik tedavinin uygulanma prosedürlerini bildirmiştir (Endodontists, 2016, 2022). Yayınladıkları öneriler doğrultusunda rejeneratif endodontik tedavi en az iki seans ve üzerinde gerçekleştirilmeli, ilk randevuda kök kanal irrigasyon solüsyonu olarak Etilendiamin tetraasetik asit (EDTA) ve sodyum hipoklorit (NaClO) kullanılmalı ve kök kanalları içerisine kalsiyum hidroksit ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) yerleştirilmeli, geçici restorasyon ile sızdırmaz bir şekilde diş kapatılmalıdır. 1-4 hafta sonra gerçekleştirilen ikinci randevuda kanallardan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ uzaklaştırıldıktan sonra, eğeler ile taşkın çalışılarak kanama ve rejeneratif protokol başlatılmalıdır. Kan pıhtısı ve rezorbe olabilen bir iskele yapısı ile pulpa boşluğu doldurulup ve üzeri mineral trioksit agregat (MTA) tıkaçı ile kapatılmalı ve sızdırmaz bir şekilde restorasyon tamamlanmalıdır (Endodontists, 2016, 2022).

Meschi ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği retrospektif çalışmada 6-11 yaş arası, pulpa nekrozu, periapikal lezyon, fistül, apse veya ağrı gibi preoperatif semptomlar ile başvuran 5 hasta incelenmiştir (Meschi, EzEldeen, Garcia, Jacobs, & Lambrechts, 2018). Rejeneratif endodontik prosedürün cell homing tekniği uygulandığı, taşkın şekillendirme yapılarak kanamanın sağlandığı, kanallara sığır kolojen iskelesinin yerleştirilip ve kanalların MTA tıkaç ile kapatıldığı hastalar 36 ay radyografi ve klinik muayene ile takip edilmiştir. 36 ayın sonunda 5 dişin tümü fonksiyonel ve asemptomatik olduğu, radyografik incelemede dişlerin kök gelişiminin olduğu ve periapikal lezyonların iyileştiği görülmüş (Meschi et al., 2018).

Randomize klinik bir çalışmada, apikal foramen açıklığının en az 2mm

olduğu 43 hastanın 46 dişinde rejeneratif endodontik tedavi uygulanmıştır. Randomize olarak seçilen dişlerde bir grupta rejeneratif endodontik tedavide, pulpa odasının iskele yapısı olarak rezorbe olabilen kolajen membran kullanılmış, diğer grupta ise hiç iskele yapısı kullanılmayıp sadece apikalden kanal aleti taşırılarak kanatma işlemi yapılmıştır. Sonrasında dişler MTA tıkaç ile kapatılıp kompozit restorasyon kullanılarak sıkı bir koronal restorasyon sağlanmış ve bu iki grup karşılaştırılmıştır (Jiang, Liu, & Peng, 2017). 7 ile 28 ay arasında değişen takip sürelerinde dişlerin radyografik ve klinik muayeneleri gerçekleştirilmiştir. Her iki grupta da klinik semptomların ortadan kalktığı, dentin duvarının kalınlaştığı ve kök uzunluğunun arttığı gözlenmiştir. İskele yapısı olarak kolajen mebranın kullanıldığı gruptaki dişlerin köklerinin orta üçte birlik bölümünde daha fazla dentin duvarı kalınlaşması olduğu belirlenmiştir (Jiang et al., 2017).

Randomize bir klinik çalışmada 3 farklı iskele yapısı kullanılarak cell homing tekniği ile gerçekleştirilen rejeneratif endodontik tedaviler karşılaştırılmıştır (Shivashankar et al., 2017). 6 ile 28 yaş arası hastalardan nekrotik, kök gelişimi tamamlanmamış, periapikal lezyonlu 60 diş çalışmaya dahil edilmiştir. Bir grupta iskele yapısı olarak trombositten zengin fibrin (prf), diğer grupta trombositten zengin plazma (prp) ve kontrol grubunda ise apikalden alet ile taşıma sonucunda meydana gelen kanama sonucu oluşan kan pıhtısı kullanılmıştır. 12 aylık klinik ve radyografik takipler sonucunda her grupta da iyileşmenin olduğu ve farklı iskele yapısı uygulanan dişlerin rejeneratif endodontik tedavilerinin klinik ve radyografi başarıları arasında bir farklılık olmadığı bulunmuştur (Shivashankar et al., 2017).

Shetty ve arkadaşları kök gelişimi tamamlanmamış apikal periodontitisli 50 dişte yaptıkları klinik çalışmada rejeneratif endodontik tedavide iskele yapısı olarak rezorbe olabilen sığır kolojeni kullanmıştır (Shetty et al., 2021). 18 ile 48 ay arasında değişkenlik gösteren takiplerde klinik ve radyografik muayeneler gerçekleştirilmiştir. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi (CBCT) değerlendirmelerinde dişlerin %94,6'sında kök uzunluğunda önemli bir artış, pulpa odası çaplarında azalma, kök dentininde kalınlaşma ve periapikal lezyonda iyileşme gözlenmiştir. Ancak dişlerin %2,9'unun pulpa odasında ciddi kalsifikasyon ve kök obliterasyonu belirlenmiştir.

Ayrıca cell homing tekniği ile gerçekleştirilen endodontik rejenerasyon tedavisi kök gelişimi tamamlanmış dişlere de uygulanmıştır. Arslan ve arkadaşları gerçekleştirdikleri randomize klinik çalışmada, kök gelişimi tamamlanmış nekrotik 56 dişte, konvansiyonel kök kanal tedavisi ile rejeneratif endodontik tedavinin başarısı karşılaştırılmıştır. Rejeneratif endodontik tedavi esnasında apikal bölgeden kanatma işlemi uygulanarak iskele yapısı oluşturulmuş herhangi bir eksojen büyüme faktörü kullanılmamıştır. 12 aylık klinik ve radyografik takipler sırasında iki gruptaki dişlerin iyileşmeleri arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır (Arslan et al., 2019).

SONUÇ

Amerikan endodonti derneği, başarılı bir rejeneratif endodontik tedaviyi 3 aşamada değerlendirmektedir. Rejeneratif endodontik tedavide birincil amaç, klinik semptomların kalkması ve kemik iyileşmesine dair kanıtların bulunmasıdır. İkincil amaç, kök duvarındaki dentin kalınlığının ve kök uzunluğunun artmasıdır. Periapikal radyografilerde görünen değişiklikleri daha iyi analiz edebilmek için konik ışınli bilgisayarlı tomografi (CBCT) incelemeleri de yapılmalıdır. Rejeneratif prosedürler ile dişin kök yapısının bir miktar güçlenmesi mümkündür. Ancak dentinogenezis ve kök kalsifikasyonu arasında dengeyi kontrol etmek zordur. Bu nedenle kök kanalının obliterasyonu rejeneratif endodontik tedavinin majör komplikasyonlarından biridir. Rejeneratif endodontik tedavinin üçüncül amacı ise dişlerin vitalite testlerine pozitif yanıt vermesidir. Dişin vitalite testlerine pozitif yanıt vermesi genellikle organize bir pulpa benzeri dokunun varlığının ve dişin canlılığının göstergesi kabul edilir.

Pulpası hasarlı dişlerde canlılığın korunması ve kök gelişiminin devam etmesi önemli bir avantajdır. Bununla birlikte mevcut klinik çalışmalar ön görülemeyen sonuçlar ortaya koymaktadır. Rejenerasyon tedavisinden önce, hasta tedavi seçenekleri ve işlem olası komplikasyonları hakkında bilgilendirilmelidir. Ayrıca rejenerasyon tedavisinin sonuçlarını görebilmek için hastayı uzun süre takip etmek gerekir.

Ayrıca doku mühendisliğinin kullanımı, henüz evrensel kılavuzlara sahip yaygın bir tedavi protokolü olmadığı için, hastaların aynı diş hekimi ile tedaviye devam etmesi faydalı olacaktır.

Pulpal kök hücrelerinin migrasyonu, diferansiyasyonu, proliferasyonu, dentin matris proteinleri, strese bağlı hücrel tepkiler dahil olmak üzere pulpa biyolojisi hakkında bilgi birikimi her geçen gün daha da artmakta ve bu ışıkta rejenerasyon tedavisi de aynı hıza gelişimine devam etmektedir.

KAYNAKÇA

- Ahmed, G. M., Abouauf, E. A., AbuBakr, N., Fouad, A. M., Dörfer, C. E., & Fawzy El-Sayed, K. M. (2021). Cell-based transplantation versus cell homing approaches for pulp-dentin complex regeneration. *Stem cells international*, 2021, 1-23.
- Ahmed, T. A., Dare, E. V., & Hincke, M. (2008). Fibrin: a versatile scaffold for tissue engineering applications. *Tissue Engineering Part B: Reviews*, 14(2), 199-215.
- Allard, B., Magloire, H., Couble, M. L., Maurin, J. C., & Bleicher, F. (2006). Voltage-gated sodium channels confer excitability to human odontoblasts: possible role in tooth pain transmission. *Journal of Biological Chemistry*, 281(39), 29002-29010.
- Arslan, H., Ahmed, H. M. A., Şahin, Y., Yıldız, E. D., Gündoğdu, E. C., Güven, Y., & Khalilov, R. (2019). Regenerative endodontic procedures in necrotic mature teeth with periapical radiolucencies: a preliminary randomized clinical study. *Journal of endodontics*, 45(7), 863-872.
- Barrientos, S., Stojadinovic, O., Golinko, M. S., Brem, H., & Tomic-Canic, M. (2008). Growth factors and cytokines in wound healing. *Wound repair and regeneration*, 16(5), 585-601.
- Brännström, M. (1986). The hydrodynamic theory of dentinal pain: sensation in preparations, caries, and the dentinal crack syndrome. *Journal of endodontics*, 12(10), 453-457.
- Burnouf, T., Goubran, H. A., Chen, T.-M., Ou, K.-L., El-Ekiaby, M., & Radosevic, M. (2013). Blood-derived biomaterials and platelet growth factors in regenerative medicine. *Blood reviews*, 27(2), 77-89.
- Cajazeira Aguiar, M., & Arana-Chavez, V. E. (2007). Ultrastructural and immunocytochemical analyses of osteopontin in reactionary and reparative dentine formed after extrusion of upper rat incisors. *Journal of anatomy*, 210(4), 418-427.
- Caplan, D. J., Cai, J., Yin, G., & White, B. A. (2005). Root canal filled versus non-root canal filled teeth: a retrospective comparison of survival times. *Journal of Public Health Dentistry*, 65(2), 90-96.
- Endodontists, A. A. o. (2016). AAE clinical considerations for a regenerative procedure. In: American association of Endodontists Chicago, IL, USA.
- Endodontists, A. A. o. (2022). AAE clinical considerations for a regenerative procedure. In: American association of Endodontists Chicago, IL, USA.
- Eramo, S., Natali, A., Pinna, R., & Milia, E. (2018). Dental pulp regeneration via cell homing. *International endodontic journal*, 51(4), 405-419.
- Farges, J.-C., Alliot-Licht, B., Renard, E., Ducret, M., Gaudin, A., Smith, A. J., & Cooper, P. R. (2015). Dental pulp defence and repair mechanisms in dental caries. *Mediators of inflammation*, 2015.
- Fitzgerald, M., Chiego Jr, D., & Heys, D. R. (1990). Autoradiographic analysis of odontoblast replacement following pulp exposure in primate teeth. *Archives of oral biology*, 35(9), 707-715.

- Gathani, K. M., & Raghavendra, S. S. (2016). Scaffolds in regenerative endodontics: A review. *Dental research journal*, 13(5), 379.
- Goldberg, M., Kulkarni, A. B., Young, M., & Boskey, A. (2011). Dentin: Structure, Composition and Mineralization: The role of dentin ECM in dentin formation and mineralization. *Frontiers in bioscience (Elite edition)*, 3, 711.
- Hargreaves, K. M., Diogenes, A., & Teixeira, F. B. (2013). Treatment options: biological basis of regenerative endodontic procedures. *Pediatric dentistry*, 35(2), 129-140.
- He, L., Zhong, J., Gong, Q., Cheng, B., Kim, S. G., Ling, J., & Mao, J. J. (2017). Regenerative endodontics by cell homing. *Dental Clinics*, 61(1), 143-159.
- Huang, G.-J., Gronthos, S., & Shi, S. (2009). Mesenchymal stem cells derived from dental tissues vs. those from other sources: their biology and role in regenerative medicine. *Journal of dental research*, 88(9), 792-806.
- Huang, G. T.-J., & Lin, L. M. (2008). Comments on the use of the term “revascularization” to describe. *Journal of endodontics*, 34(5), 511.
- Huang, G. T.-J., Sonoyama, W., Liu, Y., Liu, H., Wang, S., & Shi, S. (2008). The hidden treasure in apical papilla: the potential role in pulp/dentin regeneration and bioroot engineering. *Journal of endodontics*, 34(6), 645-651.
- Ivica, A., Deari, S., Patcas, R., Weber, F. E., & Zehnder, M. (2020). Transforming growth factor beta 1 distribution and content in the root dentin of young mature and immature human premolars. *Journal of endodontics*, 46(5), 641-647.
- Jágr, M., Eckhardt, A., Pataridis, S., & Mikšík, I. (2012). Comprehensive proteomic analysis of human dentin. *European journal of oral sciences*, 120(4), 259-268.
- Jiang, X., Liu, H., & Peng, C. (2017). Clinical and radiographic assessment of the efficacy of a collagen membrane in regenerative endodontics: a randomized, controlled clinical trial. *Journal of endodontics*, 43(9), 1465-1471.
- Khasnis, S. A., Kidiyoor, K. H., Patil, A. B., & Kenganal, S. B. (2014). Vertical root fractures and their management. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 17(2), 103.
- Kim, S., Malek, M., Sigurdsson, A., Lin, L., & Kahler, B. (2018). Regenerative endodontics: a comprehensive review. *International endodontic journal*, 51(12), 1367-1388.
- Kim, S. G., Zheng, Y., Zhou, J., Chen, M., Embree, M. C., Song, K., . . . Mao, J. J. (2013). Dentin and dental pulp regeneration by the patient's endogenous cells. *Endodontic topics*, 28(1), 106-117.
- Li, L., & Wang, Z. (2016). PDGF-BB, NGF and BDNF enhance pulp-like tissue regeneration via cell homing. *RSC advances*, 6(111), 109519-109527.
- Lin, L., Huang, G. T. J., Sigurdsson, A., & Kahler, B. (2021). Clinical cell-based versus cell-free regenerative endodontics: clarification of concept and term. *International endodontic journal*, 54(6), 887-901.
- Mastrolia, I., Foppiani, E. M., Murgia, A., Candini, O., Samarelli, A. V., Grisendi, G., . . . Dominici, M. (2019). Concise review: challenges in clinical development

- of mesenchymal stromal/stem cells. *Stem Cells Translational Medicine*, 8(11), 1135-1148.
- Matsuura, T., Sugimoto, K., Kawata-Matsuura, V. K., Yanagiguchi, K., Yamada, S., & Hayashi, Y. (2018). Cell migration capability of vascular endothelial growth factor into the root apex of a root canal model in vivo. *Journal of Oral Science*, 60(4), 634-637.
- Meinke, D. K., Prado, M., Gomes, B. P. F., Della Bona, A., & Sousa, E. L. R. (2013). Effect of endodontic sealers on tooth color. *Journal of dentistry*, 41, e93-e96.
- Meschi, N., EzEldeen, M., Garcia, A. E. T., Jacobs, R., & Lambrechts, P. (2018). A retrospective case series in regenerative endodontics: trend analysis based on clinical evaluation and 2-and 3-dimensional radiology. *Journal of endodontics*, 44(10), 1517-1525.
- Meyer, M., & Path, M. (1979). Blood flow in the dental pulp of dogs determined by hydrogen polarography and radioactive microsphere methods. *Archives of oral biology*, 24(8), 601-605.
- Murray, P. E., Garcia-Godoy, F., & Hargreaves, K. M. (2007). Regenerative endodontics: a review of current status and a call for action. *Journal of endodontics*, 33(4), 377-390.
- Nakashima, M., Iohara, K., Murakami, M., Nakamura, H., Sato, Y., Ariji, Y., & Matsushita, K. (2017). Pulp regeneration by transplantation of dental pulp stem cells in pulpitis: a pilot clinical study. *Stem cell research & therapy*, 8, 1-13.
- Niwa, T., Yamakoshi, Y., Yamazaki, H., Karakida, T., Chiba, R., Hu, J. C.-C., . . . Margolis, H. C. (2018). The dynamics of TGF- β in dental pulp, odontoblasts and dentin. *Scientific reports*, 8(1), 4450.
- Nosrat, A., Homayounfar, N., & Oloomi, K. (2012). Drawbacks and unfavorable outcomes of regenerative endodontic treatments of necrotic immature teeth: a literature review and report of a case. *Journal of endodontics*, 38(10), 1428-1434.
- Pelissari, C., Paris, A. F., Mantesso, A., & Trierweiler, M. (2018). Apical papilla cells are capable of forming a pulplike tissue with odontoblastlike cells without the use of exogenous growth factors. *Journal of endodontics*, 44(11), 1671-1676.
- Porciuncula de Almeida, M. (2021). Angelo da Cunha Neto M, Paula Pinto K, Rivera Fidel S, João Nogueira Leal Silva E, Moura Sassone L. Antibacterial efficacy and discolouration potential of antibiotic pastes with macrogol for regenerative endodontic therapy. *Australian Endodontic Journal*, 47(2), 157-162.
- Pulyodan, M. K., Mohan, S. P., Valsan, D., Divakar, N., Moyin, S., & Thayyil, S. (2020). Regenerative endodontics: a paradigm shift in clinical endodontics. *Journal of pharmacy & bioallied sciences*, 12(Suppl 1), S20.
- Roberts-Clark, D., & Smith, A. (2000). Angiogenic growth factors in human dentine matrix. *Archives of oral biology*, 45(11), 1013-1016.
- Rombouts, C., Giraud, T., Jeanneau, C., & About, I. (2017). Pulp vascularization during tooth development, regeneration, and therapy. *Journal of dental research*, 96(2), 137-144.

- Schmalz, G., Widbiller, M., & Galler, K. M. (2017). Signaling molecules and pulp regeneration. *Journal of endodontics*, 43(9), S7-S11.
- Shah, N., Logani, A., Bhaskar, U., & Aggarwal, V. (2008). Efficacy of revascularization to induce apexification/apexogenesis in infected, nonvital, immature teeth: a pilot clinical study. *Journal of endodontics*, 34(8), 919-925.
- Shetty, H., Shetty, S., Kakade, A., Mali, S., Shetty, A., & Neelakantan, P. (2021). Three-dimensional qualitative and quantitative analyses of the effect of periradicular lesions on the outcome of regenerative endodontic procedures: A prospective clinical study. *Clinical Oral Investigations*, 25, 691-700.
- Shivashankar, V. Y., Johns, D. A., Maroli, R. K., Sekar, M., Chandrasekaran, R., Karthikeyan, S., & Renganathan, S. K. (2017). Comparison of the effect of PRP, PRF and induced bleeding in the revascularization of teeth with necrotic pulp and open apex: a triple blind randomized clinical trial. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 11(6), ZC34.
- Tabassum, S., & Khan, F. R. (2016). Failure of endodontic treatment: The usual suspects. *European journal of dentistry*, 10(01), 144-147.
- Tan, M., Chai, Z., Sun, C., Hu, B., Gao, X., Chen, Y., & Song, J. (2018). Comparative evaluation of the vertical fracture resistance of endodontically treated roots filled with Gutta-percha and Resilon: a meta-analysis of in vitro studies. *BMC Oral Health*, 18(1), 1-13.
- Werner, S., & Grose, R. (2003). Regulation of wound healing by growth factors and cytokines. *Physiological reviews*, 83(3), 835-870.
- Widbiller, M., Driesen, R. B., Eidt, A., Lambrichts, I., Hiller, K.-A., Buchalla, W., . . . Galler, K. M. (2018). Cell homing for pulp tissue engineering with endogenous dentin matrix proteins. *Journal of endodontics*, 44(6), 956-962. e952.
- Xu, L., & Li, G. (2014). Circulating mesenchymal stem cells and their clinical implications. *Journal of Orthopaedic Translation*, 2(1), 1-7.
- Yan, H. J., Casalini, T., Hulsart-Billström, G., Wang, S., Oommen, O. P., Salvalaglio, M., . . . Varghese, O. P. (2018). Synthetic design of growth factor sequestering extracellular matrix mimetic hydrogel for promoting in vivo bone formation. *Biomaterials*, 161, 190-202.
- Yildirim, S., Fu, S. Y., Kim, K., Zhou, H., Lee, C. H., Li, A., . . . Mao, J. J. (2011). Tooth regeneration: a revolution in stomatology and evolution in regenerative medicine. *International Journal of Oral Science*, 3(3), 107-116.
- Yoo, Y.-J., Oh, J.-H., Lee, W., & Woo, K. M. (2016). Regenerative characteristics of apical papilla-derived cells from immature teeth with pulpal and periapical pathosis. *Journal of endodontics*, 42(11), 1626-1632.
- Yu, C., & Abbott, P. V. (2007). An overview of the dental pulp: its functions and responses to injury. *Australian dental journal*, 52, S4-S6.
- Zhai, Q., Dong, Z., Wang, W., Li, B., & Jin, Y. (2019). Dental stem cell and dental tissue regeneration. *Frontiers of medicine*, 13, 152-159.

Bölüm 6

BAŞLANGIÇ ÇÜRÜK LEZYONLARINDA KULLANILAN REMİNERALİZASYON AJANLARI VE TEDAVİ TEKNİKLERİ

*Arife KAPTAN¹
Tuğba YILDIRIM²*

1 Prof. Dr., Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Sivas, Türkiye,
ORCID ID:0000-0003-4371-7768

2 Araştırma Görevlisi Dt., Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Sivas, Türkiye,
ORCID ID:0009-0000-5301-2038



Giriş

Minimal invaziv diş hekimliği, diş dokusunda lezyon oluşumunu önleyen ve çeşitli remineralizasyon prosedürleriyle var olan lezyonun ilerlemesini durduran diş hekimliği yaklaşımıdır. Bu yaklaşımda amaç, dokuyu korumaktır, bu da tedavinin mümkün olduğunca az doku kaybıyla gerçekleştirilmesi anlamına gelir (Ericson, Kidd, McComb, Mjör, & Noack, 2003).

Dünya çapında en yaygın hastalık olan çürük, şekerleri aside dönüştüren asidojenik bakteriler tarafından diş dokusunun tahrip olmasına yol açan enfeksiyöz bir hastalıktır. Çürük oluşumu yüzey altı mineral diş yapısının çözümlenmesiyle başlar, böylece yüzey altı demineralize lezyon gövdesi, yani beyaz noktalar oluşur (González-Cabezas, 2010; Murray et al., 2012). Bu lezyonlar genellikle dişlerin pürüzsüz yüzeylerinde bulunurlar (Chen et al., 2013). Restoratif tedavi, beyaz nokta lezyonlarını tedavi etmek için geleneksel bir yaklaşımdır; ancak bu tekniğin invaziv olma dezavantajı vardır (Malterud & Dentistry, 2006). Dolayısıyla beyaz nokta lezyonlarının tedavisindeki birincil hedef, invazif olmayan bir yöntem kullanarak lezyonları remineralize etmek olmalıdır (Schwendicke et al., 2016).

Remineralizasyon, diş dokusunun demineralizasyonu ile kaybedilen minerallerin, kalsiyum ve fosfat iyonlarının çürük dokuda birikerek yerine konması olarak tanımlanabilir (B. T. J. C. O. H. R. Amaechi, 2015). Diş plağı veya tükürükte bulunan kalsiyum ve fosfat iyonları demineralize dokunun kristalleri arasındaki boşluklarda birikerek dişin mineral kazanımını artırır. Aynı zamanda ağız ortamında bulunan serbest florür iyonların varlığı kalsiyum ve fosfat iyonlarının kristal yapıya tutunmasını kolaylaştırır ve böylece asit ataklarına karşı daha dirençli olan florapatit kristali oluşur (Philip, 2019).

Araştırmacılar tarafından mine remineralizasyonu yaklaşık 100 yıldır araştırılmaktadır (Zhou et al., 2012). Bu amaçla, flor içeren ajanlar, kalsiyum fosfat bazlı sistemler, kalsiyum sodyum fosfosilikat ve nanohidroksiapatit gibi çeşitli remineralize edici ajanlar klinik kullanıma sunulmuştur (Sitthitapong, Phantumvanit, Huebner, & Derouen, 2012). Bu ajanlar içerisinde florürler altın standart olarak kabul edilirler (Pitts, 2004). Ancak flor içeren ağız bakım ürünleri minenin remineralizasyonunda etkili olmasına rağmen organize apatit kristallerinin oluşumunu teşvik etme potansiyeline sahip değildir (Ruan & Moradian-Oldak, 2015). Ayrıca florürler düz yüzey çürüklerinde etkili olmasına karşın pit ve fissür çürüklerinde etkisi sınırlıdır ve florüre aşırı maruz kalma florozise neden olabilir. Tüm bu sınırlamalar, araştırmacıları remineralizasyon için flor içermeyen ajanlar aramaya yönlendirmiştir (Tyagi, Garg, Sinha, & Singh, 2013). Bu nedenle son zamanlarda denenen remineralize edici ajanlardan biri de, kendiliğinden birleşen peptidlerdir. Peptit bazlı malzemeler, nispeten kolay sentezlenebilmeleri ve en önemlisi biyolojik sinyallerin kimyasal yapısına sahip olmaları nedeniyle özellikle umut verici

bir bileşik sınıfını temsil etmektedir (M. Alkilzy, Santamaria, Schmoeckel, & Splieth, 2018; Kind et al., 2017). Kendiliğinden birleşen peptitlerden P 11 -4 peptidi lezyon yüzeyine uygulandığında, peptit lezyon yüzeyine yayılır, lezyon içinde bir 3D matris halinde kendiliğinden birleşir ve hidroksiapatit kristalleri oluşturmak için tükürükten minerallerin çekilmesini sağlar (Kind et al., 2017; Kirkham et al., 2007).

İdeal bir remineralizasyon ajanı, lezyon yüzeyinin altına yayılarak lezyona kalsiyum ve fosfat iyonları vermelidir. Diştaşı oluşumuna yol açmamalı, asidik pH'ta etkinliğini göstermelidir. Ayrıca ağız kuruluğu olan hastalarda etki göstermeli ve florürden daha güçlü bir etki sağlamalıdır (Hegde, Roma, Shetty, & Research, 2016).

Bu araştırmanın amacı, diş hekimliğinde başlangıç çürük lezyonlarında kullanılan remineralizasyon ajanlarını ve tedavi tekniklerini güncel literatür eşliğinde değerlendirmektir.

Remineralizasyon Ajanları

Çürük oluşum süreci, birçok demineralizasyon ve remineralizasyon döngüsünden kaynaklanan bir süreçtir. Demineralizasyon, mine veya dentin içindeki kristal yüzeyde atomik seviyede başlar ve kaviteye meydana gelene kadar devam eder (Featherstone, 2008). Lezyonun ilerlemesini durdurmak veya remineralizasyonu sağlamak için kullanılan ajanlarla ilgili çok sayıda araştırma mevcuttur (Savaş, 2015). Bu amaçla kullanılan remineralizasyon ajanları aşağıda sıralanmıştır.

1.Şeker Alkolleri (Polioller)

Şeker alkolleri doğada meyvelerde, sebzelerde ve bazı mantarlarda bulunurlar (Mäkinen & Practice, 2011). Bu nedenle sağlıklı besin takviyeleri olarak kabul edilirler (Association, 2004). Şeker alkolleri, diş plağında fermente edilebilirliklerinin düşük düzeyde olması veya hiç olmaması gibi avantajlarının yanı sıra demineralize minenin remineralizasyonuna yardımcı olması gibi faydalara sahiptir. Bununla birlikte, eritritol dışında diğer şeker alkolleri, fazla miktarda alındıklarında karın ağrısı, şişkinlik, yumuşamış dışkı ve ishal gibi yan etkilere sahiptir. Bu nedenle, üç yaşından küçük çocuklar için önerilmemektedir (Burt, 2006).

a.Ksilitol

Beş karbonlu bir şeker alkolü olan ksilitol, beyaz kristalli bir karbonhidrat olup meyve, sebze ve yemişlerde doğal olarak bulunur. Ksilan açısından zengin olan huş ağacı, kayın ağacı gibi bitkilerden yapay olarak üretilir (Bar & dietetics, 1988; Nayak, Nayak, Khandelwal, & dentistry, 2014). Ksilitol, enerji sağlayan besleyici tatlandırıcılardan biri olarak kabul edilir. Sükrozla karşılaş-

tırıldığında sükroza göre daha az kalori içerir (sırasıyla 4 kcal/g ve 2.4 kcal/g). Hafif tatlı tadı nedeniyle, besinlerdeki şeker hacminin ve tatlılığının yerini alıp, şeker içermeyen gıdaların lezzetini artırabilir (Harłukowicz & Kaczmarek, 2015; Nayak et al., 2014). Ksilitol antimikrobiyal özelliği sayesinde dişteki plak oluşumunu ve bakteri adezyonunu azaltır. Asit oluşumunu azaltarak mine demineralizasyonunu engeller (Muhlemann, 1970). Yapılan bir çalışmada, *Streptococcus Mutans*'ın mannitolü fermente ettiği ancak ksilitolü fermente etmediği belirtilmiştir. Dolayısıyla ksilitol üstün antikariyojenik özellikler gösteren bir şeker alkolüdür (Lyon Jr, 1978; Nadimi, Wesamaa, Janket, Bollu, & Meurman, 2011).

b.Sorbitol

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki şeker içermeyen sakızlarda en yaygın kullanılan şeker alkolü sorbitoldür. Bunun başlıca nedeni, ksilitol ile karşılaştırıldığında daha düşük maliyetli olmasıdır (Burt, 2006). Sorbitol tatlı bir tada sahiptir (Ortiz, Bleckwedel, Raya, Mozzi, & biotechnology, 2013; Van Loveren, 2004). Burt (Burt, 2006) tarafından yapılan çalışmada, sorbitolle tatlandırılmış sakızın günde üç defadan fazla çiğnenmemesi, şekerle tatlandırılmış sakız çiğnenmesine kıyasla daha düşük kariyojeniteye sahip olduğu bildirilmiştir. Az miktarda sorbitol oral mikroorganizmalar tarafından fermente edilebilse de, bu miktar plak pH'sını diş minesinin demineralizasyonuna neden olacak kadar düşürmez (Birkhed, Edwardsson, Kalfas, & Svensäter, 1984). Ayrıca sorbitolün güvenliği birçok bilimsel çalışma tarafından desteklenmiş olup Gıda Katkı Maddeleri Uzman Komitesi, sorbitol için kabul edilebilir günlük alım miktarını "belirtilmemiş" olarak tanımlamış ve bu nedenle kullanımına herhangi bir sınırlama getirmemiştir (Barbieri, Barone, Bhagat, Caruso, Conley, & Parisi, 2014; Barbieri, Barone, Bhagat, Caruso, Conley, Parisi, et al., 2014; Grembecka & Technology, 2015).

2. Mineral ve İyonlar

a.Gümüş İyonu

Antik uygarlıklarda enfeksiyonları kontrol altına almak için gümüş kullanımını yaygındı. Son yıllarda bu materyal, antimikrobeyallere karşı bakteriyel direncin artan prevalansı nedeniyle terapötik bir seçenek olarak yeniden ortaya çıkmıştır (Sim, Barnard, Blaskovich, & Ziora, 2018). Gümüş iyonu aktif oksijen üreterek bakteri DNA'sının replikasyon yeteneğini azaltıp, antibakteriyel bir etki sağlar (Gargiulo, Cusano, Causa, Caputo, & Netti, 2013). Ayrıca yapılan çalışmalarda bu iyonun, asidik koşullarda demineralize diş dokusunun remineralizasyonunu artırdığı belirtilmiştir (Zhi, Lo, & Kwok, 2013).

b.Flor İyonu

Diş çürüklerini önleyebilecek bir ajan olarak florun keşfi, diş hekimliğindeki en önemli dönüm noktalarından biridir (ten Cate, 2015). 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren gelişmiş ülkelerdeki çürük insidansındaki düşüş, büyük ölçüde florür içeren ağız bakım ürünlerinin yaygın kullanımına bağlanmıştır (Fejerskov, 2004).

Florürün çürük insidansı üzerindeki en önemli etkisi demineralizasyon ve remineralizasyon mekanizmaları üzerinedir. Bakterilerin şekerleri fermente etmesiyle açığa çıkan laktik asit tükürük pH'sını düşürür. pH, hidroksiapatitin kritik seviyesinin (pH 5.5) altına düştüğünde, minede demineralizasyon başlar. Bu aşamada süreç geri dönüşümlüdür. Eğer plak sıvısında flor iyonu varsa, bu iyon hidroksiapatit kristallerine adsorbe olur ve mine demineralizasyonu azalır. pH 5.5'in üzerine çıktığında artan florür iyonu seviyesi minedeki hidroksiapatit kristalleri ile florhidroksiapatit oluşturup minenin remineralizasyonunu sağlar (Buzalaf, Pessan, Honório, Ten Cate, & environment, 2011).

3.Bitkisel Kaynaklı Ajanlar

Başlangıç çürük lezyonlarının erken teşhisi ve remineralizasyonu koruyucu diş hekimliğinde yeni ufuklar açmıştır. Son zamanlarda antibakteriyel, antikariyojenik ve remineralizasyon potansiyeline sahip doğal şifalı bitkilere olan ilgi artmaktadır. Bitki bazlı fitokimyasallar ve biyoflavonoidler, başlangıç çürük lezyonlarının remineralizasyonunu sağlama açısından yapay kimyasal türevler ve florür bazlı remineralizasyon ajanlarına kıyasla daha kabul edilebilirlerdir. Ayrıca bunların çoğu, toksisite göstermeyen doğal gıda maddeleridir. ABD Gıda ve İlaç İdaresi tarafından bu gıdalar 'genel olarak güvenli' kabul edilmiştir (Annamalai, Ballal, & Arani, 2020).

a.Galla Chinensis

Galla Chinensis, yaprak biti *Melaphis Chinensis* (Bell Baker) tarafından bitki yapraklarının uyarılması yoluyla üretilen bir safradır (Ren et al., 2021). Galla Chinensis'in, sert dokuların mineralizasyonunu etkileme potansiyeli gösteren tek geleneksel ilaç olması onu çeşitli çürük önleyici doğal ürünler arasında öne çıkarır. Yapılan bir araştırmada, Galla Chinensis'in ham sulu ekstraktının in vitro mine demineralizasyonunu önleme yeteneğine sahip olduğu belirtilmiştir (Huang et al., 2003).

b.Kitosan

Kitosan, kitinin deasetilasyonundan elde edilen bir biyopolimerdir (Muzzarelli, Muzzarelli, & use, 2005). Kitosan ve türevleri, düşük toksisiteleri, biyolojik olarak parçalanabilirlikleri, biyoyumlulukları ve biyolojik aktiviteleri gibi avantajları nedeniyle yeni biyomateryaller olarak geliştirilmiştir (Rinaudo,

2006). Kitosanın birçok modifikasyonu mine ve dentin için remineralize edici ajanlar olarak denenmiştir. Zhang ve ark. (J. Zhang et al., 2018) yapmış oldukları çalışmada, beyaz nokta lezyonlarının tedavisi için kitosan kullanmış, ardından poliakrilik asit karışımıyla lezyona biyocam uygulamışlardır. Çalışma sonucunda araştırmacılar tarafından kitosanın, remineralizasyonu artırdığı ve böylece yüzey altının daha yüksek mineral içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir.

c.Propolis

Propolis, arıların kovanlarını birleştirmek ve savunmak için sentezledikleri doğal bir maddedir (Khurshid, Naseem, Zafar, Najeeb, & Zohaib, 2017). Propolis, antiinflamatuvar, antiinfektif ve antioksidan etkiler gösteren bir ajandır (Abbasi et al., 2018). Propolis diş minesinin yapısını güçlendirir (Ali et al., 2021). Yapılan bir çalışmada, propolis uygulaması ile fırçalamadan sonra kalسيوم ve fosfat iyonlarının mine yüzeyine geri emilimini ve dolayısıyla remineralizasyonu artırdığı bildirilmiştir. Başka bir çalışmada ise, propolis içeren verniklerin minenin demineralizasyonunu yavaşlattığı bildirilmiştir (Wassel & Khattab, 2017).

d.Teobramin

Kakao ve çikolatada bulunan teobramin, ksantin grubunun bir üyesidir ve minenin kristal büyümesini artırmaktadır. Amaechi ve ark. (B. Amaechi et al., 2013) tarafından teobromin ve sodyum florürlü diş macununun remineralizasyon potansiyelinin karşılaştırmalı bir değerlendirmesinde, yapay tükürüğe göre teobromin ve sodyum florürlü diş macununda daha yüksek oranda mineral kazanımı gözlemlenmiştir. Syafira ve ark. (Syafira, Permatasari, & Wardani, 2013) ise yaptıkları çalışmada, teobraminin mine mikrosertliğini artırdığını bildirmişlerdir.

e.Bal

Bal, çiçeklerden salgılanan nektar ve böceklerin salgıladığı maddelerden oluşan doğal bir gıda ürünüdür. Balın, diş çürüğü gibi hastalık durumlarının tedavisinde alternatif bir ürün olarak umut verici bir potansiyele sahip olduğu belirtilmiştir (Mandal & Mandal, 2011; Medhi, Puri, Upadhyay, & Kaman, 2008). Göçmen ve ark. (Gocmen et al., 2016) yaptıkları çalışmada, bal-zencefil ezmesinin 3-4 hafta kullanılmasının remineralizasyonu artırdığını bildirmişlerdir.

f.Zencefil

Zencefil, tıbbi faydaları çokça bahsedilen şifalı bir bitkidir. Zencefil ağız bakımı için bilimsel olarak onaylanmıştır. Zencefil özlerinin antimikrobiyal,

antifungal, oral antikanser ve antiplak özelliklere sahip olduğu bilinmektedir (Ganeshpurkar, Thakur, & Jaiswal, 2020). Yapılan çalışmalarda, zencefilin remineralizasyon potansiyeli araştırılmış ve yapay olarak oluşturulmuş başlangıç çürük lezyonlarının zencefil içeren bir solüsyon ile non-invaziv tedavisinin, remineralizasyonu artırdığı bildirilmiştir (Celik et al., 2021; Gocmen et al., 2016).

g.Biberiye

Biberiye, Akdeniz boyunca ve Himalaya altı bölgelerde yetişen yaprak dökmeyen gür bir çalıdır. Biberiye antimikrobiyal, antiinflamatuvar ve antioksidan özelliklere sahiptir (Rahbardar & Hosseinzadeh, 2020). Dalirsani ve ark. (Dalirsani et al., 2011) biberiye metanolik ekstraktını (30 g/100 mL) klorheksidin ile karşılaştırdıkları bir çalışmada, biberiyenin *Streptococcus Mutans* üzerinde inhibe edici etkileri olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bu çalışmalarla uyumlu olarak yapılan başka bir çalışmada ise, floresans ve mikrosertlik değerlendirmelerinde biberiyenin minenin remineralizasyonunu artırdığı bildirilmiştir (Gocmen et al., 2016).

4.Biyometik Peptit Esaslı Materyaller

Mine remineralizasyonu için biyometik yaklaşım, başlangıç çürük lezyonlarının tedavisinde kullanılan yeni bir alternatiftir. Yeni biyomalzemelerin geliştirilmesi, mine biyomineralizasyonunun protein aracılı süreçlerinin anlaşılmasını gerektirir (Alexander Bonchev, Vasileva, Dyulgerova, Yantcheva, & Therapeutics, 2021). Biyomineralizasyon süreci, simüle edilmesi zor bir süreçtir (Harding & Duffy, 2006). Ancak fizyolojik koşullar altında mine benzeri apatit yapıların biyometik sentezi demineralize minenin onarımı için bir alternatiftir (A Bonchev, Simeonov, & Vassileva, 2018).

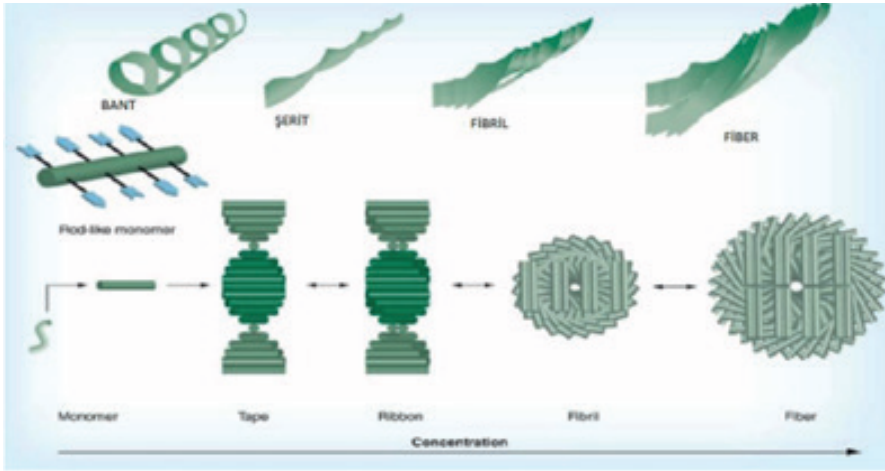
Kendiliğinden Birleşen Peptitler

Kendiliğinden birleşen peptitler, rejeneratif özellikleri nedeniyle son zamanlarda araştırmacılardan büyük ilgi görmüştür. Kemik ve kırıldak onarımı ve kardiyovasküler sistem onarımı gibi çeşitli tedavi amaçlarıyla kullanılırlar (Chow et al., 2011; Takahashi et al., 2016). Ayrıca kavitsiyonsuz çürük lezyonları üzerine kendiliğinden birleşen bir peptidin uygulanmasının, remineralizasyonu kolaylaştırmak ve olumsuz görünümünü maskeleyerek için uygun bir yaklaşım olduğu varsayılmaktadır (Wierichs, Kogel, Lausch, Esteves-Oliveira, & Meyer-Lueckel, 2017).

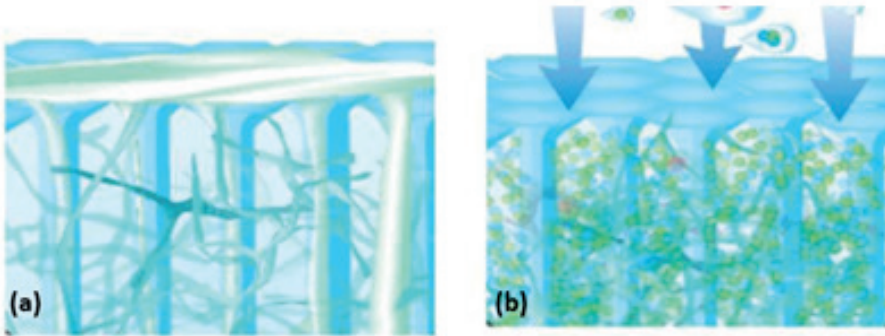
Kendiliğinden birleşen bir peptit molekülü olan P11-4 peptidi 11 amino asitten oluşan, rasyonel olarak tasarlanmış sentetik bir peptittir (Aggeli et al., 2003). P11-4 peptidi, pH 7.5'in üzerinde rastgele bobin yapılarının unimerleri olarak bulunur, ancak düşük pH'ta antiparalel bir β -yaprak yapısını benimser

(Kyle, Aggeli, Ingham, & McPherson, 2010). Bu peptit Şekil 1’de gösterildiği gibi kapsamlı bir şekilde incelendiğinde; B-yaprak şeritler, fibriller ve lifler halinde hiyerarşik bir şekilde kendiliğinden birleşir. Kendiliğinden birleşme negatif yüklü glutamik asit ile pozitif yüklü arginin arasındaki iyonik etkileşimin bir sonucu olarak ortaya çıkar (Aggeli et al., 2003).

P11-4 peptidi, Şekil 2’ de gösterildiği gibi lezyon içine difüze olduğunda, lezyon içinde bir 3D yapı iskelesi oluşturup, kalsiyum ve fosfat iyonlarını lezyona çeker. Bu üç boyutlu yapı iskelesi, dış yüzeyi ile güçlü bir kimyasal etkileşime sahiptir. Bu sayede, mine matris proteinlerinin rolünü taklit ederek, lezyon içinde hidroksiapatit çekirdeklenmesi için bir şablon görevi görür (Arifa, Ephraim, & Rajamani, 2019).



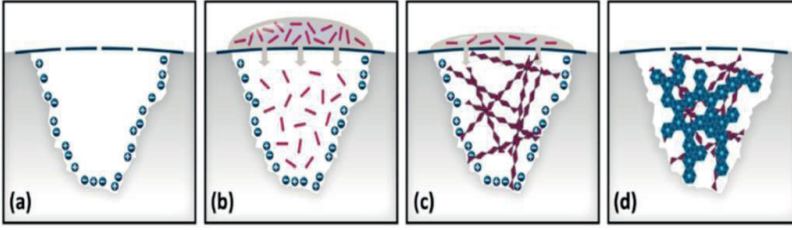
Şekil 1. Kendiliğinden birleşmenin hiyerarşik modeli (Aggeli et al., 2001)



Şekil 2. P11-4 peptidinin başlangıç çürük lezyonu içinde 3D matrisi oluşturması (a), Matrisin Ca^{+2} ve $(PO_4)^{-2}$ iyonlarını yapısına çekmesi (b) (M Alkilzy & Splieth, 2020)

Alkilizy ve ark. (M Alkilzy & Splieth, 2020) yaptıkları çalışmada, kendiliğinden birleşen peptit P11-4’ün, başlangıç çürük lezyonlarının remineralizasyonunu

yonunda umut verici sonuçlar gösterdiğini bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada P11-4 peptidinin remineralizasyon mekanizması Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Kendiliğinden birleşen peptit P11-4 ile başlangıç çürük lezyonunun tedavisinin gösterimi. (a) Başlangıç çürük lezyonu. (b) Lezyon yüzeyine peptit P11-4 uygulanması (c) P11-4'ün 3 boyutlu bir yapı iskelesi oluşturması (d) Hidroksiapatit kristallerinin peptit iskelesinin etrafında oluşması (M Alkily & Splieth, 2020)

5. Biyoaktif Materyaller ve Nanoteknolojik Ajanlar

Tıp alanında biyomateryal kavramı, canlı sistemlerin bileşenleri ile etkileşime giren yapay bir maddeyi ifade eder (Williams, 2009). Zamanla biyomalzemelerin gelişmesiyle birlikte “biyoaktif” malzeme kavramı ortaya çıkmıştır. Ancak biyoaktif maddelerin tanımı konusunda fikir birliği yoktur. Biyoaktif kavramı bir diş materyali için geçerli olup materyalin spesifik doku veya hücrel yanıtı aktif olarak uyardığı veya patojenik türlerle etkileşime girdiği faydalı bir biyolojik süreci tanımlamalıdır (Darvell & Smith, 2022). Bu nedenle, restoratif diş hekimliğinde biyoaktif materyaller, genellikle diş yüzeylerinde hidroksiapatit kristalleri oluşturabilen materyaller olarak kabul edilir (Flemming et al., 2016).

a. Biyoaktif Cam

Biyoaktif cam; sodyum, kalsiyum, fosfor ve silikadan oluşan inorganik bir bileşiktir. Toksikite, inflamasyon ve yabancı cisim reaksiyonuna neden olmayan ideal biyoyumuluğa sahip bir materyaldir (Rahaman et al., 2011). Biyoaktif cam tükürükte çözünerek tükürüğe sodyum, kalsiyum ve fosfat iyonları salar. Bu iyonlar, demineralize diş yüzeyinde bir hidroksiapatit tabakası oluşturmak için gereklidir (Burwell, Litkowski, & Greenspan, 2009; Dai, Mei, Chu, & Lo, 2019).

Biyoaktif cam biyomimetik bir mineralleştirici olması sebebiyle remineralizasyon için umut verici bir ajandır. Wu ve ark. (Wu et al., 2020) tarafından yapılan çalışmada, biyoaktif cam patının, demineralize dentinin yüzeyel tabakasında mineral birikimini ve dolayısıyla mikrosertliği artırdığı bildirilmiştir. Abbassy ve ark. (Abbassy, Bakry, Almoabady, Almusally, & Hassan, 2021) ise yaptıkları çalışmada, biyoaktif cam patını çürükten etkilenmiş mine yüzeyine uyguladıklarında minedeki lezyon derinliğini ve mineral kaybını azalttığını ifade etmişlerdir.

b.Nano Hidroksiapatit

Nano hidroksiapatit, diş hekimliğinde geniş kullanım alanına sahip devrim niteliğinde bir malzemedir. Nano hidroksiapatit, toksisite ve inflamasyona neden olmadan kemiğe kimyasal olarak bağlanma ve osteoblastları uyarak kemik büyümesini hızlandırma gibi özelliklerinden dolayı periodontolojide, ağız ve çene-yüz cerrahisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Pepla, Besharat, Palaia, Tenore, & Migliau, 2014).

Nano hidroksiapatit içerikli materyaller, hassasiyet giderici ve remineralizasyonu sağlamak için kullanılabilir (Abdul Halim, Hussein, & Kandar, 2021; Najibfard, Ramalingam, Chedjieu, & Amaechi, 2011). Nano hidroksiapatit, mineye olan afinitesi nedeniyle demineralize mineye doğrudan bağlanır. Bu ajan, tükürükten kalsiyum ve fosfatın mine yüzeyine toplanmasını kolaylaştırarak yeni bir apatit tabakası oluşturur (Rajendran et al., 2022). Bu sayede, nano hidroksiapatit diş dokusunun mikro sertliğini artırarak çürük gelişimini yavaşlatır (Geeta, Vallabhaneni, & Fatima, 2020; Juntavee, Juntavee, & Sinagpulo, 2021).

c.Trikalsiyum Silikat

Kalsiyum silikat bazlı materyaller, restoratif diş hekimliğinde geniş bir uygulama alanına sahiptir. Bu materyaller biyouyumlu olup sert doku rejenerasyonunda önemli rol oynarlar. Özellikle Portland simanının önemli bir bileşeni olan trikalsiyum silikat, uygulandıkları mine yüzeyine çok kolay yapıştığı için demineralize minenin remineralizasyonunda kullanılırlar (Dong, Chang, Joiner, & Sun, 2013).

Hamdi ve ark. (Hamdi, Hamama, Motawea, Fawzy, & Mahmoud, 2022) gümüş diamin florür-potasyum iyodür (GDF-KI) , kazein fosfopeptit-amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP) ve trikalsiyum silikatın remineralizasyon potansiyelini karşılaştırdıkları bir çalışmada, trikalsiyum silikat ile tedavi edilen dişlerde çözünmüş minenin 150 µm'ye kadar remineralize olduğunu ve trikalsiyum silikatın, yapay mine lezyonlarında remineralizasyon ve penetrasyon bakımından GDF-KI ve CPP-ACP'ye göre üstün olduğunu ifade etmişlerdir.

6.Kalsiyum ve Fosfat İçerikli Ajanlar

Remineralizasyon kavramı, demineralize mine ve dentin yüzeyindeki mineral kazanımını ifade eder. Diş dokusunun remineralizasyonunda kalsiyum ve fosfat kaynağı tükürük veya dış kaynaklar olabilir. Tükürük, demineralize minenin remineralize olmasına yardımcı olabilir, ancak doku onarımı için yetersizdir çünkü tükürük yalnızca bir lezyonun yüzey tabakasını remineralize etme eğilimindedir. Bunun nedeni, tükürükten lezyonlara giden iyon konsantrasyonu gradyanının düşük olmasıdır. Bu nedenle, bol miktarda kalsiyum ve fosfat kaynağı sağlamak için çeşitli kalsiyum ve fosfat bazlı ajanların kullanıl-

ması remineralizasyonun sağlanması için önemlidir (O. L. Zhang et al., 2023).

a.Kazein fosfopeptit-Amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP)

CPP-ACP, remineralizasyona yardımcı olan ve diş çürüklerini önleyen bir süt ürünüdür (Schüpbach, Neeser, Golliard, Rouvet, & Guggenheim, 1996). CPP, ACP ile nanokümler oluşturarak tükürüğün doygunluğunu koruyabilen bir kalsiyum ve fosfat havuzu sağlar. CPP-ACP, kalsiyum ve fosfatı stabilize edebildiğinden plak pH'sının tamponlanmasını sağlar ve böylece plaktaki kalsiyum ve fosfat seviyesi artar. Bu sayede CPP-ACP, yüzey altı lezyonlardaki kalsiyum ve fosfat konsantrasyonunun yüksek tutulmasını sağlayarak remineralizasyona yardımcı olur (Farooq, Moheet, Imran, & Farooq, 2013).

b.Dikalsiyum fosfat dihidrat (DCPD)

DCPD, bazı florürlü diş temizleme ürünlerinde, florür bileşeninin remineralize edici etkilerini artırmak için kullanılmıştır. Yapılan çalışmalar, DCPD'nin diş temizleme ürünlerine dahil edilmesinin, plak sıvısındaki serbest kalsiyum iyon seviyesini artırdığını ve geleneksel silika içerikli diş temizleme ürünleriyle karşılaştırıldığında, fırçalamadan sonra 12 saate kadar yüksek kaldığını göstermiştir (Walsh, 2009).

c.Beta-Trikalsiyum Fosfat

Beta-trikalsiyum fosfat, önemli miktarda kalsiyum ve fosfat içerir. Bu sayede diş minesin yüzey altı lezyonlarının remineralizasyonunu destekler (Hong et al., 2008). Yapılan bir çalışmada, 5000 ppm florür içeren diş macununa beta-trikalsiyum fosfat eklenmesinin, yüzey altı çürük lezyonlarının remineralizasyonunu ve mine mikrosertliğini %30 oranında artırdığı ifade edilmiştir (Karlinsey, Mackey, Stookey, & Pfarrer, 2009; Tavassoli-Hojjati et al., 2014).

Başlangıç Çürük Lezyonlarında Kullanılan Tedavi Teknikleri

1.Ağız Hijyeni Geliştirme Çalışmaları

Son yıllarda, ağız hastalıklarının önlenmesi için yapılan çalışmalar giderek daha fazla önem kazanmıştır. Bu nedenle dişlerin sadece çiğneme fonksiyonunun sürdürülmesi değil, aynı zamanda ağız içinde oluşabilecek inflamasyonun azaltılması ve estetiğin sürdürülmesi sosyal ve psikolojik açıdan önemlidir (Mueller et al., 2022).

Ağız sağlığı davranışları, ağız sağlığının değişmesini önlemeye yardımcı olmak için tasarlanmış çok çeşitli önlemleri içermektedir. Sigara içmek veya dişe zarar veren gıdaların tüketimi gibi zararlı davranışlardan pasif olarak kaçınmaya ek olarak, bu önlemler aynı zamanda aktif olarak uygulanması gereken davranış kalıplarını da içerir. En yaygın ve bireysel olarak uygulanabilir

önlemler, florürlü diş macunu ile düzenli diş fırçalama ve arayüz temizliği gibi ağız hijyeni önlemlerinin yanı sıra düzenli dental kontroller ve gerekli tedavilerin uygulanmasını içerir (Mueller et al., 2022).

2.Ozon Uygulamaları

Ozon, doğada üç değerlikli oksijen (O₃) olarak bulunan güçlü bir oksitleyici ajandır; keskin kokulu olup renksiz bir gazdır. Ozonun çok yüksek bir dezenfekte etme gücü vardır. Bakterileri, virüsleri ve sporları birkaç saniye içinde etkili bir şekilde öldürebilir (Lynch, 2004). Başlangıç çürük lezyonlarında demineralize dokularda bulunan bakterileri ortadan kaldırıp, kalsiyum ve fosfat iyonlarının birikmesini kolaylaştırarak remineralizasyonu teşvik eder. Ayrıca ozon, ağız ortamına açılmış dentindeki smear tabakasını ortadan kaldırarak dentin tübüllerinin açılmasını ve böylelikle tübüllerde kalsiyum ve florür iyonlarının birikmesini de kolaylaştırır (Halbauer et al., 2013; Holliday & Alani, 2014; Plotino et al., 2016).

3.Lazer Uygulamaları

Lazer ışınlama, diş yapısı üzerindeki remineralize edici etkisi nedeniyle son yıllarda kullanılmaktadır. CO₂, Er:YAG, Er,Cr:YSGG, Nd:YAG ve diyotlar gibi birçok lazer sistemi mine remineralizasyonunda ümit verici sonuçlar göstermiştir. CO₂ lazer gibi güçlü lazerlerin mine yüzey sertliğini artırabileceği ve mine çözünürlüğünü azaltabileceği belirtilmiştir (Karandish, 2014).

Çürüğün önlenmesi için, diş sert dokularının çözünürlüğünü azaltmak amacıyla, lazer ışığının güçlü bir şekilde emilmesi ve dişi çevreleyen dokulara zarar vermeden verimli bir şekilde ısıya dönüştürülmesi gerekir. Bu nedenle, dişin ana bileşenleri olan hidroksiapatit ve su gibi dişin spesifik bileşenlerine karşılık gelen bölgelerde absorpsiyonun yüksek olduğu spesifik dalga boyları seçilmelidir (Karandish, 2014).

4.Rezin İnfiltrasyon Tekniği

Rezin infiltrasyon tekniği, sağlıklı diş yapısından ödün vermeden demineralize mineyi dolduran, güçlendiren ve stabilize eden bir mikro-invaziv tekniktir (Arslan et al., 2015; Kugel, Arsenault, & Papas, 2009). Bu teknik, düşük viskoziteli, ışıkla sertleşen rezinin lezyona infiltrasyonu ile lezyon gövdesindeki mikro gözenekleri doldurmayı amaçlar (Paris, Meyer-Lueckel, & Kielbassa, 2007). Robinson ve ark. (Robinson, Hallsworth, Weatherell, & Künzel, 1976) yaptıkları çalışmada, lezyonun gözenek hacminin yaklaşık %60 ± 10' unun resin ile dolduğunu bildirmişlerdir. Kielbassa ve ark. (Kielbassa, Mueller, & Gerhardt, 2009) ise rezinin, yüzey altı lezyona penetre olduğunu ve penetrasyon derinliğinin 100 µm' nin üzerinde olduğunu ifade etmişlerdir.

Başlangıç çürük lezyonlarını stabilize eden bu teknik anestezi gerektirmez

ve dişin anatomik şeklini değiştirmez. Estetik bölgedeki beyaz nokta lezyonlarının opaklığını gidererek doğal dişlerle uyumunu sağlar (Kugel et al., 2009). Ayrıca bu teknik, çürüğün ilerlemesini önleyerek pulpal inflamasyona sebep olmaması, periodontitis ve gingivitis olasılığını azaltması, hastalar tarafından kabul edilebilirliğinin yüksek olması gibi birçok avantaja da sahiptir (Manoharan et al., 2019).

Rezin infiltrasyonu ile mine lezyonlarını maskeleyen prensibi, lezyon içindeki ışık saçılımındaki farklılıklara dayanır. Sağlam minenin kırılma indisi 1,62'dir. Mine çürüğü lezyonlarının mikro gözenekleri su veya hava ile dolu olup kırılma indisleri sırasıyla 1.33 ve 1.0'dır (Son, Hur, Kim, & Park, 2011). Rezin infiltrasyonu, hava veya su ile dolu olan bu gözenekli minenin kırılma indisini değiştirir. Bunun sebebi, rezin esaslı malzemenin hidroksiapatite (1.62) daha yakın bir kırılma indisine (1.52) sahip olmasıdır. Sonuç olarak, etkilenen minenin optik özellikleri değişir ve çevredeki sağlam mine gibi görünür (Paris, Schwendicke, Keltsch, Dörfer, & Meyer-Lueckel, 2013).

Sonuç

Bu çalışmada, başlangıç çürük lezyonlarını yeniden mineralize etmek için kullanılan remineralizasyon ajanları ve tedavi teknikleri anlatılmıştır. Mevcut florür formülasyonları çürük lezyonlarının remineralizasyonunu sağlama açısından koruyucu diş hekimliğinde önemli bir yere sahiptir. Ancak flor içeren ajanların sahip olduğu sınırlamalar sebebiyle, klinisyenler tarafından farklı materyallerin kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu alanda daha fazla çalışmalar yapılmasının, kliniksel anlamda diş dokusunun remineralizasyonunu sağlaması bakımından yeni ve etkili ürünler ortaya çıkacağı öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

- Abbasi, A. J., Mohammadi, F., Bayat, M., Gema, S. M., Ghadirian, H., Seifi, H., . . . Bahrami, N. J. E. j. o. h. s. (2018). Applications of propolis in dentistry: a review. *28*(4).
- Abbassy, M. A., Bakry, A. S., Almoabady, E. H., Almusally, S. M., & Hassan, A. H. J. J. o. D. (2021). Characterization of a novel enamel sealer for bioactive remineralization of white spot lesions. *109*, 103663.
- Abdul Halim, N. A., Hussein, M. Z., & Kandar, M. K. J. I. j. o. n. (2021). Nanomaterials-upconverted hydroxyapatite for bone tissue engineering and a platform for drug delivery. *6477-6496*.
- Aggeli, A., Bell, M., Carrick, L. M., Fishwick, C. W., Harding, R., Mawer, P. J., . . . Boden, N. J. J. o. t. A. C. S. (2003). pH as a trigger of peptide β -sheet self-assembly and reversible switching between nematic and isotropic phases. *125*(32), 9619-9628.
- Aggeli, A., Nyrkova, I. A., Bell, M., Harding, R., Carrick, L., McLeish, T. C., . . . Boden, N. J. P. o. t. N. A. o. S. (2001). Hierarchical self-assembly of chiral rod-like molecules as a model for peptide β -sheet tapes, ribbons, fibrils, and fibers. *98*(21), 11857-11862.
- Ali, S., Farooq, I., Bugshan, A., Siddiqui, I. A., Al-Khalifa, K. S., & Al-Hariri, M. J. J. o. T. U. M. S. (2021). Efficacy of propolis in remineralising artificially induced demineralisation of human enamel-An in-vitro study. *16*(2), 283-287.
- Alkilzy, M., Santamaria, R. M., Schmoeckel, J., & Splieth, C. H. (2018). Treatment of Carious Lesions Using Self-Assembling Peptides. *Adv Dent Res*, *29*(1), 42-47. doi:10.1177/0022034517737025
- Alkilzy, M., & Splieth, C. J. D. Z. Z. I. (2020). Self-assembling peptides for caries prevention and treatment of initial carious lesions, a review. *2*, 021-025.
- Amaechi, B., Porteous, N., Ramalingam, K., Mensinkai, P., Vasquez, R. C., Sadeghpour, A., & Nakamoto, T. J. C. r. (2013). Remineralization of artificial enamel lesions by theobromine. *47*(5), 399-405.
- Amaechi, B. T. J. C. O. H. R. (2015). Remineralization therapies for initial caries lesions. *2*, 95-101.
- Annamalai, S., Ballal, S., & Arani, N. J. A. o. t. R. S. f. C. B. (2020). Remineralization of white spot lesion in the natural way-A review. *1197-1202*.
- Arifa, M. K., Ephraim, R., & Rajamani, T. (2019). Recent Advances in Dental Hard Tissue Remineralization: A Review of Literature. *Int J Clin Pediatr Dent*, *12*(2), 139-144. doi:10.5005/jp-journals-10005-1603
- Arslan, S., Zorba, Y. O., Atalay, M. A., Özcan, S., Demirbuga, S., Pala, K., . . . Ozer, F. J. D. m. j. (2015). Effect of resin infiltration on enamel surface properties and Streptococcus mutans adhesion to artificial enamel lesions. *34*(1), 25-30.

- Association, J. o. t. A. D. A. J. J. o. t. A. D. (2004). Position of the American Dietetic Association: use of nutritive and nonnutritive sweeteners. *2*(104), 255-275.
- Bar, A. J. W. r. o. n., & dietetics. (1988). Caries prevention with xylitol: a review of the scientific evidence.
- Barbieri, G., Barone, C., Bhagat, A., Caruso, G., Conley, Z. R., & Parisi, S. (2014). *The influence of chemistry on new foods and traditional products*: Springer.
- Barbieri, G., Barone, C., Bhagat, A., Caruso, G., Conley, Z. R., Parisi, S., . . . products, t. (2014). Sweet compounds in foods: sugar alcohols. 51-59.
- Birkhed, D., Edwardsson, S., Kalfas, S., & Svensäter, G. J. S. d. j. (1984). Cariogenicity of sorbitol. *8*(3), 147-154.
- Bonchev, A., Simeonov, M., & Vassileva, R. J. I. J. S. R. (2018). Review: Biomimetic approach for remineralization of human enamel. *7*, 1416-1420.
- Bonchev, A., Vasileva, R., Dyulgerova, E., Yantcheva, S. J. I. J. o. P. R., & Therapeutics. (2021). Self-assembling Peptide P 11-4: A Biomimetic Agent for Enamel Remineralization. *27*, 899-907.
- Burt, B. A. J. T. J. o. t. A. D. A. (2006). The use of sorbitol-and xylitol-sweetened chewing gum in caries control. *137*(2), 190-196.
- Burwell, A., Litkowski, L., & Greenspan, D. J. A. i. D. R. (2009). Calcium sodium phosphosilicate (NovaMin®): remineralization potential. *21*(1), 35-39.
- Buzalaf, M. A. R., Pessan, J. P., Honório, H. M., Ten Cate, J. M. J. F., & environment, t. o. (2011). Mechanisms of action of fluoride for caries control. *22*, 97-114.
- Celik, Z., Özbay Yavlal, G., Yanıkoğlu, F., Kargül, B., Tağtekin, D., Stookey, G. K., . . . Hayran, O. J. N. j. o. c. p. (2021). Do ginger extract, natural honey and bitter chocolate remineralize enamel surface as fluoride toothpastes? An in-vitro study.
- Chen, H., Liu, X., Dai, J., Jiang, Z., Guo, T., Ding, Y. J. A. j. o. o., & orthopedics, d. (2013). Effect of remineralizing agents on white spot lesions after orthodontic treatment: a systematic review. *143*(3), 376-382. e373.
- Chow, L. W., Bitton, R., Webber, M. J., Carvajal, D., Shull, K. R., Sharma, A. K., & Stupp, S. I. (2011). A bioactive self-assembled membrane to promote angiogenesis. *Biomaterials*, *32*(6), 1574-1582. doi:10.1016/j.biomaterials.2010.10.048
- Dai, L. L., Mei, M. L., Chu, C. H., & Lo, E. C. M. J. M. (2019). Mechanisms of bioactive glass on caries management: a review. *12*(24), 4183.
- Dalirsani, Z., Aghazadeh, M., Adibpour, M., Amirchaghm, M., Pakfetrat, A., Mozaffari, P. M., . . . Zenooz, A. T. J. J. o. a. s. (2011). In vitro comparison of the antimicrobial activity of ten herbal extracts against *Streptococcus mutans* with chlorhexidine. *11*(5), 878-882.
- Darvell, B. W., & Smith, A. J. J. D. M. (2022). Inert to bioactive—A multidimensional spectrum. *38*(1), 2-6.

- Dong, Z., Chang, J., Joiner, A., & Sun, Y. J. J. o. D. S. (2013). Tricalcium silicate induces enamel remineralization in human saliva. *8*(4), 440-443.
- Ericson, D., Kidd, E., McComb, D., Mjör, I., & Noack, M. J. (2003). Minimally Invasive Dentistry--concepts and techniques in cariology. *Oral Health Prev Dent, 1*(1), 59-72.
- Farooq, I., Moheet, I. A., Imran, Z., & Farooq, U. J. K. s. u. j. o. d. s. (2013). A review of novel dental caries preventive material: Casein phosphopeptide–amorphous calcium phosphate (CPP–ACP) complex. *4*(2), 47-51.
- Featherstone, J. D. J. A. d. j. (2008). Dental caries: a dynamic disease process. *53*(3), 286-291.
- Fejerskov, O. (2004). Changing paradigms in concepts on dental caries: consequences for oral health care. *Caries Res, 38*(3), 182-191. doi:10.1159/000077753
- Flemming, H.-C., Wingender, J., Szewzyk, U., Steinberg, P., Rice, S. A., & Kjelleberg, S. J. N. R. M. (2016). Biofilms: an emergent form of bacterial life. *14*(9), 563-575.
- Ganeshpurkar, A., Thakur, A., & Jaiswal, A. J. N. O. C. i. D. T. (2020). Ginger in oral care. 329-343.
- Gargiulo, N., Cusano, A. M., Causa, F., Caputo, D., & Netti, P. A. J. J. o. M. S. M. i. M. (2013). Silver-containing mesoporous bioactive glass with improved antibacterial properties. *24*, 2129-2135.
- Geeta, R., Vallabhaneni, S., & Fatima, K. J. J. o. C. D. J. (2020). Comparative evaluation of remineralization potential of nanohydroxyapatite crystals, bioactive glass, casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate, and fluoride on initial enamel lesion (scanning electron microscope analysis)—An in vitro study. *23*(3), 275.
- Gocmen, G. B., Yanikoglu, F., Tagtekin, D., Stookey, G. K., Schemehorn, B. R., & Hayran, O. J. A. P. J. o. T. B. (2016). Effectiveness of some herbals on initial enamel caries lesion. *6*(10), 846-850.
- González-Cabezas, C. (2010). The chemistry of caries: remineralization and demineralization events with direct clinical relevance. *Dent Clin North Am, 54*(3), 469-478. doi:10.1016/j.cden.2010.03.004
- Grembecka, M. J. E. F. R., & Technology. (2015). Sugar alcohols—their role in the modern world of sweeteners: a review. *241*, 1-14.
- Halbauer, K., Prskalo, K., Jankovic, B., Tarle, Z., Panduric, V., & Kalenic, S. J. C. a. (2013). Efficacy of ozone on microorganisms in the tooth root canal. *37*(1), 101-107.
- Hamdi, K., Hamama, H. H., Motawea, A., Fawzy, A., & Mahmoud, S. H. (2022). Remineralization of early enamel lesions with a novel prepared tricalcium silicate paste. *Sci Rep, 12*(1), 9926. doi:10.1038/s41598-022-13608-0
- Harding, J., & Duffy, D. J. J. o. M. C. (2006). The challenge of biominerals to simulations. *16*(12), 1105-1112.

- Harlukowicz, K., & Kaczmarek, U. J. D. M. P. (2015). Effectiveness of xylitol in caries prevention. *52*(4), 479-484.
- Hegde, S., Roma, M., Shetty, D. J. J. o. P. S., & Research. (2016). Non-fluoridated remineralization agents in dentistry. *8*(8), 884.
- Holliday, R., & Alani, A. J. D. u. (2014). Traditional and contemporary techniques for optimizing root canal irrigation. *41*(1), 51-61.
- Hong, Y., Kim, J., Lee, B., Lee, Y. K., Choi, B., Lee, J. H., & Choi, H. (2008). *The effect of nano-sized β -tricalcium phosphate on remineralization in glass ionomer dental luting cement*. Paper presented at the Key Engineering Materials.
- Huang, Z., Zhou, X., Li, J., Liu, T., Li, H., & Zhu, B. J. S. d. x. x. b. Y. x. b. J. o. S. U. M. S. E. (2003). The effects of traditional Chinese medicines on the adherence of *Streptococcus mutans* to salivary acquired pellicle in vitro. *34*(1), 135-137.
- Juntavee, A., Juntavee, N., & Sinagpulo, A. N. J. I. j. o. d. (2021). Nano-hydroxyapatite gel and its effects on remineralization of artificial carious lesions. *2021*.
- Karandish, M. J. J. o. l. i. m. s. (2014). The efficiency of laser application on the enamel surface: a systematic review. *5*(3), 108.
- Karlinsey, R. L., Mackey, A. C., Stookey, G. K., & Pfarrer, A. M. J. A. j. o. d. (2009). In vitro assessments of experimental NaF dentifrices containing a prospective calcium phosphate technology. *22*(3), 180-184.
- Khurshid, Z., Naseem, M., Zafar, M. S., Najeeb, S., & Zohaib, S. J. J. o. d. r., dental clinics, dental prospects. (2017). Propolis: A natural biomaterial for dental and oral healthcare. *11*(4), 265.
- Kielbassa, A. M., Mueller, J., & Gernhardt, C. R. J. Q. i. (2009). Closing the gap between oral hygiene and minimally invasive dentistry: a review on the resin infiltration technique of incipient (proximal) enamel lesions. *40*(8).
- Kind, L., Stevanovic, S., Wuttig, S., Wimberger, S., Hofer, J., Müller, B., & Pieves, U. (2017). Biomimetic Remineralization of Carious Lesions by Self-Assembling Peptide. *J Dent Res*, *96*(7), 790-797. doi:10.1177/0022034517698419
- Kirkham, J., Firth, A., Vernals, D., Boden, N., Robinson, C., Shore, R., . . . Aggeli, A. J. J. o. d. r. (2007). Self-assembling peptide scaffolds promote enamel remineralization. *86*(5), 426-430.
- Kugel, G., Arsenault, P., & Papas, A. J. C. o. c. e. i. d. (2009). Treatment modalities for caries management, including a new resin infiltration system. *30*, 1-10; quiz 11.
- Kyle, S., Aggeli, A., Ingham, E., & McPherson, M. J. J. B. (2010). Recombinant self-assembling peptides as biomaterials for tissue engineering. *31*(36), 9395-9405.
- Lynch, E. (2004). *Ozone: the revolution in dentistry*: Quintessence Publishing Company.
- Lyon Jr, T. (1978). *Fermentation Characteristics of Strains of Streptococcus mutans*. Retrieved from

- Mäkinen, K. K. J. M. P., & Practice. (2011). Sugar alcohol sweeteners as alternatives to sugar with special consideration of xylitol. *20*(4), 303-320.
- Malterud, M. I. J. P. P., & Dentistry, A. (2006). Minimally invasive restorative dentistry: a biomimetic approach. *18*(7), 409.
- Mandal, M. D., & Mandal, S. J. A. P. j. o. t. b. (2011). Honey: its medicinal property and antibacterial activity. *1*(2), 154-160.
- Manoharan, V., Kumar, S. A., Arumugam, S. B., Anand, V., Krishnamoorthy, S., & Methippara, J. J. J. I. j. o. c. p. d. (2019). Is resin infiltration a microinvasive approach to white lesions of calcified tooth structures?: a systemic review. *12*(1), 53.
- Medhi, B., Puri, A., Upadhyay, S., & Kaman, L. J. J. S. (2008). Topical application of honey in the treatment of wound healing: a metaanalysis. *10*(4), 166-169.
- Mueller, M., Schorle, S., Vach, K., Hartmann, A., Zeeck, A., & Schlueter, N. J. P. O. (2022). Relationship between dental experiences, oral hygiene education and self-reported oral hygiene behaviour. *17*(2), e0264306.
- Muhlemann, H. J. H. o. a. (1970). The effect on rat fissure caries of xylitol and sorbitol. *14*, 48-50.
- Murray, C. J., Vos, T., Lozano, R., Naghavi, M., Flaxman, A. D., Michaud, C., . . . Memish, Z. A. (2012). Disability-adjusted life years (DALYs) for 291 diseases and injuries in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*, *380*(9859), 2197-2223. doi:10.1016/s0140-6736(12)61689-4
- Muzzarelli, R., Muzzarelli, C. J. P. I. s., characterization, & use. (2005). Chitosan chemistry: relevance to the biomedical sciences. 151-209.
- Nadimi, H., Wesamaa, H., Janket, S.-J., Bollu, P., & Meurman, J. J. B. d. j. (2011). Are sugar-free confections really beneficial for dental health? , *211*(7), E15-E15.
- Najibfard, K., Ramalingam, K., Chedjieu, I., & Amaechi, B. J. J. o. C. D. (2011). Remineralization of early caries by a nano-hydroxyapatite dentifrice. *22*(5), 139.
- Nayak, P. A., Nayak, U. A., Khandelwal, V. J. C., cosmetic, & dentistry, i. (2014). The effect of xylitol on dental caries and oral flora. 89-94.
- Ortiz, M. E., Bleckwedel, J., Raya, R. R., Mozzi, F. J. A. m., & biotechnology. (2013). Biotechnological and in situ food production of polyols by lactic acid bacteria. *97*, 4713-4726.
- Paris, S., Meyer-Lueckel, H., & Kielbassa, A. J. J. o. d. r. (2007). Resin infiltration of natural caries lesions. *86*(7), 662-666.
- Paris, S., Schwendicke, F., Keltsch, J., Dörfer, C., & Meyer-Lueckel, H. J. J. o. d. (2013). Masking of white spot lesions by resin infiltration in vitro. *41*, e28-e34.
- Pepla, E., Besharat, L. K., Palaia, G., Tenore, G., & Migliau, G. J. A. d. s. (2014). Nano-hydroxyapatite and its applications in preventive, restorative and regenerative dentistry: a review of literature. *5*(3), 108.

- Philip, N. J. C. r. (2019). State of the art enamel remineralization systems: the next frontier in caries management. *53*(3), 284-295.
- Pitts, N. B. (2004). Are we ready to move from operative to non-operative/preventive treatment of dental caries in clinical practice? *Caries Res*, *38*(3), 294-304. doi:10.1159/000077769
- Plotino, G., Cortese, T., Grande, N. M., Leonardi, D. P., Di Giorgio, G., Testarelli, L., & Gambarini, G. J. B. d. j. (2016). New technologies to improve root canal disinfection. *27*, 3-8.
- Rahaman, M. N., Day, D. E., Bal, B. S., Fu, Q., Jung, S. B., Bonewald, L. F., & Tomsia, A. P. J. A. b. (2011). Bioactive glass in tissue engineering. *7*(6), 2355-2373.
- Rahbardar, M. G., & Hosseinzadeh, H. J. I. j. o. b. m. s. (2020). Therapeutic effects of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and its active constituents on nervous system disorders. *23*(9), 1100.
- Rajendran, R., Hussain, M. S., Sandhya, R., Thomas, A. J., Ameena, M., & Saleem, S. J. I. J. o. D. R. (2022). Comparative evaluation of remineralisation potential of bioactive glass, casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate and novel strontium-doped nanohydroxyapatite paste: An In-Vitro study. *33*(1), 94.
- Ren, Y.-y., Zhang, X.-r., Li, T.-n., Zeng, Y.-j., Wang, J., & Huang, Q.-w. J. J. o. E. (2021). *Galla Chinensis*, a Traditional Chinese Medicine: Comprehensive review of botany, traditional uses, chemical composition, pharmacology and toxicology. *278*, 114247.
- Rinaudo, M. J. P. i. p. s. (2006). Chitin and chitosan: Properties and applications. *31*(7), 603-632.
- Robinson, C., Hallsworth, A., Weatherell, J., & Künzel, W. J. J. o. d. r. (1976). Arrest and control of carious lesions: a study based on preliminary experiments with resorcinol-formaldehyde resin. *55*(5), 812-818.
- Ruan, Q., & Moradian-Oldak, J. (2015). Amelogenin and Enamel Biomimetics. *J Mater Chem B*, *3*, 3112-3129. doi:10.1039/c5tb00163c
- Savaş, S. (2015). Farklı içeriklerdeki remineralizasyon ajanlarının remineralizasyon kapasitelerinin ve antimikrobiyal etkinliklerinin değerlendirilmesi. *İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Uzmanlık Tezi*.
- Schübach, P., Neeser, J.-R., Golliard, M., Rouvet, M., & Guggenheim, B. J. J. o. D. R. (1996). Incorporation of caseinoglycomacropptide and caseinophosphopeptide into the salivary pellicle inhibits adherence of mutans streptococci. *75*(10), 1779-1788.
- Schwendicke, F., Frencken, J. E., Bjørndal, L., Maltz, M., Manton, D. J., Ricketts, D., . . . Innes, N. P. (2016). Managing Carious Lesions: Consensus Recommendations on Carious Tissue Removal. *Adv Dent Res*, *28*(2), 58-67. doi:10.1177/0022034516639271
- Sim, W., Barnard, R. T., Blaskovich, M. A. T., & Ziora, Z. M. (2018). Antimicrobial Silver in Medicinal and Consumer Applications: A Patent Review of the Past

- Decade (2007-2017). *Antibiotics (Basel)*, 7(4). doi:10.3390/antibiotics7040093
- Sitthisetapong, T., Phantumvanit, P., Huebner, C., & Derouen, T. J. J. o. D. R. (2012). Effect of CPP-ACP paste on dental caries in primary teeth: a randomized trial. *91*(9), 847-852.
- Son, J.-H., Hur, B., Kim, H.-C., & Park, J.-K. J. J. o. K. A. o. C. D. (2011). Management of white spots: resin infiltration technique and microabrasion. *36*(1), 66-71.
- Syafira, G., Permatasari, R., & Wardani, N. J. J. o. D. I. (2013). Theobromine effects on enamel surface microhardness: in vitro. *19*(2), 32-36.
- Takahashi, F., Kurokawa, H., Shibasaki, S., Kawamoto, R., Murayama, R., & Miyazaki, M. (2016). Ultrasonic assessment of the effects of self-assembling peptide scaffolds on preventing enamel demineralization. *Acta Odontol Scand*, 74(2), 142-147. doi:10.3109/00016357.2015.1066850
- Tavassoli-Hojjati, S., Atai, M., Haghgoo, R., Rahimian-Imam, S., Kameli, S., Ahmadian-Babaki, F., . . . Ahmadyar, M. (2014). Comparison of various concentrations of tricalcium phosphate nanoparticles on mechanical properties and remineralization of fissure sealants. *J Dent (Tehran)*, 11(4), 379-388.
- ten Cate, J. M. (2015). Models and role models. *Caries Res*, 49 Suppl 1, 3-10. doi:10.1159/000380870
- Tyagi, S. P., Garg, P., Sinha, D. J., & Singh, U. P. J. J. o. I. D. (2013). An update on remineralizing agents. *3*(3), 151.
- Van Loveren, C. J. C. r. (2004). Sugar alcohols: what is the evidence for caries-preventive and caries-therapeutic effects? , *38*(3), 286-293.
- Walsh, L. J. J. I. D. S. (2009). Contemporary technologies for remineralization therapies: A review. *11*(6), 6-16.
- Wassel, M. O., & Khattab, M. A. J. J. o. a. r. (2017). Antibacterial activity against *Streptococcus mutans* and inhibition of bacterial induced enamel demineralization of propolis, miswak, and chitosan nanoparticles based dental varnishes. *8*(4), 387-392.
- Wierichs, R. J., Kogel, J., Lausch, J., Esteves-Oliveira, M., & Meyer-Lueckel, H. J. C. r. (2017). Effects of self-assembling peptide P11-4, fluorides, and caries infiltration on artificial enamel caries lesions in vitro. *51*(5), 451-459.
- Williams, D. F. J. B. (2009). On the nature of biomaterials. *30*(30), 5897-5909.
- Wu, Q., Mei, M. L., Wu, X., Shi, S., Xu, Y., Chu, C. H., & Chen, Y. J. B. o. h. (2020). Remineralising effect of 45S5 bioactive glass on artificial caries in dentine. *20*(1), 1-8.
- Zhang, J., Boyes, V., Festy, F., Lynch, R. J., Watson, T. F., & Banerjee, A. J. D. M. (2018). In-vitro subsurface remineralisation of artificial enamel white spot lesions pre-treated with chitosan. *34*(8), 1154-1167.
- Zhang, O. L., Niu, J. Y., Yin, I. X., Yu, O. Y., Mei, M. L., & Chu, C. H. (2023). Bioactive Materials for Caries Management: A Literature Review. *Dent J (Basel)*, 11(3).

doi:10.3390/dj11030059

Zhi, Q., Lo, E., & Kwok, A. J. A. d. j. (2013). An in vitro study of silver and fluoride ions on remineralization of demineralized enamel and dentine. *58*(1), 50-56.

Zhou, S. L., Zhou, J., Watanabe, S., Watanabe, K., Wen, L. Y., & Xuan, K. (2012). In vitro study of the effects of fluoride-releasing dental materials on remineralization in an enamel erosion model. *J Dent*, *40*(3), 255-263. doi:10.1016/j.jdent.2011.12.016

Bölüm 7

GERİATRİK PERİODONTOLOJİ

Devrim Deniz ÜNER¹

Gülşen EDEBAL²

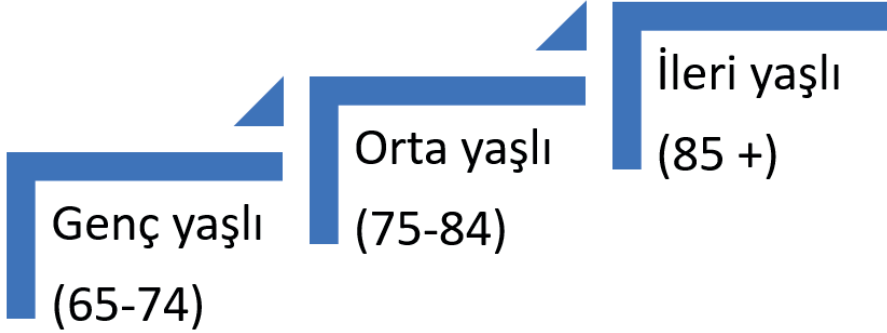
1 Doç. Dr., Harran Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Periodontoloji A.B.D.
ORCID: 0000-0002-5860-4224

2 Öğrt. Gör., Harran Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Periodontoloji A.B.D.
ORCID: 0009-0007-9660-1204



GİRİŞ

Yaşlanma, anne karnından ölüme kadar olan zaman diliminde meydana gelen biyolojik, fizyolojik, psikolojik ve sosyal açıdan meydana gelen değişimlerdir. Bu değişimler yaşamı etkilemekte, geri dönüşümsüz ve kaçınılmaz bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Dziechciaż & Filip, 2014). Dünya Sağlık Örgütüne göre yaşlı kavramı dönemi, 65-85 arasındaki bireyleri kapsamaktadır. 85 yaş üzeri bireyler ise çok yaşlı olarak adlandırılmaktadır. Gerontologlar ise yaşlılığı 3 ana gruba ayırmışlardır (Şekil 1)(Lee, Oh, Park, Choi, & Wee, 2018).



Şekil 1: Gerontologlara göre yaşlılık sınıflaması

Yaşlanma, fizyolojik fonksiyonların ilerleyici bir düşüşü veya kaybı ile karakterize edilir ve bu da hastalık veya ölüme karşı artan hassasiyete yol açar. Genellikle çok sayıda yaşlanma bozukluğuna yol açan genomik istikrarsızlıklar, hücresel yaşlanma ve mitokondriyal işlev bozukluğu dahil olmak üzere çeşitli yaşlanma belirtileri önerilmiştir.

Yaşlanmayla birlikte tüm vücuttaki organ ve dokularda görülen değişimler, ağız boşluğu ve onu çevreleyen dokularda da görülmektedir. Azalan doku elastikiyeti, azalan rejeneratif kapasite ve değişen hücresel geçirgenlik gibi olumsuz durumlar periodonsiyum üzerinde olumsuz etkiye sahiptir (Gershen, 1991). Yapılan bir araştırmaya göre oral hijyen eksikliğinde dişeti iltihabı gelişiminin, yaşlı bireylerde genç bireylere göre daha hızlı ve şiddetli olduğu gözlenmiştir. Plak birikimi yaşlı kişilerde daha fazla oluşuyorken plak kıvamında kesin bir fark gözlenmiyor. Yaşla birlikte plağın mikroorganizmalara karşı değişmiş bir konak tepkisi oluşuyor (Holm-Pedersen, Agerbæk, & Theilade, 1975).

AĞIZ İÇİNDE GÖRÜLEN DEĞİŞİKLER

İnsanlar yaşlandıkça ağızda bazı periodontal değişiklikler olur. Literatür tarandığında ağız mukozasının yaşlanmaya bağlı atrofik değişiklikler nedeniyle kaybolan pürüzsüz, ödemli bir görünüme sahip olduğu görülmektedir (Şekil-2). Ayrıca yaşla birlikte epitel yüzeyinde kuruluk, damar yapısının kay-

bı ve bozulması, bağ dokusu ve yüzey altı kemiğe olan bağlantısının zayıflaması gibi durumlar gözlenir. Ağız kuruluğu, dilde, damakta veya oral mukozada ağrı veya yanma gibi klinik semptomlar, kollajen molekülünün bağ ve deri altı yağ dokusunda azalma ve interstisyel bağlantılarda artış gibi yaşa bağlı değişikliklerle ilişkilidir (Tablo 1)(Anitha, Masthan, Malathi, Sangeetha Priya, & Aravindha Babu, 2019).

Yaşlılarda kas kuvvetinin azalması ile birlikte çiğneme gücünün azalması, dişlerdeki madde kaybı, ağız mukozasının incilmesi ve ataşman kaybı ile ortaya çıkan diş eti çekilmesi, meydana gelen fizyolojik değişikliklerdir. Ayrıca diş eti seviyesinin azalması, sement yüzeyinin açığa çıkması ve bu bölgede çürüklerin oluşması, daha önceden diş eti hastalığına bağlı alveolar kemik kaybı nedeniyle dişlerin yer değiştirmesi, çiğneme veriminin azalması ve dişlerdeki mobilite artışı yaşla birlikte ortaya çıkan patolojik durumlardır (Lamster, Asadourian, Del Carmen, & Friedman, 2016)

Periodontal hastalığa bağlı diş kaybı eskiden yaşlılarda yaygındı. Diş eksikliği yaşlı kişilerin yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir. Bunun sonucunda yaşlı kişilerin sosyal çevredeki ilişkileri ve psikolojik durumu olumsuz yönde değişmektedir.



Şekil 2: Yaşlanma ile birlikte dişetinde görülen değişiklikler

Oral durum/Tedaviye ihtiyaç	Gençlerde (%)	Yaşlılarda (%)
Diş taşı birikintileri	83,9	88,9
Dişsizlik	4,2	41,1
Sondlamada kanama	43,6	46,9
Dişeti çekilmesi(1+mm)	51,1	88,3
Ataşman kaybı(1+yüzünde)	76,7	95,1
Tüm dişlerin ağızda tutulması	36,7	2,1

Kök çürükleri	21,1	56,9
Son 2 yılda diş hekimi ziyareti	79,6	56,4
Algılanan diş bakımı ihtiyacı	50,4	36,0

Tablo.1 Genç ve yaşlılarda ağız sağlığı durumunun karşılaştırılması

KEMİK

Yaş artışı ile kemiğin osteoporotik değişiklikleri olabilmekte, kompakt kemik yapısının yıkımı ve kemik iliği genişlemeleri izlenebilmektedir. Kadınlar azalan östrojen üretiminden dolayı erkeklerden daha fazla etkilenmektedir. Yapılan bir araştırmaya göre kadınlara kısa süreli östrojenle birlikte androjen verilmesi, östrojenin kemik oluşumu üzerindeki inhibitör etkilerini tersine çevirebilir. Östrojen ve androjenin birlikte kullanımının fayda ve risklerinin, kemik hacim ve kuvvetinin artışına olan etkilerin belirlenebilmesi için uzun dönem takipli çalışmalara ihtiyaç vardır (Raisz et al., 1996). Bir çalışmada, periodontal tedaviden sonra 39 postmenopozal hastada serum, tükürük ve diş eti sıvısındaki osteokalsin konsantrasyonları araştırıldı. Serum osteokalsin değerindeki düşüşün periodontal tedavi sonrası prob derinliğindeki ve klinik adezyon seviyesindeki azalmaya paralel olduğu ve prob derinliğindeki azalmanın tükürükteki osteokalsin konsantrasyonundaki azalma ile anlamlı şekilde ilişkili olduğu bildirilmiştir (Lopes, Loureiro, Pereira, Pereira, & Alves, 2008). Alveoler kemiğin bütünlüğü dişlerin varlığına bağlıdır (Palmqvist & Sjödin, 1987). Dişlerin yokluğunda periodontal ligament ile iletilen uyarılar olmayacak ve alveoler kemikteki yapım yıkımın gerisinde kalacaktır (Jiang et al., 2015; Palmqvist & Sjödin, 1987; Pockpa et al., 2019). Yaşlılarda maksilla ve mandibulanın vaskülaritesi azalmıştır. Bunun nedeni damarsal değişiklikler veya diş kaybı olabilir (Hiltunen, Peltola, Vehkalahti, Närhi, & Ainamo, 2003).

TÜKÜRÜK

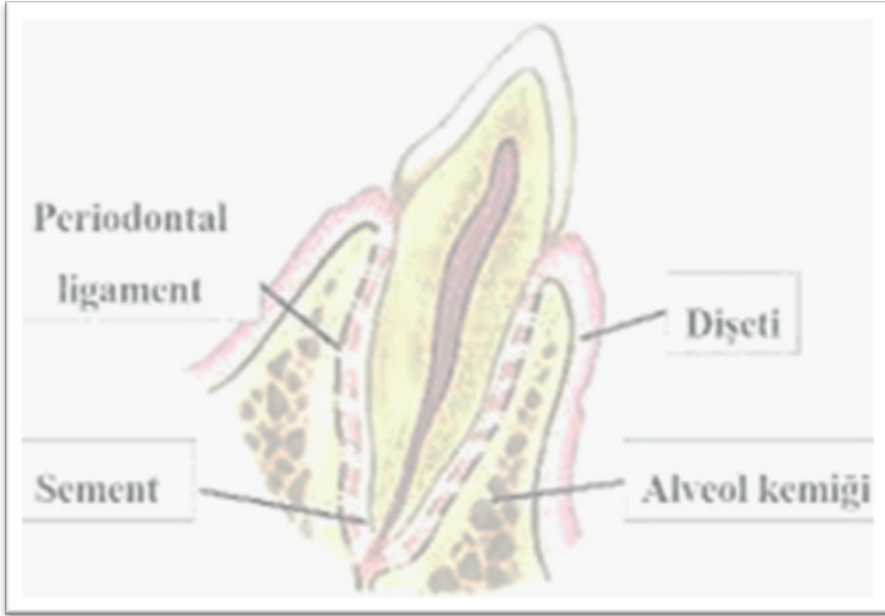
Yaşlı kişilerde tespit edilen sorunlardan biri de ağızda hissedilen kuruluştur. Sistemik hastalıklardan biri olan diyabet, tükürük bezi hastalıkları ve Sjögren sendromu gibi durumlar sonucunda ağız kuruluğu görülebilir. Radyoterapi ve kemoterapi tedavisi görmüş kişilerde de yine ağız kuruluğu görülebilir. Ağız kuruluğu ağız mukozasının kayganlığını kaybetmesine ve diş etinde inflamasyona neden olur. Oral mukoza kuruduğu zaman mekanik travmalara karşı olan direnci azalır. Bunun sonucunda yaşlı kişilerde ülseratif lezyonlar oldukça sık görülür (Guggenheimer & Moore, 2003). Kserostomide klinik semptomlar arasında ağız kuruluğu hissi, yanma, tat değişikliği, yutma güçlüğü ve konuşma güçlüğü yer alır (Turner & Ship, 2007).

Tat alamdan sorumlu reseptörler circumvallate, fungiform ve foliate gibi tat reseptörlerinin yanı sıra damak epitelinde, tonsiller sütun ve nazofarink-

sde bulunurlar. Yaşın ilerlemesiyle birlikte tat almada değişiklik (disguzi), azalma (hipoguzi) veya kaybolma (aguzi) ortaya çıkabilir. Bu değişikliklerin temel nedeni tükürüğün akış hızındaki azalmadır. Tat duyusunun uyarılması durumunda tükürük akışı artmaktadır. Ancak aşırı tuz ve baharat kullanımı sağlık sorunlarına neden olabilir (Pushpass, Pellicciotta, Kelly, Proctor, & Carpenter, 2019; Turner & Ship, 2007).

PERİODONSİYUM

Dişleri çevreleyen ve destekleyen karmaşık bir yapı olan periodonsiyumu; dişeti, periodontal ligament, sement ve alveol kemiğinden oluşturmaktadır (Şekil 3). Periodonsiyumun destekleyici ve koruyucu rolleri yaşamı sürdürmek için çok kritiktir, ancak periodonsiyum yaşla birlikte morfolojik ve fizyolojik değişikliklere uğrar. Yapılan bir derlemede diş eti ve periodontal ligament dahil olmak üzere yumuşak dokulara odaklanarak periodonsiyumdaki moleküler ve hücresel fizyolojik değişiklikler hakkında bazı bilgiler elde edilmiştir (Tablo-2) (Kim et al., 2021).



Şekil 3: Periodonsiyumu oluşturan yapılar

YAŞLANMA	
▪ DİŞETİ	○ PERİODONTAL LİGAMENT
• Hücre proliferasyon ve migrasyon kapasitesi ↓	• Hücre ve lif yoğunluğu ↓
• Yapışık dişeti genişliği ↑	• Alkalin fosfataz aktivitesi ↓
• Miyofibroblastik dönüşüm değişimi	• Organik matris üretimi ↓
• Kollajen remodelingi ↓	• Tip 1 ve Tip 3 kollajen ↓
• Dişetin tamir kapasitesi ↓	• Mineral nodül formasyonu ↓
• Dişeti yara iyileşmesindeki yetmezlikler	• Hücresel mitotik aktivite ↓
• Anti-apoptotik gen aktarımı ↑	• Yara iyileşmesi ve rejenerasyon kapasitesi ↓
• Pro-apoptotik gen aktarımı ↓	• Yaşlı hücre popülasyonu ↑
	• MMP2, MMP8, TIMP1 geni
	• Periodontal ligament boşluğunun genişliği ↓
	• Pro-inflamatuar gen ↑

Tablo-2: Yaşlanma ile dişeti ve periodontal ligamentteki değişiklikler

İlerleyen yaşla diş eti epitelinde incelme, keratinizasyon seviyesinin düşmesi, epitelyal permabilitedeki artış ve çevresel uyaranlara karşı cevabın azalması, uzun dönem görülen periodontal sorunlar ortaya çıkarmaktadır (Newman, Takei, Klokkevoold, & Carranza, 2019). İnsanların yaş alması ile birlikte diş eti epitelinde rete-pegler silikleşir, portakal kabuğu görünümü azalır ve hücrelerin sayısı değişir. Hücre yoğunluğunda, mitotik aktivitede ve destek dokularında hücreler arası maddede artış gözlenir (Fransson, 1996; Ryan, Toto, & Gargiulo, 1974). Yaşla birlikte dişeti bağ dokusunun kalınlığı ve yoğunluğu artmakta, hücre sayısı azalmaktadır (Ryan et al., 1974). İn vivo ve in vitro çalışmalarda yaşlanma ile birlikte fibroblastlarda morfolojik ve fonksiyonel farklılıklar olduğu ve yaşlanma sürecine rağmen bağ dokusunda kollajen fazlalığı olduğu tespit edilmiştir (Dumas, Chaudagne, Bonté, & Meybeck, 1994; Irwin et al., 1994).

Çok sayıda epidemiyolojik çalışma, yaşın periodontal hastalık insidansını ve şiddetini arttırdığını göstermiştir (Fransson, 1996). Bununla birlikte, iyi ağız bakımı rejimlerine sahip yaşlı erişkinlerde periodontal hastalık insidansının düşük olduğu gösterilmiştir. Son yıllarda, yaşlanmanın periodontal doku yıkımı üzerindeki etkisinin yüksek olduğu varsayılırken, artık periodontal hastalığın fizyolojik yaşlanmaya bağlı olarak değil, farklı patolojik değişikliklere bağlı olarak ortaya çıktığı kabul edilmektedir (Vigild, 1988).

Yaşlı insanlar periodontal cerrahi için bir kontrendikasyon olarak kabul edilmez. Ancak yaşa bağlı sistemik hastalıklar ve ilaca bağlı komplikasyon-

lar periodontal tedavi planlarını etkilemektedir. Yaşlılarda periodontal tedavi sonrası başarılı plak kontrolü, periodontal sağlığı uzun yıllar koruyabilir (Al-Ghutaimel, Riba, Al-Kahtani, & Al-Duhaimi, 2014; Craft, 1987).

PERİODONTAL LİGAMENT

Diş kaybından sonra tüm fonksiyonel yüklerin karşılanması sonucunda periodontal ligamentin genişliğinin arttığı veya çiğneme kuvvetinin azaldığı ve fonksiyonun yetersiz hale geldiği, bunun sonucunda periodontal ligamentin genişliğinde azalma olduğu bildirilmiştir (Niver et al., 2011). Periodontal ligamentin yapı taşları alveolar kemik, sement ve periodontal ligamentin yapılandırılmasında görev alırlar (Somerman, Archer, Imm, & Foster, 1988). Periodontal ligamentte meydana gelen farklılıklar ilerleyen yaşla birlikte görülen bağ doku değişikliklerine paralel olarak daha az oranda ve irregüler yapıda fibroblast görülmesi ile karakteristiktir. Organik matriks yapımındaki azalış ve elastik lif miktarındaki artış ise periodontal ligamentte meydana gelen diğer farklılıklardır (Abiko, Shimizu, Yamaguchi, Suzuki, & Takiguchi, 1998). İlerleyen yaşla birlikte kaslarda meydana gelen fonksiyon kayıplarına bağlı olarak dişlere iletilen kuvvetin azalması ile periodontal ligament aralığında azalma, dişlerin zamanla kaybedilmesi sonrasında geride kalan dişlere iletilen okluzal kuvvetlerin artması sonucunda da periodontal ligament genişliğinde artış görülür (Huttner, Machado, De Oliveira, Antunes, & Hebling, 2009).

BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ

İlerleyen yaşa bağlı olarak bağışıklık sisteminde zayıflama görülür. Bunun sonucunda yaşlı bireylerde periodontal enfeksiyonlara duyarlılık artar. Yaşlanma hem doğuştan hem de sonradan kazanılan bağışıklık mekanizmasını olumsuz etkiler. Yaşlı bireylerde yoğunlukla görülen T lenfositlerin belleklerdeki azalma, hatalı humoral bağışıklığı etkileyen B lenfositlerdeki üretimin azalması kronik iltihabi durum olan “yaşlılık iltihaplanması” olarak adlandırılır. Sonuç olarak yaşlı kişiler, genç yetişkinlere nazaran viral ve bakteriyel enfeksiyonlara, ayrıca otoimmün rahatsızlıklara karşı daha hassastırlar (Franceschi et al., 2000).

EPİTEL VE BAĞ DOKU

Yaşlanmaya bağlı olarak gingival epitelde incelme, keratinizasyon miktarının azalması, epitelyal permeabilitede artış ve fonksiyonel travmaya karşı direncin azalması uzun dönemde periodontal problemleri ortaya çıkarmaktadır. Yaşla birlikte diş eti epitelinde retepegler silikleşir, portakal kabuğu görünümü ve hücre densitesi değişir. Hücre densitesi ve mitotik aktivitede ve destekleyici dokularda, interselüler madde artışı gözlenir (Feres, Teles, Teles, Figueiredo, & Faveri, 2016; Fransson, 1996; Ryan et al., 1974). İlerleyen yaşla diş eti bağ dokusunun kalınlığı ve yoğunluğu artar, hücre miktarı azalır

(Ryan et al., 1974). İn-vivo ve in-vitro çalışmalar da görülmüş ki, ilerleyen yaşla birlikte fibroblastlarda morfolojik ve fonksiyonel farklılıklar meydana gelmiş ve kollajen sentezinin azalmasına rağmen bağ dokuda yüksek oranda kollajen bulunmuş (Dumas et al., 1994; Irwin et al., 1994; Newman et al., 2019). Sentezlenen kollajenin, olgunlaşma hızının da arttığı bilinmektedir (Fransson, 1996; Gogly et al., 1997). Oral mukozanın bağ dokusunda görülen elastikiyet kaybı ve fibrozisin yaş ile beraber arttığı gözlenir. Yaşlanma diş etindeki hemostatik organizasyonu olumsuz yönde etkiler. Dişler üstünde devamlı olarak meydana gelen travma ataçman kaybına neden olur. Bununla beraber yaşlı fibroblast hücre proliferasyonu ve migrasyonu azalır (O'Connor et al., 2014). Bunun sonucunda yaşlanma ile diş etinin yeniden yapılanma kapasitesinde düşüş görülür (Curtis et al., 2021; Kim et al., 2021; Lim, Liu, Mah, Chen, & Helms, 2014).

SONUÇ

Yaşlanmayla birlikte tüm vücutta görülen fizyolojik değişikliklerin etkilerini ağızdaki periodontal dokularda da görmekteyiz. Oluşacak olan periodontal harabiyetleri ve sonucundaki diş kayıplarını minimuma indirmek için tedavi ve rutin diş hekimi kontrollerinin önemini vurgulamalıyız. Yaşlı hastalarda bulunan gingival ve dental sorunlar en kısa sürede çözülmeli, ağız kuruluşunu engellemek için gerekli önlemler alınmalıdır. Bazı sistemik hastalıkların sonucu olarak ortaya çıkan periodontal problemler ile karşılaştığımızda hastaları genel sağlık sorunları için ilgili hekimlere yönlendirmeliyiz. Diş hekimi ile koopere olan yaşlı bireyle, sağlıklı ve konforlu bir yaşam sürebilir.

KAYNAKÇA

- Abiko, Y., Shimizu, N., Yamaguchi, M., Suzuki, H., & Takiguchi, H. (1998). Effect of aging on functional changes of periodontal tissue cells. *Annals of Periodontology / the American Academy of Periodontology*, 3(1). doi:10.1902/annals.1998.3.1.350
- Al-Ghutaimel, H., Riba, H., Al-Kahtani, S., & Al-Duhaimi, S. (2014). Common periodontal diseases of children and adolescents. *International Journal of Dentistry*, 2014. doi:10.1155/2014/850674
- Anitha, N., Masthan, K. M. K., Malathi, L., Sangeetha Priya, P., & Aravindha Babu, N. (2019). Geriatric dentistry—a review. *Indian Journal of Public Health Research and Development*, 10(11). doi:10.5958/0976-5506.2019.04392.4
- Craft, M. (1987). Geriatric dentistry. A textbook of oral gerontology. *Journal of Dentistry*, 15(5). doi:10.1016/0300-5712(87)90112-6
- Curtis, D. A., Lin, G. H., Rajendran, Y., Gessese, T., Suryadevara, J., & Kapila, Y. L. (2021). Treatment planning considerations in the older adult with periodontal disease. *Periodontology 2000*. doi:10.1111/prd.12383
- Dumas, M., Chaudagne, C., Bonté, F., & Meybeck, A. (1994). In vitro biosynthesis of type I and III collagens by human dermal fibroblasts from donors of increasing age. *Mechanisms of Ageing and Development*, 73(3). doi:10.1016/0047-6374(94)90050-7
- Dziechciaż, M., & Filip, R. (2014). Biological psychological and social determinants of old age: Bio-psycho-social aspects of human aging. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 21(4). doi:10.5604/12321966.1129943
- Feres, M., Teles, F., Teles, R., Figueiredo, L. C., & Favari, M. (2016). The subgingival periodontal microbiota of the aging mouth. *Periodontology 2000*. doi:10.1111/prd.12136
- Franceschi, C., Bonafè, M., Valensin, S., Olivieri, F., De Luca, M., Ottaviani, E., & De Benedictis, G. (2000). *Inflamm-aging. An evolutionary perspective on immunosenescence*. In *Annals of the New York Academy of Sciences* (Vol. 908). doi:10.1111/j.1749-6632.2000.tb06651.x
- Fransson, C. (1996). The effect of age on the development of gingivitis Clinical, microbiological and histological findings. *Journal of Clinical Periodontology*, 23(4). doi:10.1111/j.1600-051X.1996.tb00561.x
- Gershen, J. A. (1991). Geriatric dentistry and prevention: research and public policy. *Advances in Dental Research*. doi:10.1177/08959374910050011101
- Gogly, B., Godeau, G., Gilbert, S., Legrand, J. M., Kut, C., Pellat, B., & Goldberg, M. (1997). Morphometric analysis of collagen and elastic fibers in normal skin and gingiva in relation to age. *Clinical Oral Investigations*, 1(3). doi:10.1007/s007840050026

- Guggenheimer, J., & Moore, P. A. (2003). Xerostomia: Etiology, recognition and treatment. *Journal of the American Dental Association*, 134(1). doi:10.14219/jada.archive.2003.0018
- Hiltunen, K., Peltola, J. S., Vehkalahti, M. M., Närhi, T., & Ainamo, A. (2003). A 5-Year Follow-up of Signs and Symptoms of TMD and Radiographic Findings in the Elderly. *International Journal of Prosthodontics*, 16(6).
- Holm-Pedersen, P., Agerbæk, N., & Theilade, E. (1975). Experimental gingivitis in young and elderly individuals. *Journal of Clinical Periodontology*, 2(1). doi:10.1111/j.1600-051X.1975.tb01722.x
- Huttner, E. A., Machado, D. C., De Oliveira, R. B., Antunes, A. G. F., & Hebling, E. (2009). Effects of human aging on periodontal tissues. *Special Care in Dentistry*, 29(4). doi:10.1111/j.1754-4505.2009.00082.x
- Irwin, C. R., Picardo, M., Ellis, I., Sloan, P., Grey, A. M., McGurk, M., & Schor, S. L. (1994). Inter- and intra-site heterogeneity in the expression of fetal-like phenotypic characteristics by gingival fibroblasts: Potential significance for wound healing. *Journal of Cell Science*, 107(5). doi:10.1242/jcs.107.5.1333
- Jiang, N., Guo, W., Chen, M., Zheng, Y., Zhou, J., Kim, S. G., ... Mao, J. J. (2015). Periodontal Ligament and Alveolar Bone in Health and Adaptation: Tooth Movement. *Frontiers of Oral Biology*, 18. doi:10.1159/000351894
- Kim, Y. G., Lee, S. M., Bae, S., Park, T., Kim, H., Jang, Y., ... Kim, D. Y. (2021). Effect of aging on homeostasis in the soft tissue of the periodontium: A narrative review. *Journal of Personalized Medicine*. doi:10.3390/jpm11010058
- Lamster, I. B., Asadourian, L., Del Carmen, T., & Friedman, P. K. (2016). The aging mouth: differentiating normal aging from disease. *Periodontology 2000*. doi:10.1111/prd.12131
- Lee, S. B., Oh, J. H., Park, J. H., Choi, S. P., & Wee, J. H. (2018). Differences in youngest-old, middle-old, and oldest-old patients who visit the emergency department. *Clinical and Experimental Emergency Medicine*, 5(4). doi:10.15441/ceem.17.261
- Lim, W. H. ee, Liu, B., Mah, S. J., Chen, S., & Helms, J. A. (2014). The molecular and cellular effects of ageing on the periodontal ligament. *Journal of Clinical Periodontology*, 41(10). doi:10.1111/jcpe.12277
- Lopes, F. F., Loureiro, F. H. F., Pereira, A. D. F. V., Pereira, A. L. D. A., & Alves, C. M. C. (2008). Associação entre osteoporose e doença periodontal em mulheres na pós-menopausa. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetricia*, 30(8). doi:10.1590/S0100-72032008000800002
- Newman, M., Takei, H., Klokkevoold, P., & Carranza, F. (2019). Newman dan Carranza's Clinical Periodontology 13th Edition. *Saunders*.
- Niver, E. L., Leong, N., Greene, J., Curtis, D., Ryder, M. I., & Ho, S. P. (2011). Reduced functional loads alter the physical characteristics of the bone-periodontal ligament-cementum complex. *Journal of Periodontal Research*, 46(6). doi:10.1111/

j.1600-0765.2011.01396.x

- O'Connor, J. E., Herrera, G., Martínez-Romero, A., de Oyanguren, F. S., Díaz, L., Gomes, A., ... Callaghan, R. C. (2014). Systems Biology and immune aging. *Immunology Letters*, 162(1). doi:10.1016/j.imlet.2014.09.009
- Palmqvist, S., & Sjödin, B. (1987). Alveolar bone levels in a geriatric Swedish population. *Journal of Clinical Periodontology*, 14(2). doi:10.1111/j.1600-051X.1987.tb00950.x
- Pockpa, Z. A. D., Struillou, X., Kone, D., Mobio, G. S., Soueidan, A., & Badran, Z. (2019). Periodontal Diseases and Age-Related Macular Degeneration: Is There a Link? A Review. *The Permanente Journal*. doi:10.7812/TPP/18.260
- Pushpass, R. A. G., Pellicciotta, N., Kelly, C., Proctor, G., & Carpenter, G. H. (2019). Reduced salivary mucin binding and glycosylation in older adults influences taste in an in vitro cell model. *Nutrients*, 11(10). doi:10.3390/nu11102280
- Raisz, L. G., Wiita, B., Artis, A., Bowen, A., Schwartz, S., Trahiotis, M., ... Smith, J. (1996). Comparison of the effects of estrogen alone and estrogen plus androgen on biochemical markers of bone formation and resorption in postmenopausal women. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 81(1). doi:10.1210/jcem.81.1.8550780
- Ryan, E. J., Toto, P. D., & Gargiulo, A. W. (1974). Aging in Human Attached Gingival Epithelium. *Journal of Dental Research*, 53(1). doi:10.1177/00220345740530013501
- Somerman, M. J., Archer, S. Y., Imm, G. R., & Foster, R. A. (1988). A Comparative Study of Human Periodontal Ligament Cells and Gingival Fibroblasts in vitro. *Journal of Dental Research*, 67(1). doi:10.1177/00220345880670011301
- Turner, M. D., & Ship, J. A. (2007). Dry mouth and its effects on the oral health of elderly people. *Journal of the American Dental Association*. doi:10.14219/jada.archive.2007.0358
- Vigild. (1988). Oral hygiene and periodontal conditions among 201 dentate institutionalized elderly. *Gerodontology*, 4(3).

Bölüm 8

OZON TEDAVİSİNİN DİŞHEKİMLİĞİNDE KULLANIMI

Zeynep BAYRAMOĞLU¹



¹ Dr. Öğretim Üyesi, Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi A.D, zeynep0569@hotmail.com

Giriş

Atmosferde bulunan ozon, oksijenin renksiz bir gaz halidir. Oksijen elementi iki allotropik formda bulunur. En yaygın iki atomlu oksijene (O₂) ek olarak, iki özdeş oksijen-oksijen bağıyla birleştirilmiş üç atomdan oluşan bir triatomik varyant (O₃, ozon) vardır. Üç oksijen atomunun bir kombinasyonu üzerinde ultraviyole (UV) ışınlarına maruz kalması sonucu oluşur. Ayrıca yıldırım deşarjlarının etkisiyle oluşur ve zararlı UV ışınlarını emme kapasitesine sahiptir (Deepthi ve Bilinchodmath, 2020; Vinutha ve Lakshmanan, 2014). Moleküler ağırlığı 47,98 g/mol'dür. Ozon termodinamik olarak oldukça kararsızdır ve sıcaklık ve basınca bağlı olarak tekrar saf oksijene ayrılır. Oksijenden 1,6 kat daha yoğun ve 10 kat daha fazla suda çözünür. 20 °C'de yarılanma ömrü 40 dakikadır yani depolanamaz. Ozon -111.9 °C'nin altındaki sıcaklıklarda sıvılaşır ve -192.7 °C'de katılaşır (Barczyk vd, 2023; Saini, 2011; Nogales vd, 2008). Çok düşük sıcaklıkta, soluk mavi bir gaz olan ozon koyu mavi bir sıvıya yoğunlaşacaktır. Kararsızdır ve oksijen oluşturmak için yeni oluşan oksijeni hızla verir. Bu nedenle, güçlü bir oksitleyici olan ozon, insan tıbbında bakteri ve mantarları öldürmek ve virüsleri etkisiz hale getirmek için rutin olarak kullanılır. Ozonun kendiliğinden parçalanmasıyla ağığa çıkan oksijen, su molekülleriyle birleşerek daha güçlü bir oksitleyici olan hidrosil grubunu oluşturur (Deepthi ve Bilinchodmath, 2020; Vinutha ve Lakshmanan, 2014).

1785'te bir bilim adamı olan Van Marum, elektrostatik makinesinin yanındaki havanın elektrik kıvılcımları geçtiğinde karakteristik bir koku aldığını fark etti. "Ozon", 1840 yılında Basel Üniversitesinde Profesör Christian Friedrich Schonbein tarafından adlandırılmıştır. Yunanca koku veren anlamına gelen "Ozein" kelimesinden türemiştir (Naik vd, 2016; Liaqat vd, 2022). O zamandan beri, ozon 100 yılı aşkın bir süredir diş hekimliğinin çeşitli yönlerinde denenmektedir ve ilk kez 1856'da ameliyathaneleri dezenfekte etmek için kullanılmıştır. 1870'te ozon, kanı arıtmak için kullanıldı. 1930'larda diş hekimi Edward Fisch, diş ameliyatlarında yaraları dezenfekte etmek ve iyileştirmek için ozon tedavisini büyük bir başarıyla kullandı (Suh vd, 2019; Srikanth, Sathish ve Harsha, 2013) Ozon, uzun bir geçmişe sahip terapötik kullanımlara ve araştırmalara sahiptir. Ozon tedavisi, dünya çapında yirmi ülkede yaklaşık 130 yıldır kullanılmaktadır. İlk olarak 1880'de Amerika Birleşik Devletleri'nde alternatif tıp olarak onaylandı. Birinci Dünya Savaşı sırasında, travma sonrası ülserasyon, enfekte yaralar, kimyasal savaş yanıkları ve fistüller, Alman askerleri ozon gazı ile tedavi edildi (Liaqat vd, 2022; Das S, 2011).

Hücre zarında çoklu doymamış yağ asitleri, fosfolipidler ve metiyonin, sistein ve histidin içeren proteinler ile reaksiyona girerek bakteri hücre duvarlarını bozar. Hücre zarının değiştirilmesi, enzim sistemini bozar ve bloke ederek ikincil DNA hasarına ve nihayetinde bakteri hücresi ölümüne yol açar.

Ayrıca dokulara salınan ATP miktarını arttırır, NADH miktarını azaltır ve sitokrom C'yi okside ederek doku oksijenlenmesini ve besin tedarikini iyileştirir (Barczyk vd, 2023; Elvis ve Ekta,2011; Aydoğan ve Artis, 2012; Borrelli vd, 2015)

Ozonun özelliklerini tıbbi amaçlarla kullanmak için, depolanamayacağı göz önüne alındığında, saf oksijeni 5 ila 13 mV'luk yüksek voltaj gradyanından geçiren bir ozon jeneratörü kullanılarak üretilir. Nihai ürün %95 oksijen ve %5 ozon içeren bir gaz karışımıdır (Suh vd, 2019, Barczyk vd, 2023). Karışımda hava varsa, toksik nitrojen dioksit oluşumuna neden olabilir. Jeneratör, doğru bir fotometreye sahip olmalı ve karışımdaki ozon konsantrasyonlarını doğru bir şekilde hesaplamalıdır. Yanlış veya daha büyük miktarlarda kullanılırsa, ozon toksik olabilir ve pulmoner komplikasyonlara neden olabilir. Çoklu doymamış yağ asitlerinin peroksidasyonu sırasında proteinlerin, tiyollerin ve aminlerin oksidasyonu vücutta ciddi hasarlara neden olabilir (Oldoini vd, 2020).

Genel olarak tıbbi uygulamalarda oksijen-ozon karışımı 25-75 mg/mL konsantrasyonlarda kullanılır. 20-30 mg/mL'de ozon, bir bağışıklık uyarıcı etkiye sahiptir; 40-45 mg/mL'de doku oksijenlenmesini iyileştirir ve 60-75 mg/mL'de bakterisidal özelliklere ulaşır (Suh vd, 2019; Louw vd, 2011; Apkarian, Baliki ve Geha, 2009). Düşük dozlarda, bu güçlü oksitleyici ajan endojen antioksidan aktiviteyi ve interlökinler ile lökotrienlerin üretimini uyarak enflamasyonu ve ağrıyı hafifletir. Ozonun bakterisidal, virüsidal ve fungisidal etkileri cerrahi, dermatoloji, kozmetoloji ve diş hekimliği gibi alanlarda enfeksiyonları tedavi etmek için kullanılır ve kontrollü uygulaması güvenli tedavi sağlar (Suh vd, 2019; Nogales vd, 2008; Devon ve Rubin, 2007).

Ozonun genel tıpta kullanımına örnek olarak, dünya nüfusunun %80'ini etkileyen bir durum olan sırt ağrısının tedavisi verilebilir (Braidı vd,2018; Bocci ve Pogni,2001; Legier,2005). Zürih'teki Dr. A. Balkany'nin, az miktarda ozon enjekte ederek tendinit ve miyofasiyal ağrıdan kaynaklanan ağrıları olan hastaları tedavi eden ilk kişi olduğuna inanılmaktadır (Hidalgo vd,2022; Ma ve Yao, 2022; Sagai ve Bocci,2011) Daha sonra, diğer terapistler tarafından ozon, akut ve kronik poliartrit, eklem hastalıkları ve Morton nöromasını tedavi etmek için 5-10 mL'lik bir ozon-oksijen karışımının (5 ila 15 arasında değişen ozon konsantrasyonu ile) eklem içi veya periartiküler uygulamasıyla kullanılmıştır (Bocci vd,2015; Steppan vd,2010;Hidalgo ve Torres,2013)

Ozon ayrıca, daha gelişmiş ülkelerde artan bir morbidite ve mortalite nedeni olan karaciğer sirozunun yanı sıra yaşa bağlı makula dejenerasyonunu (AMD) tedavi etmek için de uygulanmıştır (Tsochatzis,Bosch ve Burroughs,2014). Nüfus yaşlanma eğilimleri göz önüne alındığında, AMD önemli bir sorundur. Araştırmalar, ozon tedavisinin, hastaların görme keskinliğini ve iyilik halini iyileştirirken hastalığın ilerlemesini durdurabileceğini göster-

miştir. Ayrıca, araştırma bulguları ozon tedavisinin güvenli olduğunu göstermektedir (Bocci,2013; Bocci ve Diadori,2003; Borrelli vd,2012; Bocci, 2006). Borrelli ve Bocci makalelerinde, ozon tedavisinin iskemik ve nörotoksik hasara karşı bir dizi savunma mekanizmasını aktive edebileceğini ve böylece fotoreseptör ölümünü önleyebileceğini öne sürmüşlerdir (Bocci,2006).

Ozon tedavisi akciğer hastalıklarında da kullanılmaktadır. Leroy ve ark. (Leroy vd,2015; Smith vd,2017; Bocci 2007; De Sire vd, 2021) özel bir odada dört saat boyunca temiz hava (0 ppb), düşük (100 ppb) ve yüksek (200 ppb) ortam ozon konsantrasyonlarına maruz kalan astımı olan ve olmayan on dokuz kişiyi incelemişlerdir. 20 saat sonra deneklere bronkoalveoler lavaj ile bronkoskopi uygulamışlardır. Çalışmanın sonuçları, alveoler parankimin, ozona maruz kalmaya, immünoaktivasyonda yer alan genleri aktive ederek yanıt verdiğini göstermektedir.

Ozon kullanımını cilt hastalıklarının tedavisinde de güvenli kabul edilmektedir. Ozon, çoklu doymamış yağ asitleri ve stratum corneum'un suyu ile hızlı reaksiyona girdiği için kutanöz dokulara düşük penetrasyon potansiyeline sahiptir. Bu, reaktif oksijen türleri ve lipo-oligopeptitlerin (LOP) oluşumuna yol açar, bunlar da cilt antioksidanları tarafından kolayca temizlenir veya kısmen venöz ve lenfatik kılcal damarlar tarafından emilir (Smith vd 2017; Bocci,2007; De Sire vd 2021; Bocci 2005). Ozonlanmış yağ, cilt hastalıklarında ozon tedavisinin bir şeklidir. Topikal olarak uygulanan yağ, yaraların, ülserlerin, yanıkların, selülitlerin, apselerin, fistüllerin, diş eti iltihabının ve vajinitin yanı sıra herpetik ve anaerobik enfeksiyonların tedavisinde kullanılır (Zukowski, Maciejczyk ve Waszkiel,2018; Di Mauro vd, 2019; Brusselle ve Koppelman 2022; Tonnel,Gosset ve Tillie-Leblond 2001). Kim ve ark. ozonlanmış yağın PDGF, TGF-B1 ve VEGF ekspresyonunu artırarak kutanöz yara iyileşmesini hızlandırdığını ileri sürmüştür (Kim vd 2009). Diğer çalışmalar, ozona maruz kalmanın, enflamatuar yanıt düzenlemesinde ve yara iyileşme mekanizmalarında anahtar rol oynayan transkripsiyon faktörü NF-κB'nin aktivasyonu ile ilişkili olduğunu rapor etmişlerdir (Hidalgo-Tallon ve Torres 2013; Tsochatzis,Bosch ve Burroughs 2014; Al-Dalain vd 2001; Uruno, Yagishita ve Yamamoto 2015; Lim 2014; Janic vd 2005).

Dişhekimliğinde ozon terapisi

Yıllardır tıp alanında başarıyla uygulanan ozon terapisi, dişhekimliğinin birçok dalında uygulanmaya başlamıştır. Dental tedavi ve estetik işlemlerin yanı sıra dental ünitelerin ve ofislerin dezenfeksiyonunda kullanılmaktadır (Reddy vd,2013; Seydanur vd 2019). Ozonun, ofis dezenfeksiyonunda kullanılan antimikrobiyal kimyasallara alternatif olduğu kanıtlanmıştır. Ozonun sulu fazı, kanserojen potansiyelinin olmaması, hızlı antimikrobiyal etkileri, kullanım kolaylığı ve diş hekimliği ve tıbbi cihazlar için yıkama solüsyonu olarak kullanıma uygunluğu gibi birçok özelliğe sahiptir. Sulu ozon çok az

toksositeye sahiptir ve diğer dezenfektanlarla karşılaştırıldığında biyolojik olarak çok uyumludur. Teorik olarak bu, ozon ve oksijenin bir kombinasyonunu küçük kabarcıklar halinde içinden geçirerek suyun harici olarak zenginleştirilmesini içerir. Ozonlanmış su, soğutma ve durulama ortamı olarak kullanılmak üzere muhafaza edildiği diş ünitesine gönderilir (Filippi 2002; Liaquat vd 2022).

Konservatif ve koruyucu diş hekimliği, pedodonti, periodontoloji, protez, ortodonti ve oral cerrahi ve implantoloji dallarında ozon terapileri uygulanmaktadır. Ayrıca temporomandibular eklem (TMJ) tedavisi, ağrı kontrolü, enfeksiyon kontrolü, doku yenileme, ağız kokusu, diş beyazlatma ve diş hassasiyetinde de uygulama alanları vardır (Liaquat S vd, 2022; Al-Omiri vd 2016; Domb 2014; Naik vd 2016; Onder vd 2017; Isler vd 2018; Batinjan vd 2014) (Tablo 1)

Tablo 1. Dişhekimliğinde ozon uygulamaları

DİŞHEKİMLİĞİNDE OZON UYGULAMALARI	
AĞIZ İÇİ	AĞIZ DIŞI
<ul style="list-style-type: none"> • Konservatif ve koruyucu diş hekimliği • Pedodonti • Endodonti • Periodontoloji • Protez • Ortodonti • Oral cerrahi ve implantoloji • Temporomandibular eklem (TMJ) tedavisi • Ağrı kontrolü • Enfeksiyon kontrolü • Doku yenileme • Ağız kokusu • Diş beyazlatma • Diş hassasiyeti 	<ul style="list-style-type: none"> • HSV 1 enfeksiyonu • Herpes labialis • Oral kandida • Seboreik dermatit

Konservatif diş hekimliğinde ozonun rolü

Diş çürükleri; çocuklar ve yetişkinlerde dişlere zarar verebilen bakterilerin neden olduğu kronik multifaktöriyel bir hastalıktır. Diş çürüğünü tedavi etmek ve önlemek, restoratif diş hekimliğinin görevidir ve bu alanda ozon da bir tedavi ve önleme yöntemi olarak kabul edilmiştir (Barczyk vd 2023).

Ozon güçlü bir oksidant ve bakterisidal olması sebebiyle primer kök çürükleri, okluzal çürükler ve dentin hassasiyetinden kullanılmaktadır. Ozonun bazı bakteri gruplarına karşı toksik bir etkiye sahip olduğu gösterilmiştir ve bu, çürük bir lezyona verilen ozonun bakteri sayısını azaltmak için kullanılabilceği umudunu doğurmuştur (Rickard vd 2004). Bakteriye biyofilmin kontrolü, konservatif diş hekimliğinin temel hedeflerinden biridir. M. Nagayoshi tarafından yürütölen çalışma, ozonun bakteri plağı üzerindeki etkisini göstermiştir. Numuneyi ozonlu suya maruz bıraktıktan sonra, diş çürüğüne ana patojeni olan *S. mutans* da dahil olmak üzere bakteri sayısında önemli bir azalma olmuştur. Sonuçlar, ozonlanmış suyun diş plağında bulunan oral enfeksiyöz mikroorganizmaların kontrolünde faydalı olabileceğini düşündürmektedir (Nagayoshi vd 2004; Rumbaugh ve Sauer 2020).

Modern diş hekimliğinde, ozon kullanımı, çürük kökenli kaviteleer için bir tedavi yöntemi olarak test edilmiştir. Aylin Baysan ve Edward Lynch 2004'te yaptıkları çalışmada kök çürük lezyonlarına ozon uyguladılar. Çalışma, çürük lezyonundaki bakteri sayısında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gösterdi ve hastalık sürecinde, daha fazla ilerlemenin durduğu sonucuna varmayı mümkün kılan bir aşamaya geçişe yol açtı (Baysan ve Lynch, 2004). Pulpaya ulaşan derin çürüklü semptomatik lezyonlarda, çürüğün kısmen uzaklaştırılmasından sonra restorasyondan 20 saniye önce ozon uygulaması ağrının azalmasına ve endodontik tedavi şansının azalmasına neden olacağını belirtmişlerdir (Al-Omiri vd, 2021). Ozon, florür gibi diğer desensitize edici ajanların bir kombinasyonu ile birlikte, dentin aşırı duyarlılığında kullanılmaktadır (Abdelaziz, Mosallam ve Yousry, 2011). Ozonun remineralizasyon etkisi üzerine yapılan bir çalışma, ozonun mine lezyonlarını remineralize etme potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymuştur (Grocholewicz vd, 2020). Ozon uygulaması ile ilgili yapılan başka bir çalışma asitleme öncesi ozon uygulamasının kompozit rezin ile dentin arasındaki mikro gerilme dayanımında azalmaya yol açtığını göstermiştir (Rodrigues vd, 2011)

Ortodontide ozonun rolü

Ortodontik tedavi boyunca oluşun ağrıyı hafifletmek için kullanılmaktadır. Ozon, hücresele oksijenasyon ve kan akışı aktivasyonunda önemli bir role sahiptir. Eritrosit hücre zarı, yağ asidi peroksidasyon reaksiyonunun bir sonucu olarak daha elastik hale gelir. Bunun sonucunda hücreler kılcal damarlardan daha kolay geçer ve bu da dokuyu önemli ölçüde iyileştirir (Matys vd; 2020)

Ozon gazı, ortodonti alanında çürük önleyici etkisinin yanı sıra literatürde ortodontik braketlerin diş minesine olan kesme bağ kuvveti üzerindeki etkisi nedeniyle de incelenmiştir (Dhingra ve Vandana 2011).

Protetik diş hekimliğinde ozonun rolü

Protetik diş hekimliği alanında yapılan bir araştırma, plak önleyici aktiviteye sahip ozonize suyun diş hekimliği ekipmanlarının ve çıkarılabilir takma dişlerin dezenfekte edilmesinde yararlı olabileceğini bulmuştur. Hareketli bölümlü protez alaşımlarının yüzeyi, kalitelerine zarar vermeden ozonla temizlenebilir. Asitle elektrolize edilmiş su, güçlü sterilize edici etkilere sahiptir. Ayrıca periodontal ceplerin ve çeşitli diş aparatlarının temizliğinde de kullanılabilir (Küçük, Yıldırım ve Çetiner 2021).

Pedodontide ozonun rolü

Ozon pediatrik diş hekimliğinde derin çürüklerdeki kaviteyi dezenfekte etmek için kullanılır. Yumuşak, demineralize ve enfekte dentin temizlendikten sonra, ozon demineralize edici maddelerle birlikte kaviteye uygulanabilir, bu da geri dönüşümsüz pulpa hasarını önlemeye yardımcı olur (Gaines ve Serota, 2005).

Periodontolojide ozonun rolü

Ozon, periodontitis patogenezinde rol oynayan anaerobik bakteriler dahil olmak üzere antimikrobiyal özelliklere sahiptir. Hemostazı teşvik eder ve büyüme faktörlerinin ve antioksidan enzimlerin salınımını uyarır (Eick, Tigan ve Sculean, 2012; Dai vd, 2019; Almaz ve Sönmez, 2015; Ozdemir vd, 2013). E. Dengizek ve meslektaşları, periodontal hastalığın tedavisinde diş taşı temizliği ve kök düzeltme (SRP) prosedürleri sırasında ozonun klinik etkilerini incelemiştir. Kronik periodontitisli 40 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada deney grubuna SRP tedavisi ve ozon, kontrol grubuna ise plasebo ile SPR tedavisi uygulamışlardır. Periodontal index, gingival index ve klinik ataşman seviyeleri dahil olmak üzere bir dizi parametre değerlendirilmiştir. Tedaviyi takiben, yukarıda belirtilen parametrelerin tümünde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Dengizek vd, 2019). Bu konuda daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Ozon diş hassasiyetlerinde de kullanılmaktadır. Araştırma bulgularına göre ozon dentin tübüllerini açma özelliğine sahiptir. Ozon gazı, tübüller açıldıktan sonra kalsiyum ve fosfat iyonlarının difüzyonunu sağladığından, bu özellik dental hassasiyetlerin tedavisinde kullanılır. Florür ve çinko iyonlarının yanı sıra bu iyonların penetrasyonu da bakterilerin dentin tübüllerinden elimine edilmesiyle kolaylaşmış olur (Maiya 2011; Malik, Kaura ve Kakria, 2020; Maiorana vd, 2013).

Diş beyazlatmada ozonun rolü

Ozonun oksitleyici özellikleri, araştırmacılara onu lekeli dişler için alternatif bir ağartma maddesi olarak kullanma konusunda ilham vermiştir. Tesier ve arkadaşları, tetrasiklin ile boyanmış sıçan kesici dişlerinin sararması-

nın minimum 3-4 dakika ozon uygulandıktan sonra azaldığını göstermiştir (Suh vd,2019; Naik vd 2016). Bununla birlikte, daha yeni çalışmalar, sıçan ve insan dişlerinin boyutu ve kimyasal bileşimi, pigmentasyonu ve uygulama tekniğindeki farklılıklar nedeniyle, yukarıdaki çalışmanın ozonun bu lekerleri çıkarmadaki etkinliği için yeterli kanıt olarak görülmemesi gerektiğine işaret etmektedir (Brusselle ve Koppelman 2022).

Hidrojen peroksit ile bir karşılaştırmada, ozonun daha etkili bir ağartma maddesi olduğu gösterilmemiştir, bunun nedeni hidrojen peroksit tarafından üretilen pH düşürücü hidroksil radikalleri olabilir (Suh vd 2019; Naik vd 2016; Zanjani vd 2015)[6,44,61,64]. Bununla birlikte, ozonun ağartma üzerindeki sinerjistik etkisi ile hidrojen peroksitin eş zamanlı kullanımı tartışmalıdır. Naik ve arkadaşlarının çalışmasında bu etki gsterilememişken, Al-Omiri ve arkadaşlarının yaptığı başka bir çalışmada ise %38'lik hidrojen peroksitin ozonla birlikte kullanılmasının daha iyi bir ağartma etkisi sağladığı gösterilmiştir (Naik vd 2016; Al-Omiri vd 2018).

Oral cerrahi ve implantolojide ozonun rolü

Ozon tedavisi, yara iyileşmesini ve hasarlı dokuların rejenerasyonunu uyarmak için oral cerrahide uygulanmıştır (Nogales vd 2008; Suh vd 2019; Oldoini vd, 2020; Batinjan vd,2014). İmplantolojide, implantasyondan önce implantı dekontamine etmek için ozon kullanılmıştır. Ozonun olumlu etkileri, dem, granülasyon dokusu, alveolit ve osteonekroz gibi postoperatif komplikasyonların önlenmesinde de bildirilmiştir (Isler vd,2018; Batinjan vd,2014). Daha da önemlisi, ozon tedavisi ile hastalar, analjezi için opioid kullanımının rahatlatma sağlamadığı durumlarda bile daha az postoperatif ağrı bildirmiştir (Oldoini vd, 2020).

Batinjan ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, osteoradyonekroz riski yüksek hastalarda seri çekim sonrası yara iyileşmesinde ozonun pozitif etkilerini bildirmişlerdir (Batinjan vd,2014). Hastaların komplikasyonsuz ve osteoradyonekroz semptomları olmadan bir iyileşme dönemi geçirdiklerini gözlemlemişlerdir.

Ozonun diş çekimi sonrası doku davranışı ve ameliyat sonrası ağrının şiddeti üzerindeki etkisi Ahmedi ve ark. tarafından değerlendirilmiştir (Ahmedi vd,2016). Çalışmada, mandibular cnc molar dişlerinin cerrahi çekiminden sonra alveolit insidansını değerlendirmişler ve ozon kullanılan çalışma grubunda alveolit insidansının kontrol grubuna göre 5 kat daha az (%3,33 ve %16,67) görüldüğünü bildirmişlerdir. Çalışma grubunda Prozone cihazı kullanılarak çekim bölgesine 12 saniye ozonla muamele edilirken, kontrol grubuna salin solüsyonu verilmiştir. Araştırmacılar, tedavinin sonuçlarını analiz ettikten sonra, O3 kullanımının alveolit insidansını azaltabileceği ve tedavi sonrası iyileşme süresini kısaltabileceği sonucuna varmıştır. Bu ve diğer benzer çalışmalar sonucu, özellikle çekimden sonra alveolit gelişme riski

olan hastalara ozon önerilmektedir (Ahmedi vd,2016; Boch vd,2016; Loncar vd 2009; Moezizaden 2013).

İşler ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada ozonun iyileşmeyi hızlandırdığını ve önemli komplikasyonları azalttığı bildirilmiştir (Isler vd,2018). Çalışmada orta ile ilerlemiş peri-implantitisli 41 hastada cerrahi rejeneratif tedavi sırasında implant yüzeylerinin dekontaminasyonu için ozon gazı tedavisini kullanmışlardır. 12 aylık takip sonunda ozon grubunda, gingival cebinin sondalama derinliği ve gingival klinik ataşman düzeyi açısından anlamlı derecede üstün sonuçlar gözlemlemişlerdir. Ayrıca ozon grubunda röntgende önemli ölçüde daha iyi osteoentegrasyon fark ettiler. Bu çalışma sonucunda, peri-implantitisin cerrahi rejeneratif tedavisinde ozon tedavisi ile implant yüzey dekontaminasyonunun klinik ve radyolojik olarak kontrol grubuna kıyasla daha iyi sonuçlar gösterdiği rapor edilmiştir (Isler vd,2018).

Barczyk ve arkadaşları, kronik tekrarlayan aftöz ülserlerin tedavisinde iki dakikalık üç seans ozon uygulaması ve ayrıca herpes simpleks virüs tedavisinde üç seans ozon tedavisi uygulamışlar. Ve çok iyi sonuçlar elde ettiklerini rapor etmişlerdir (Barczyk vd, 2023).

Temporomandibular eklem hastalıklarında ozonun rolü

Temporomandibular eklem (TME), mandibulayı kafatasının temporal kemiğine bağlayan menteşe tipi bir eklemdir. Bu eklem içindeki patolojiler, farklı etiyojilere sahip geniş bir hastalık grubunu içerir. TME bölgesindeki bozuklukların en yaygın semptomları, yaşam kalitesini etkileyen ağrı ve sınırlı hareketi içerir (Barczyk vd 2023; Meghan vd 2013; Valesan vd 2021; Goncalves vd 2010). Daif, rastgele atanan iki grupta TME bozukluklarında ozon tedavisinin etkinliği üzerine bir çalışma yürütmüştür. Bir grup üst eklem aralığına ozon enjeksiyonu ile tedavi edilirken, diğer grup steroid olmayan anti-inflamatuar ilaçlar ile tedavi edilmiştir. Çalışma, ozon enjeksiyonunun, hastaların %87'sinde ya tamamen iyileşmeye ya da temporomandibular eklem iç düzensizliğinin önemli ölçüde iyileşmesine katkıda bulunduğunu rapor etmişlerdir (Daif 2012)

Sonuç

Son yıllarda ozon tedavisinin çokça araştırmaya konu olması, ozon tedavisinin bazı dental tedavilerde uygulanmasını mümkün kılmakta ve ozon tedavisinin kullanımını objektif bulgularla desteklemektedir. Ozon tedavisinin güvenliğini ve olumlu sonuçlarını gösteren bir dizi kanıtla rağmen, birçok klinisyen ozon kullanımını hala alternatif, ek ve bazen belirsiz bir modalite olarak ele almaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar ve bulguları, ozonun önemli tıbbi potansiyeline dair kanıtlar sağlamakta ve yalnızca yeni uygulamalar bulmayı değil, aynı zamanda hali hazırda bilinenleri yeniden doğrulamayı ve doğrulamayı amaçlayan daha fazla araştırmayı teşvik etmekte-

dir. Ozon tedavisi esas olarak birincil klinik veya farmakolojik tedaviye ek olarak kullanılır. Bazı oral mukozal hastalık vakalarında da birincil tedavi olarak etkili olduğu kanıtlanmıştır. Literatür taraması sırasında diş hekimliğinde ozon tedavisinin devam eden bir araştırma konusu olduğu görölmüştür. Mevcut alışmalar ile ozon tedavisinin diş hekimliğinde çok geniş bir kullanım ağına sahip olduğu söylenebilir. Ancak daha kapsamlı ve daha çok bilimsel araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKÇA

1. Ahmed, J.; Ahmed, E.; Sejfić, O.; Agani, Z.; Hamiti, V. (2016) Efficiency of gaseous ozone in reducing the development of dry socket following surgical third molar extraction. *Eur. J. Dent.* 10, 381–385.
2. Al-Dalain, S.M.; Martinez, G.; Candelario-Jalil, E.; Menendez, S.; Re, L.; Giuliani, A.; Leon, O.S. (2001) Ozone treatment reduces markers of oxidative and endothelial damage in an experimental diabetes model in rats. *Pharm. Res.* 44, 391–396
3. AL-Omiri, K.; Al Nazeħ, A.; Kİelbassa, A.; Lynch, E. (2018) Randomized controlled clinical trial on bleaching sensitivity and whitening efficacy of hydrogen peroxide versus combinations of hydrogen peroxide and ozone. *Sci. Rep.* 8, 2407
4. Al-Omiri, M. K., N. M. Alqahtani, N. M. Alahmari, R. A. Hassan, A. A. Al Nazeħ, and E. Lynch. (2021). "Treatment of Symptomatic, Deep, Almost Cariously Exposed Lesions Using Ozone." *Scientific Reports* 11 (1): 11166. doi:10.1038/s41598-021-90824-0.
5. Al-Omiri, M. K., R. S. Abul Hassan, B. K. AlZarea, and E. Lynch. (2016). "Improved Tooth Bleaching Combining Ozone and Hydrogen peroxide—A Blinded Study." *Journal of Dentistry* 46:30–35. doi: 10.1016/j.jdent.2016.01.010
6. Almaz, M.E.; Sönmez, İ.S. (2015) Ozone therapy in the management and prevention of caries. *J. Formos. Med. Assoc.* 114, 3–11.
7. Apkarian, A.V.; Baliki, M.N.; Geha, P.Y.(2009) Towards a theory of chronic pain. *Prog. Neurobiol.* 87, 81–97
8. Aydoğan, S.; Artis, A.S.(2012) How Ozone Treatment Affects Erythrocytes. In *Haemodynamics-New Diagnostic and Therapeutic Approaches*; Artis, A.S., Ed.; In Tech: Rijeka, Croatia. pp. 69–84.
9. Barczyk, I.; Masłyk, D.; Walczuk, N.; Kijak, K.; Skomro, P.; Gronwald, H.; Pawlak, M.; Rusińska, A.; Sadowska, N.; Gronwald, B.; et al.(2023) Potential Clinical Applications of Ozone Therapy in Dental Specialties—A Literature Review, Supported by Own Observations. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 20, 2048. <https://doi.org/10.3390/ijerph20032048>
10. Batinjan, G.; Zore, I.F.; Vuletić, M.; Rupić, I.(2014) The use of ozone in the prevention of osteoradionecrosis of the jaw. *Saudi Med. J.* 35, 1260–1263.
11. Baysan, A.; Lynch, E. (2004) Effect of ozone on the oral microbiota and clinical severity of primary root caries. *Am. J. Dent.* 17, 56–60.
12. Bocci, V. (2005) *Ozone A New Medical Drug*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany. ISBN 9781402031403.
13. Bocci, V.(2007) The case for oxygen-ozonotherapy. *Br. J. BioMed. Sci.* 64, 44–49
14. Bocci, V.(2013) Visual Improvement Following Ozonotherapy in Dry Age Re-

- lated Macular Degeneration; a Review. *Med. Hypothesis Discov. Innov. Ophthalmol.* 2, 47–51.
15. Bocci, V.; Borrelli, E.; Zanardi, I.; Travagli, V.(2015) The usefulness of ozone treatment in spinal pain. *Drug Des. Dev. Ther.* 9, 2677–2685.
 16. Bocci, V.; Diadori, A. (2003) Linee guida per alcune patologie oculari. *Riv. Ital. Ossigeno-Ozonoterapia* 2, 59–61.
 17. Bocci, V.; Pogni, R. (2001)Oxygen-ozone in Orthopaedics: EPR Detection of Hydroxyl Free Radicals in Ozone-Treated ‘NucleusPulposus’ Material. *Riv. Neuroradiol.* 14, 55–59.
 18. Bocci, V.A. (2006) Scientific and medical aspects of ozone therapy. State of the art. A review. *Arch. Med. Res.* 37, 425–435.
 19. Boch, T.; Tennert, C.; Vach, K.; Al Ahmad, A.; Hellwig, E.; Polydorou, O. (2016) Effect of gaseous ozone on Enterococcus faecalis biofilm an in vitro study. *Clin. Oral Investig.* 20, 1733–1739.
 20. Borrelli, E.; Diadori, A.; Zalaffi, A.; Bocci, V. (2012) Effects of major ozonated autohemotherapy in the treatment of dry age related macular degeneration: A randomized controlled clinical study. *Int. J. Ophthalmol.* 5, 708–713.
 21. Borrelli, E.; Monte, A.; Bocci, V.(2015) ReseArch. article oxygen ozone therapy in the integrated treatment of chronic ulcer: A case series report. *Int. J. Rec. Sci. Res.* 6, 4132–4136.
 22. Braidy, N.; Izadi, M.; Sureda, A.; Jonaidi-Jafari, N.; Banki, A.; Nabavi, S.F.; Nabavi, S.M. (2018)Therapeutic relevance of ozone therapy in degenerative diseases: Focus on diabetes and spinal pain. *Cell. Physiol.* 233, 2705–2714.
 23. Brusselle, G.G.; Koppelman, G.H.(2022) Biologic Therapies for Severe Asthma. *N. Engl. J. Med.* 386, 157–171.
 24. Dai, Z.; Liu, M.; Ma, Y.; Cao, L.; Xu, H.H.; Zhang, K.; Bai, Y. (2019)Effects of Fluoride and Calcium Phosphate Materials on Remineral- ization of Mild and Severe White Spot Lesions. *BioMed. Res. Int.* 2019, 1271523.
 25. Das, Sushma. (2011) “Application of Ozone Therapy in Dentistry.” *Indian Journal of Dental* 3 (2): 538–42.
 26. De Sire, A.; Agostini, F.; Lippi, L.; Mangone, M.; Marchese, S.; Cisari, C.; Bernetti, A.; Invernizzi, M.(2021) Oxygen-Ozone Therapy in the Rehabilitation Field:State of the Art on Mechanisms of Action, Safety andEffectiveness in Patients with Musculoskeletal Disorders. *Biomolecules* 11, 356.
 27. Deepthi R, Bilichodmath S. (2020) Ozone therapy in periodontics: A meta-analysis. *Contemp Clin Dent* 11:108-15.
 28. Devon, I.; Rubin, M.D. (2007)Epidemiology and Risk Factors for Spine Pain. *Neurol. Clin.* 25, 353–371.
 29. Dhingra, K., and K. L. Vandana. (2011). “Management of Gingival Inflammation in Orthodontic Patients with Ozonated Water irrigation—a Pilot Study.”

International Journal of Dental Hygiene 9 (4): 296–302. doi:10.1111/j. 1601-5037.2011.00506.x.

30. Di Mauro, R.; Cantarella, G.; Bernardini, R.; Di Rosa, M.; Barbagallo, I.; Distefano, A.; Longhitano, L.; Vicario, N.; Nicolosi, D.; Lazzarino, G.; et al. (2019) The Biochemical and Pharmacological Properties of Ozone: The Smell of Protection in Acute and Chronic Diseases. *Int. J. Mol. Sci.* 20, 634.
31. Domb, W.C. (2014) Ozone Therapy in Dentistry. *Interv. Neuroradiol.* 20, 632–636.
32. Eick, S.; Tigan, M.; Sculean, A. (2012) Effect of ozone on periodontopathogenic species—an in vitro study. *Clin. Oral Investig.* 16, 537–544.
33. Elvis, A.M.; Ekta, J.S. (2011) Ozone therapy: A clinical review. *J. Nat. Sci. Biol. Med.* 2, 66–70.
34. Grocholewicz, K., G. Matkowska-Cichocka, P. Makowiecki, A. Drozdziak, H. Ey-Chmielewska, A. Dziewulska, M. Tomasik, G. Trybek, and J. Janiszewska-Olszowska. (2020). “Effect of nano-hydroxyapatite and Ozone on Approximal Initial Caries: A Randomized Clinical Trial.” *Scientific Reports* 10 (1): 11192. doi:10.1038/s41598-020-67885-8.
35. Hidalgo-Tallón, F.J. (2022) Torres-Morera, L.M.; Baeza-Noci, J.; Carrillo-Izquierdo, M.D.; Pinto-Bonilla, R. Updated Review on Ozone Therapy in Pain Medicine. *Front. Physiol.* 13, 840623.
36. Hidalgo-Tallón, F.J.; Torres, L.M. (2013) Ozonoterapia en medicina del dolor. *Revisión. Rev. Soc. Esp. Dolor.* 20, 291–300.
37. Isler, S.C.; Unsal, B.; Soysal, F.; Ozcan, G.; Peker, E.; Karaca, I.R. (2018) The effects of ozone therapy as an adjunct to the surgical treatment of peri-implantitis. *J. Periodontal Implant. Sci.* 48, 136–151.
38. Janic, B.; Umstead, T.M.; Phelps, D.S.; Floros, J. (2005). Modulatory effects of ozone on thp-1 cells in response to sp-a stimulation. *Am. J. Physiol. Lung. Cell. Mol. Physiol.* 288, L317–L325.
39. Kim, H.S.; Noh, S.U.; Han, Y.W.; Kim, K.M.; Kang, H.; Kim, H.O.; Park, Y.M. (2009) Therapeutic effects of topical application of ozone on acute cutaneous wound healing. *J. Korean Med. Sci.* 24, 368–374
40. Legier, L. (2005) Treatment of chronic low back pain incorporating active patient participation and chiropractic: A retrospective case report. *J. Chiropr. Med.* 4, 200–205.
41. Leroy, P.; Tham, A.; Wong, H.; Tenney, R.; Chen, C.; Stiner, R.; Balmes, J.R.; Paquet, A.C.; Arjomandi, M. (2015) Inflammatory and repair pathways induced in human bronchoalveolar lavage cells with ozone inhalation. *PLoS ONE* 10.
42. Lim, A.K.H. (2014) Diabetic nephropathy—Complications and treatment. *Int. J. Nephrol. Renovasc. Dis.* 7, 361–381.
43. Loncar, B.; Mravak Stipetic, M.; Matosevic, D.; Tarle, Z. (2009) Ozone applicati-

- on in dentistry. *Arch. Med. Res.* 40, 136–137.
44. Louw, A.; Diener, I.; Butler, D.S.; Puente-dura, E.J. (2011) The Effect of Neuroscience Education on Pain, Disability, Anxiety, and Stress in Chronic Musculoskeletal Pain. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 92, 2041–2056.
 45. Ma, L.; Yao, M. (2022) Safety and Efficacy of CT-Guided Pulsed Radiofrequency Combined with Steroid and Ozone Injection-Treated Cervical 3-8 Herpes Zoster Neuralgia Using a Posterior and Upper Quarter of the Cervical Foramina Puncture Approach. *J. Pain Res.* 15, 23–32
 46. Maiorana, C.; Grossi, G.B.; Garramone, R.A.; Manfredini, R.; Santoro, F. (2013) Do ultrasonic dental scalers interfere with implantable cardioverter defibrillators? An in vivo investigation. *J. Dent.* 41, 955–959.
 47. Maiya, A. (2011). Applications of Ozone in Dentistry. *Int. J. Clin. Dent. Sci.* 2, 1–5.
 48. Malik, T.; Kaura, S.; Kakria, P. (2020) Dental ozone: A boon for dentistry. *Indian J. Dent. Sci.* 12, 49–52.
 49. Matys, J., E. Jaszczak, R. Flieger, K. Kostrzewska-Kaminiaz, K. Grzech-Lesniak, and M. Dominiak. (2020). “Effect of Ozone and Diode Laser (635 Nm) in Reducing Orthodontic Pain in the Maxillary arch-a Randomized Clinical Controlled Trial.” *Lasers in Medical Science* 35 (2): 487–96. doi:10.1007/s10103-019-02896-0.
 50. Moezizaden, M. (2013) Future of dentistry, nanodentistry, ozone therapy and tissue engineering. *J. Dev. Biol. Tissue Eng.* 5, 1–6.
 51. Nagayoshi, M.; Fukuizumi, T.; Kitamura, C.; Yano, J.; Terashita, M.; Nishihara, T. (2004) Efficacy of ozone on survival and permeability of oral microorganisms. *Oral Microbiol. Immunol.* 19, 240–246.
 52. Naik, S. V., R. K, S. Kohli, S. Zohabhasan, and S. Bhatia. (2016). “Ozone- A Biological Therapy in Dentistry- Reality or Myth?” *The Open Dentistry Journal* 10:196–206. doi: 10.2174/1874210601610010196
 53. Nogales CG, Ferrari PH, Kantorovich EO, Lage-Marques JL. (2008) Ozone therapy in medicine and dentistry. *J Contemp Dent Pract.* 9: 75-84.
 54. Oldoini, G.; Frabattista, G.R.; Saragoni, M.; Cosola, S.; Giammarinaro, E.; Genovesi, A.M.; Marconcini, S. (2020) Ozone Therapy for Oral Palatal Ulcer in a Leukaemic Patient. *Eur. J. Case Rep. Intern. Med.* 7, 001406.
 55. Onder, C.; Kurgan, S. ;; Altıngöz, S.M.; Bağış, N.; Uyanık, M.; Serdar, M.A.; Kantarcı, A.; Günhan, M. (2017) Impact of non-surgical periodontal therapy on saliva and serum levels of markers of oxidative stress. *Clin. Oral Investig.* 21, 1961–1969
 56. Ozdemir, H.; Toker, H.; Balcı, H.; Ozer, H. (2013). Effect of ozone therapy on autogenous bone graft healing in calvarial defects: A histologic and histometric study in rats. *J. Periodontal Res.* 48, 722–726.
 57. Raafat Abdelaziz, R., R. S. Mosallam, and M. M. Yousry. (2011). “Tubular Occ-

- lusion of Simulated Hypersensitive Dentin by the Combined Use of Ozone and Desensitizing Agents.” *Acta Odontologica Scandinavica* 69 (6): 395–400. doi:10.3109/00016357.2011.572290.
58. Randi CJ, Heiderich CMC, Serrano RV, Morimoto S, de Moraes LOC, Campos L, Palma LF. (2023). Use of ozone therapy in Implant Dentistry: a systematic review. *Oral Maxillofac Surg.* Mar 13. doi: 10.1007/s10006-023-01149-3. Epub ahead of print. PMID: 36907921.
 59. Reddy, S.; Reddy, N.; Dinapadu, S.; Reddy, M.; Pasari, S.(2013) Role of Ozone Therapy in Minimal Intervention Dentistry and Endodontics—A Review. *J. Int. Oral Health.*5, 102–108.
 60. Rickard, G.D.; Richardson, R.; Johnson, T.; McColl, D.; Hooper, L.(2004) Ozone therapy for the treatment of dental caries. *Cochrane Database Syst. Rev.* 3, CD004153.
 61. Rodrigues, P. C., J. B. Souza, C. J. Soares, L. G. Lopes, and C. Estrela. (2011). “Effect of Ozone Application on the resin-dentin Microtensile Bond Strength.” *Operative Dentistry* 36 (5): 537–44. doi:10.2341/10-062-L.
 62. Rumbaugh, K.P.; Sauer, K.(2020) Biofilm dispersion. *Nat. Rev. Microbiol.* 18, 571–586.
 63. Saad Liaqat, Samia Tariq, Irum Hayat, Bakhtawar Mobeen, Sarmad Fayyaz, Humaira Jabeen, Saira Khalid, Nawshad Muhammad & Muhammad Adnan Khan. (2022). Therapeutic Effects and Uses of Ozone in Dentistry: A Systematic Review, *Ozone: Science & Engineering*, DOI: 10.1080/01919512.2022.2125363
 64. Sagai, M.; Bocci, V.(2011) Mechanisms of Action Involved in Ozone Therapy: Is healing induced via a mild oxidative stress? *Med. Gas Res.* 1, 29.
 65. Saini R.(2011) Ozone therapy in dentistry: A strategic review. *J Nat Sc Biol Med.*2:151-3.
 66. Sen S, Sen S. (2020)Ozone therapy a new vista in dentistry: integrated review. *Med Gas Res.* 10(4):189-192.
 67. Seydanur Dengizek, E.; Serkan, D.; Abubekir, E.; Aysun Bay, K.; Onder, O.; Arife, C.(2019) Evaluating clinical and laboratory effects of ozone in non-surgical periodontal treatment: A randomized controlled trial. *J. Appl. Oral Sci.*27, e20180108.
 68. Smith, N.L.; Wilson, A.L.; Gandhi, J.; Vatsia, S.; Khan, S.A. (2017) Ozone therapy: An overview of pharmacodynamics, current research, and clinical utility. *Med. Gas Res.* 7, 212–219.
 69. Srikanth A, Sathish M, Sri Harsha AV. (2013) Application of ozone in the treatment of periodontal disease. *J Pharm Bioallied Sci.* 5:S89-S94.
 70. Steppan, J.; Meaders, T.; Muto, M.; Murphy, K.J.(2010) A Meta-analysis of the Effectiveness and Safety of Ozone Treatments for Herniated Lumbar Discs. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 21, 534–548.
 71. Suh Y, Patel S, Re K, Gandhi J, Joshi G, Smith NL, Khan SA. (2019) Clinical uti-

- lity of ozone therapy in dental and oral medicine. *Med Gas Res.* 9(3):163-167.
72. Tonnel, A.B.; Gosset, P.; Tillie-Leblond, I. (2001) Characteristics of the Inflammatory Response in Bronchial Lavage Fluids from Patients with Status asthmaticus. *Int. Arch. Allergy Immunol.* 124, 267–271.
 73. Tricarico G, Rodrigues Orlandin J, Rocchetti V, Ambrosio CE, Travagli V. (2020) A critical evaluation of the use of ozone and its derivatives in dentistry. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* Sep;24(17):9071-9093. doi: 10.26355/eur-rev_202009_22854. PMID: 32964998.
 74. Tsochatzis, E.; Bosch, J.; Burroughs. (2014) A. Liver cirrhosis. *Lancet* 383, 1749–1761
 75. Uruno, A.; Yagishita, Y.; Yamamoto, M. (2015) The Keap1-Nrf2 system and diabetes mellitus. *Arch. Biochem. Biophys.* 566, 76–84.
 76. Vinutha RS, Lakshmanan R. (2014) Ozone and Its Role in Periodontal Therapy-A Review. *IOSR-JDMS* 13:107-10. S 2014;13:107-10.
 77. Zanjani, V.; Ghasemi, A.; Torabzadeh, H.; Jamali, M.; Razmavar, S. (2015). Bleaching effect of ozone on pigmented teeth. *Dent. Res. J.* 12, 20–24.
 78. Zukowski, P.; Maciejczyk, M.; Waszkiel, D. (2018). Sources of free radicals and oxidatively stress in the oral cavity. *Arch. Oral Biol.* 92, 8–17.

Bölüm 9

KÖK REZORPSİYONLARININ GÜNCEL SINIFLANDIRILMASI VE TEDAVİ YÖNTEMLERİ

Aslı Zeynep KAPOĞLU KILIÇ¹

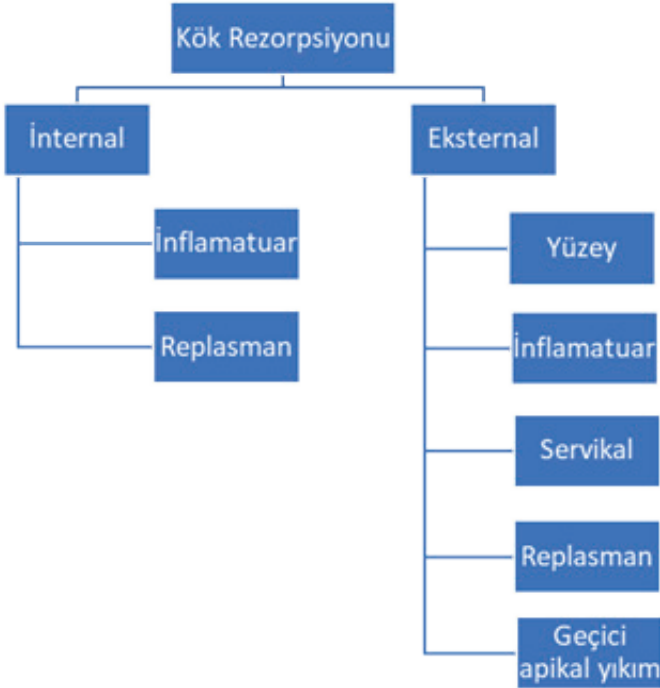
Hüseyin GÜNDÜZ²



1 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Endodonti Anabilim Dalı, Van, Türkiye
Araş. Gör. Aslı Zeynep Kapoğlu Kılıç ORCID: 0000 0001 9355 3074
2 Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin Gündüz ORCID: 0000-0003-1580-3159

GİRİŞ

Kök rezorpsiyonu, odontoklastik aktivite sonucu diş sert dokusunun kaybıdır (Patel et al., 2018). Süt dişlerinde, genellikle fizyolojiktir ve daimi dişlerin sürmesine yardımcı olur. Daimi dişlerde, kök kanalı içinde [internal kök rezorpsiyonu (IRR)] veya kökün dış kısmında (eksternal kök rezorpsiyonu) meydana gelebilir. İlerlemiş vakalarda, rezorptif defekt dişin krununa doğru ilerleyebilir. Kökeni ne olursa olsun; kök rezorpsiyonu geri dönüşümsüzdür, tipik olarak patolojiktir, tedavi gerektirir, hasta için rahatsızlığa ve/veya bazı durumlarda etkilenen dişin erken kaybına neden olabilir (Şekil 1). Kök rezorpsiyonunun doğru bir şekilde teşhis edilmesi ve tedavisi genellikle zordur.



Şekil 1. Kök rezorpsiyonlarının kökteki yerleşimlerine göre sınıflandırılması ve ardından patogenezinine göre alt sınıflandırması

Odontoklastlar; osteoklastlardan daha küçüktür, daha az çekirdeğe ve sızdırmazlık bölgelerine sahiptir ve mineralize dokuların yüzeyinde rezorpsiyon alanları (Howship Lakünaları) oluştururlar (Pierce, 1989).

Kök rezorpsiyonu üç aşamada meydana gelir:

1. Başlangıç
2. Rezorpsiyon
3. Tamir (Mavridou et al., 2016)

Kök rezorpsiyonu; kendi kendini sınırlayabilir ve klinik olarak saptanamayabilir. Bununla birlikte, rezorptif süreç örneğin enfeksiyon veya basınçla devam ederse, o zaman diş sert dokusunda daha fazla kayıp olabilir. Kök rezorpsiyonunu doğru bir şekilde teşhis etmek ve yönetmek zor olabilir (Şekil 2). Rezorptif defektin kök üzerindeki konumuna ve radyografik yapısına dayalı bir sınıflandırma önerilmektedir.

Rezorpsiyon tipleri	İnternal Kök Rezorpsiyonu		Eksternal Kök Rezorpsiyonu				
	İnternal inflamatuvar	İnternal replasman	Eksternal yüzey	Eksternal servikal	Eksternal inflamatuvar	Eksternal replasman	Geçici apikal
Klinik Özellikler	Aseptomatik (erken), pulpitis ve/veya apikal periodontitis semptomları (ilerlemiş)	Aseptomatik (erken), pulpitis ve/veya apikal periodontitis semptomları (ilerlemiş)	Yok	Aseptomatik (erken), pulpitis ve/veya apikal periodontitis semptomları (ilerlemiş), ± bol kanamalı muhtemel periodontal defekt	Apikal periodontitis belirtileri	Değişken, Yok veya ileri vakalarda ankiloz ve/veya perküsyonda tiz metalik ses	Yok
Klinik Görünüm	Sağlıklı (vital), renksiz (nekrotik), pink spot (nadir)	Sağlıklı (vital), renksiz (nekrotik), pink spot (nadir)	Sağlıklı	Sağlıklı (vital), renksiz (nekrotik), pink spot (nadir)	Sağlıklı (vital), renksiz (nekrotik),	Sağlıklı	Renksiz, Genellikle 1 yıl içinde çözümlenir
Kök üzerindeki konumu	Herhangi bir yer	Herhangi bir yer	Gömülü diş/kist/tümör yakınında, ortodontik tedavi görmüş dişlerde apikalde	Servikal üçlüde(erken) ancak orta veya apikal üçlüde(ileri) kadar uzanabilir	Herhangi bir yer	Herhangi bir yer	Apikal üçlüde
Pulpa duyarlılık testi	+ (kısmen) vital vakalarda, - nekrotik vakalarda	+ (kısmen) vital vakalarda, - nekrotik vakalarda	+	+ genellikle, - ileri nekrotik vakalarda	-	+ genellikle, tersiyer dentin oluşumuna bağlı olarak - veya gecikmiş yanıt gösterebilir	- veya gecikmiş yanıt, genellikle 1 yıl içinde normale döner

Şekil 2. İnternal ve eksternal kök rezorpsiyonlarının Patel and Saberi (2018)'ye göre klinik özellikleri

İNTERNAL KÖK REZORPSİYONU (IRR)

İnflamatuvar ve Replasman internal kök rezorpsiyonu

İnternal kök rezorpsiyonu; kök kanalı duvarı boyunca başlar ve radiküler dentinin hızlı yıkımıyla sonuçlanabilir (Tronstad, 1988). İnternal kök rezorpsiyonu; sadece granülasyon dokusundan (inflamatuvar internal kök rezorpsi-

yonu) veya granülasyon ile kemik benzeri doku kombinasyonundan (replasman internal kök rezorpsiyonu) oluşabilir (Patel et al., 2010).

İnternal kök rezorpsiyonunun etyolojisi ve prevalansı

IRR'nin etyolojisi tam olarak anlaşılamamıştır. IRR başlangıcının, odontoblast ve predentin tabakasına verilen hasara bağlı olduğu yaygın olarak kabul edilmektedir (Wedenberg & Zetterqvist, 1987). Predentin hasarında; travma, periodontal enfeksiyonlar, çürükle ilişkili pulpitis, vital pulpalı dişlerde restoratif prosedürler sırasında oluşan aşırı ısı, vital pulpalı dişlerde kök rezeksiyonları, anakorez, ortodontik tedavi, pulpa amputasyonu ve kalsiyum hidroksit kuafajı, kırık dişler ve sağlıklı pulpalarda idiyopatik distrofik değişiklikler gibi çeşitli faktörler rol oynar.

IRR prevalansı ile ilgili, Thoma ve ark. (1935) tarafından yapılan bir çalışmada incelenen 1000 dişten yalnızca bir tanesinde internal rezorpsiyon vakası gözlemlenmiştir (Thoma, 1935). Başka bir çalışma, 28 dişten sekizinde (%28) koronal pulpa amputasyonu ve kalsiyum hidroksit ile kuafaj sonrasında IRR'ye geliştiğini kaydetmiştir (Cabrini et al., 1957). Ahlberg ve ark. (1983) tarafından yapılan bir çalışma ise ototransplante maksiller kaninlerde IRR oranını %51,5 olarak (33 dişten 17'si) tanımlamıştır (Ahlberg et al., 1983). Bu çalışmalarda IRR tanısı yalnızca, IRR'nin gerçek prevalansını hafife almış olabilecek 2 boyutlu radyografik bulgulara dayanmaktadır (Patel et al., 2010).

Klinik özellikler

IRR'nin internal inflamatuvar ve internal replasman tiplerinin klinik özellikleri benzerdir. IRR'li dişler genellikle asemptomatiktir ve rastlantısal bir radyografik bulgu olarak saptanır (Patel et al., 2010). Akut veya kronik pulpitisin belirti ve bulguları varsa eğer bu bulgular; pulpanın durumuna, sert doku yıkımının derecesine, rezorpsiyonun dişteki konumuna bağlıdır.

Parsiyel vital pulpa dokusuna sahip etkilenen diş, bakterilerle kontamine olabilir ve akut pulpitis semptom ve/veya bulgularına neden olabilir. İlerlemiş IRR vakalarında, pulpa dokusu nekrotik hale gelebilir ve kronik olarak enfekte olabilir, bu da akut veya kronik apikal periodontitis semptomlarına ve/veya belirtilerine yol açmaktadır (Patel et al., 2010). Bu nedenle hastalar apse veya sinüs yolu, perküsyona hassasiyet ve/veya renk değişikliği ile başvurabilir.

Kök kanalının koronal 1/3 'ündeki IRR, sert dokunun rezorpsiyonu ve fibrovasküler granüloamatöz doku ile yer değiştirmesi nedeniyle dişin kromunda pembe bir renk değişikliği ile kendini gösterebilir (Lyroudia et al., 2002). Kurondaki bu pembe renk değişikliği, eksternal servikal rezorpsiyon (ECR) olarak yanlış teşhis edilebilir (Patel et al., 2009). İnternal rezorpsiyon her yaş ve cinsiyette izlenmekle beraber sıklıkla 40-50 yaşlar arasında ve erkeklerde daha sık görülür. Görülme sıklığı üst çene kesici dişler ve alt çene posterior dişlerde daha fazladır (Sweet, 1965).

Radyografik özellikler

IRR, sıklıkla kökün orta ve apikal üçlüsünde olmak üzere kök kanalının herhangi bir yerinde meydana gelebilir (Ne et al., 1985). İnternal inflamatuvar kök rezorpsiyonu tipik olarak kök kanalının simetrik oval veya dairesel şekilli bir uzantısı şeklinde radyolusensi olarak kendini gösterir (Gartner et al., 1976). Genellikle rezorptif defektin sınırları çevresinde ve kemik benzeri doku birikintileri nedeniyle bulutlu bir görünüme sahip, düzensiz şekilli bir radyolusensi olarak kendini gösterir (Patel et al., 2010).

ECR ve IRR'nin 2 boyutlu radyografilerde benzer radyografik özellikleri taşıdığı ve birbirinden ayırt edilemeyerek yanlış teşhise yol açabileceği iyi bilinmektedir (Tronstad, 1988). Paralel radyografik teknik; rezorpsiyonun tipini doğrulamaya yardımcı olmak için kullanılabilir (Gartner et al., 1976). IRR defekti, kök kanalına göre konumunu değiştirmeyecektir; ancak, ECR'de ikinci radyografiyle aynı veya ters yönde hareket ederek sırasıyla palatinal veya bukkal kökün dış yönü üzerinde olduğu doğrulanacaktır. Çok köklü dişlerde, bir kök kanalındaki IRR lezyonu, etkilenmemiş başka bir kök kanalının üzerine süperpoze olabilir, bu da karışıklığa ve hatta ECR lezyonu olarak yanlış teşhis edilmesine neden olabilmektedir (Patel et al., 2010). Potansiyel olarak tedavi edilebilir gibi görünen IRR lezyonlarının ayrıntılarını tam olarak araştırmak için yüksek çözünürlüklü, küçük görüş alanlı (FOV), konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) önerilmektedir (Patel et al., 2019).

KIBT kök kanal duvarındaki herhangi bir perforasyonun boyutu ve varlığını saptayabildiği için, IRR'yi ECR'den doğru bir şekilde ayırt etmeyi sağlayabilmektedir (Lima, et al, 2016). Çeşitli çalışmalar, KIBT 'nin radyografilere kıyasla kök rezorpsiyonunun teşhisini ve tedavi planlamasını iyileştirdiğini doğrulamıştır (Chogle et al., 2020).

Tedavi

İnflamatuvar ve replasman IRR'nin yönetimi benzerdir, bir KIBT taraması alarak sert doku yıkımının boyutunu değerlendirmek esastır (Patel et al., 2019). Bir perforasyon tespit edilirse, hipoklorit kazasını önlemek için irrigasyon, IRR'nin koronal uzantısı ile sınırlandırılmalıdır (Bhuva, Barnes, & Patel, 2011). Geniş perforasyonlu vakalarda, kombine cerrahi olmayan/cerrahi tedavi yapılabilir. Endodontik tedavi, yalnızca diş restore edilebilir görünüyorsa düşünülmelidir. Tedavinin amacı; bakterileri uzaklaştırmak ve kök kanal sistemini dezenfekte etmek, aynı zamanda rezorpsiyonu sürdüren apikal vital dokuları ortadan kaldırmaktır. Granülomatöz yapının bozulması nedeniyle aşırı kanama meydana gelebilmektedir. İltihaplı pulpa dokusu ve granülasyon dokusunun tamamen çıkarılmasıyla kanama kontrol altına alınabilmektedir. Orta düzeyde internal replasman kök rezorpsiyonu vakalarında kök kanalları açıktır, bununla birlikte, daha ileri vakalarda, kök kanalının açıklığının sağlanması ve metaplastik kemik benzeri birikintileri parçalamak

için ince ultrasonik uçlar gerekli olabilmektedir.

Sodyum hipoklorit, rezorptif defektin düzensiz yapısı nedeniyle tercih edilen irrigandır ve aktive edilmelidir. Ardından dezenfeksiyonu arttırmak ve kök kanalının erişilemeyen kısımlarında ve rezorpsiyon alanlarında pulpa dokusu kalıntılarını yok etmek için kanal içi bir ilaç olan kalsiyum hidrok-sit kullanılabilir (Burlson, 2007). Termoplastik kanal doldurma teknikleri, düzensiz IRR defektinin sızdırmazlığını sağlamak için kullanılabilir. Sıcak vertikal kompaksiyonun, Thermafil gibi lateral kondansasyon ve taşıyıcı baz-lı tekniklere kıyasla daha etkili bir kök kanal dolgu tekniği olduğu gösteril-miştir (Gencoglu et al, 2008). Rezorpsiyon defekti kök kanal duvarını perfore etmişse, perforasyonu onarmak için biyoaktif hidrolik silikat simanlar [örn. mineral trioxide aggregate (MTA), DentsplySirona) Biodentine (Septodont) kullanılmalıdır (Bhuva et al., 2011). Perforasyonlu rezorptif defektli kanalın apikalinin güta-perka (GP) ile doldurulması ve rezorptif defekti kapatmak için biyoaktif silikat simanın kullanılması hibrit kök doldurma tekniği olarak tanımlanmaktadır (Jacobovitz & de Lima, 2008).

Perforasyonlu IRR defektlerinin internal onarım için uygun olmadığı durumlarda, cerrahi yaklaşım önerilmektedir. Cerrahi tedaviden önce kök kanal sistemine giriş sağlanmalı ve sonraki cerrahi tedavide kök kanallarının tıkanmaması için uygun güta perkalar ile kanallar doldurulmalıdır. Perfo-rasyonun cerrahi olarak açığa çıkarılması ve debridmanın ardından biyoak-tif hidrolik silikat simanlar kullanılarak onarım yapılması önerilmektedir (Main et al, 2004). Kök kanal sistemi daha sonra dezenfekte edilebilir, şe-killendirilebilir ve termoplastik GP veya GP ve biyoaktif materyallerin bir hibriti ile doldurulabilir.

Dişin çekimi, IRR'nin etkili bir şekilde tedavi edilemeyeceği kadar ge-niş olduğu durumlarda önerilir. Bu dişler IRR nedeniyle zayıfladıklarından çekim açısından risklidir ve çekildiklerinde kırılma olasılığı yüksektir. Bu nedenle, hastanın cerrahi çekim için izni olmalıdır.

Son zamanlarda, perforasyonlu IRR'yi tedavi etmek için rejeneratif en-dodontik prosedürler (REP) kullanılmıştır (Arnold et al, 2021, Kaval et al, 2018). Kök kanal sistemi, MTA ile kapatmadan önce tüm kök kanalları çalış-ma uzunluğunda şekillendirilmiş ve kök kanalına 2 hafta boyunca kalsiyum hidrok-sit ve üçlü antibiyotik patı (metronidazol, siprofloksasin ve minosiklin) yerleştirilmiştir (Kaval et al., 2018). Kök kanalının tamamı debride edilmiş, ardından kan pıhtısı üzerine MTA yerleştirmeden önce kök kanalına 3 ay boyunca kalsiyum hidrok-sit uygulamıştır (Kaval et al., 2018). Bu tedavi yakla-şımı perfore bölgede sert doku oluşumu ve 2-3 yıl sonra kök kanal duvarının kalınlığının artması ile umut verici sonuçlar göstermektedir (Arnold, 2021). Rejeneratif endodontik prosedürlerin, rezorpsiyon sürecini durdurabildiği ve sert doku oluşumunu indükleyebildiği gösterilmiştir. Bu da rezorptif defek-

tin boyutunda azalmaya yol açmakta ve ardından IRR'den etkilenen dişlerin, özellikle büyük perforasyonlu rezorptif defektin olduğu yerlerde, restorasyonun ömrünü uzatmaktadır. Bununla birlikte, tam iyileşme mekanizmasını araştırmak ve sonucun tekrarlanabilirliğini iyileştirmek ve daha standart bir tedavi protokolüne izin vermek için daha fazla klinik çalışmaya ihtiyaç vardır. Ayrıca REP sonrası diş renklemeleri de özellikle estetik açıdan zorlu olan ön dişlerde dikkate alınmalıdır (Kahler & Rossi-Fedele, 2016). Tedaviler ve değerlendirme yöntemlerindeki heterojenliğe bağlı olarak IRR'nin uzun vadeli sonucu ve tedavisi hakkında çok az kanıt vardır. Bunun nedeni literatürde bildirilen IRR vakalarının sayısının az olması olabilir (Haapasalo & Endal, 2006). IRR'nin orta ve uzun vadeli sonuçlarını değerlendirmek için uzun vadeli iyi tasarlanmış klinik çalışmalar gereklidir.

EKSTERNAL KÖK REZORPSİYONU

Eksternal Yüzey Rezorpsiyonu (ESR)

Giriş

Eksternal yüzey rezorpsiyonu (ESR) basınca bağlı bir rezorpsiyondur ve kökün dış yüzeyinde meydana gelir. Enfektif değildir ve kendi kendini sınırlar, yani basınç kaynağı ortadan kaldırıldığında semental onarım başlar. Aynı zamanda basınç rezorpsiyonu olarak da tanımlanmıştır (Tronstad, 1988).

Etyoloji ve Prevalans

ESR'nin yaygın nedenleri arasında; gömülü dişlerin uyguladığı basınç, ortodontik tedavi, kistler veya tümörler bulunmaktadır.

Ortodontik tedavi gören ve daha önce travma geçirmiş dişler yüzey rezorpsiyonuna daha yatkındır (Levander & Malmgren, 1988). Çalışmalar, ortodontik tedavinin bir sonucu olarak daha büyük bir ESR riski ile ilişkili birkaç potansiyel predispozan faktör bildirmiştir. Bu faktörler; dişle ilgili, hastayla ilgili ve tedaviyle ilgili faktörler olarak sınıflandırılabilir. Ortodontik tedavi gören hastalarda daha yüksek ESR oranı ile ilişkili dişle ilgili potansiyel faktörler arasında; küt şeklindeki kök uçları (Levander & Malmgren, 1988), önceki travma öyküsü (Linge & Linge, 1983) ve sınıf III maloklüzyon (Kaley & Phillips, 1991) vardır.

Yaş ve cinsiyet gibi hastayla ilgili faktörlerin, daha yüksek ESR riski söz konusu olduğunda belirsiz olduğu bulunmuştur (Sameshima & Sinclair, 2001). Sameshima ve Sinclair (2001), Beyaz veya İspanyol hastalarla karşılaştırıldığında Asyalılarda daha düşük bir ESR insidansı bildirmiştir (Sameshima & Sinclair, 2001). Astım gibi sistemik durumların daha fazla ESR insidansı ile ilişkili olduğu bildirilirken (McNab, 1999), artan tiroksin hormon seviyesinin daha düşük ESR insidansı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Shirazi et al., 1999). Harris ve ark. (1997), kardeşler arasında ESR'ye daha yüksek duyarlılık

bildirmiştir (Harris et al., 1997). Tırnak yeme alışkanlığının da ortodontik tedavi sırasında daha büyük ESR riski ile ilişkili olduğu bulunmuştur (Odenrick & Brattström, 1985).

3. molar ve kanin dişleri en sık gömülü dişlerdir ve komşu dişlerde ESR'ye neden olabilir (Cooke & Wang, 2006). Geleneksel radyografi ile değerlendirildiğinde gömülü 3.molar dişlerine bağlı olarak 2.molar dişinde ESR insidansının %0,3 ile %24,2 aralığında olduğu bildirilmiştir (Yamaoka et al., 1999); ancak KIBT ile bu tür vakalarda yüzey rezorpsiyon insidansının %54,9 gibi yüksek olduğu gösterilmiştir (Matzen, 2016).

Şiddetli ESR vakaları, rezorbe olmuş dişlerde önemli hasara ve hatta dişin kaybına neden olabilmektedir (Walker et al., 2005). Bir çalışma, geleneksel görüntüleme tekniği kullanılarak gömülü kanin dişleri nedeniyle kesici dişlerde ESR prevalansının %12,5 olduğunu bildirirken (Ericson & Kurol, 1987), KIBT kullanan daha yeni çalışmalar %46-67,5 oranında bir insidans bildirmiştir (Alemam, 2020).

Eksternal yüzey rezorpsiyonu, travma ile ilişkili küçük bir yaralanmaya maruz kalan dişleri de etkileyebilir; ancak bu durumlarda genellikle kendi kendini sınırlar ve canlılığını koruyan dişlerde normal sement ile kendiliğinden onarılır (Andreasen & Hjørting-Hansen, 2009). Bu tür ESR çok yaygındır, ancak klinik olarak saptanmaz ve histolojik bulgulara dayanır (Andreasen & Hjørting-Hansen, 2009).

Klinik özellikler

Yüzey rezorpsiyonu genellikle asemptomatiktir ve rastlantısal bir radyografik bulgu olarak teşhis edilmektedir. Klinik bulgular genellikle belirgin değildir ve endodontik hastalık belirtisi yoktur. Etkilenen dişler, pulpa duyarlılık testlerine normal olarak yanıt vermektedir.

Radyografik özellikler

Gömülü bir diş, kist veya tümörden kaynaklanan basınç kaynağına bitişik dış kök yüzeyinin asimetrik kaybı, yaygın bir radyografik belirtidir. İleri vakalarda bu, kök kanalının perforasyonuna neden olabilmektedir. Ortodontik tedavi ile ilişkili yüzey rezorpsiyonu; kök uçlarının düzleşmesine neden olarak, etkilenen dişlerin, yüksek ortodontik kuvvetlere maruz kalmamış komşu dişlerden daha kısa görünmesine neden olabilmektedir. Daha önce açıklandığı gibi KIBT'nin kullanımı; yüzey rezorpsiyonunun ayrıntılarının daha fazla tespit edilmesi ve daha doğru belirlenmesi ile sonuçlanmıştır (Sondeijker et al., 2021). ESR'nin 'tipik' bir görünümü yoktur. Aktif ve stabil (onarılmış) ESR, sırasıyla periodontal ligamanın kaybolması ve yeniden oluşmasıyla ayırt edilebilir.

Tedavi

ESR, etyolojik faktörün uygun şekilde ortadan kaldırılmasıyla yönetilir. Buna örnek olarak aşırı basıncın sebep olduğu, gömülü bir dişin çıkarılması veya bir kistin tedavisi verilebilir. Ortodontik tedavi ile ilişkili yüzey rezorpsiyonu durumunda rezorbe olan sementin iyileşmesini sağlamak için aktif ortodontik tedaviye 3 aylık geçici bir ara verilmesi önerilmiştir (Mehta, 2017). Önemli bir ESR olduğunda ortodontik tedavinin sonlandırılması gerekebilir. Sabit apareylerle 6 ile 12 aylık ortodontik tedaviden sonra teşhis edilen ESR'nin stabilize olduğu ve bunun sonucunda minimum düzeyde daha fazla ESR post-ortodontik tedavi ile sonuçlandığı bildirilmiştir (Årtun et al, 2009). Bu nedenle, sabit apareyin yerleştirilmesinden 6-12 ay sonra panoramik bir radyografi ile kontrol edilmelidir (Sondeijker et al., 2021).

Eksternal Servikal Rezorpsiyon (ECR)

Giriş

Eksternal servikal rezorpsiyon, eksternal rezorpsiyonun en zor anlaşılabilir ve en zor teşhis konulan çeşididir (Tronstad, 1988). ECR genellikle dişin servikal bölgesinde epitel atışmanın hemen altında oluşur (Mavridou et al., 2016). Kök dentinini herhangi bir yönde ve değişen ölçüde rezorbe etme potansiyeline sahiptir. İlerlemiş vakalarda, ECR kökün orta ve apikal üçte birine ulaşabilir.

Etyoloji ve Prevalans

ECR'nin etyolojisi tam olarak anlaşılammıştır. Çalışmalar, ECR'nin çok faktörlü olabileceğini ve ortodontik tedavinin en sık ilişkili faktör olduğunu göstermiştir. Sıklıkla dahil edilen diğer faktörler arasında; travma öyküsü, parafonksiyonel alışkanlıklar, kötü ağız hijyeni ve periodontal tedavi bulunmaktadır (Mavridou, 2017).

ECR vakalarında ortodontik tedavi ve önceki travma öyküsü veya mevcut parafonksiyonel alışkanlıklar sıklıkla bir arada görülür. ECR'ye katkıda bulunduğu bildirilen diğer faktörler arasında; bitişik dişlerin çekimi (Gunst et al., 2013), herpes zoster virüs enfeksiyonu (Solomon, Coffiner, & Chalfin, 1986), kedi virüsleri (von Arx, 2009), enstrüman çalma (Gunst et al., 2011), bifosfonatların kullanımı (Patel & Saberi, 2015) ve intrakoronel beyazlatma (Friedman, 1988) yer almaktadır.

Belirtilen tüm etyolojik faktörler, nedensel olmaktan çok predispozan faktörler olarak kabul edilmektedir ve neden-sonuç ilişkisine dair bir kanıt yoktur (Patel et al., 2018). ECR prevalansı zayıf bir şekilde rapor edilmiştir. Bazı epidemiyolojik ve retrospektif araştırmalar, ECR için %0,02-%2,3 yaygınlık oranı bildirmiştir (Irinakis et al., 2020).

Klinik özellikler

ECR'nin tipik bir görünümü yoktur. Klinik bulgular, rezorptif defektin ciddiyeti ve doğasına, diş tipine ve ECR'nin evresine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir (Patel et al., 2018). Erken evrede genellikle asemptomatiktir (Li-ang et al., 2003). Nadiren, dişin servikal bölgesinde bir 'pink spot' gelişebilir ve labial/bukkal veya lingual/palatinal yüzeyinde meydana gelirse tesadüfi bir bulgu olarak tespit edilebilir. Pembe renk değişikliği, incelmış mine ve dentin yoluyla dişe pembemsi bir renk veren rezorpsiyon alanını işgal eden fibrovasküler granülasyon dokusundan kaynaklanır (Heithersay, 2004).

ECR'nin diğer klinik özellikleri arasında periodontal ataşmanın kaybı ve rezorptif defekt araştırıldığında vasküler granülasyon dokusunun bozulmasına bağlı aşırı kanama yer almaktadır. Ayrıca ECR defektleri teşhiste, genellikle sert bir dokunma hissi verir, bu da onu çürüklerden ayırt etmeye yardımcı olur (Patel et al., 2009). İlerlemiş vakalarda, rezorpsiyon sonunda kök kanal duvarını perfore edebilir ve pulpaya girebilir. Pulpanın bakteriyel kontaminasyonu, pulpitis ve/veya periapikal periodontitis semptomlarına ve/veya belirtilerine neden olabilmektedir. ECR'nin pulpa odasını perfore etmesi ve pulpa nekrozunun meydana gelmesi dışında, etkilenen diş/dişler genellikle pulpa duyarlılık testlerine yanıt vermektedir (Patel et al., 2009).

Radyografik özellikler

ECR; lezyonun yeri, şiddeti ve fazına (rezorpsiyon veya tamir) bağlı olarak değişen radyografik özelliklere sahip olabilir. ECR genellikle rezorptif fazda bir radyolusensi olarak ortaya çıkar; bununla birlikte orta ile ilerlemiş vakalarda, rezorptif defekt onarılmaya çalışılırken rezorptif alan içinde fibro-kemik dokusu birikmesinin bir sonucu olarak lezyon benekli radyografik görüntü verebilir (Gunst et al., 2013). Rezorptif defektin sınırı iyi tanımlanmış veya düzensiz bir görünüme sahip olabilir.

ECR'nin tipik bir radyografik görünümü yoktur. Kök kanal duvarında herhangi bir perforasyon olmadığı sürece kök kanalının ana hatları görülebilir. Özellikle diş asemptomatik olduğunda ECR'yi IRR'den ayırt etmek zor olabilmektedir. Ancak paralaks radyograflar ECR'nin IIR'den ayırt edilmesine ve ECR'nin konumunun belirlenmesine yardımcı olmaktadır.

2-boyutlu periapikal radyografilerin sınırlamaları nedeniyle, ECR'nin yalnızca proksimal yüzey (mezial ve distal) uzantısı değerlendirilebilirken, ECR'nin bukkal ve palatal/lingual uzantısı doğru bir şekilde belirlenemez.

Bir in vivo çalışma, farklı rezorpsiyon lezyonlarının tespiti ve yönetimi için periapikal radyografların ve KIBT'nin doğruluğunu değerlendirmiştir ve radyograflarla karşılaştırıldığında KIBT ile rezorpsiyon lezyonlarının tespitinde önemli ölçüde daha yüksek bir doğruluk ortaya koymuştur (Patel et al., 2016).

KIBT, ECR tedavisinden önce düşünülmalıdır (ECR Pozisyon bildirim, Avrupa Endodontoloji Derneği, 2018). Lezyonun yüksekliği, çevresel yayılımı ve kök kanalına yakınlığı dikkate alınarak 3 boyutlu bir sınıflandırma sistemi önerilmiştir (Patel et al., 2018). Sınıflandırma, periapikal radyografilerin ve KIBT'nin radyografik bulgularına dayanmaktadır. Doğru tanı koymayı ve klinisyenler arasındaki iletişimi kolaylaştırmayı amaçlar. Gelecekte, sınıflandırmanın, ECR'nin doğası ve kapsamı ile ilgili olarak tedavi sonucunun objektif bir değerlendirmesine izin vermesi beklenmektedir (Patel et al., 2018).

Tedavi

ECR'nin tedavisi lezyonun doğasına ve erişilebilirliğine bağlıdır. Tedavi amaçları şunları içerir:

- Rezorpsiyon sürecini durdurmak için rezorptif lezyonun küretajı
- Rezorptif defekti onarmak
- Etkilenen diş nüks açısından takip etmek

ECR'nin nedeni bilinmediği için ECR'nin önlenmesi tahmin edilebilir değildir. Preoperatif KIBT, tedavi planlamasında ve hastaya tedavi seçeneklerinin açıklanmasında esastır. ECR'nin tedavi seçenekleri arasında; kök kanal tedavisi ile/-siz eksternal onarım, kök kanal tedavisi ile birlikte internal onarım, kasıtlı replantasyon, tedavi edilemeyen ECR için hassasiyet testi veya dişin çekimini içeren periyodik takibi bulunmaktadır (Patel et al., 2018).

Eksternal onarım; rezorptif defektin cerrahi olarak açığa çıkarılmasını, defektin tamamen küretajını ve defektlerin kompozit, cam iyonomer siman veya Biodentine ile restorasyonunu içerir.

Kök kanal tedavisi, kök kanalının ECR ile perforasyona uğradığı ve/veya geri dönüşümsüz pulpitis, pulpa nekrozu veya apikal periodontitis belirti/semptomları bulunan olgularda endikedir. Eksternal onarımda öncelikle kök kanalına giriş sağlanmalıdır, eksternal onarım sırasında kanal açıklığını korumak için kök kanallarına güta perka yerleştirilmelidir. Eksternal onarım tamamlandıktan sonra diş kök kanal tedavisi uygulanabilir.

İnternal onarım, ECR kök kanal sistemine yakın olduğunda veya kök kanal sistemini perforate ettiğinde ve cerrahi erişim uygun giriş açısı bulunmuyorsa veya aşırı miktarda madde kaybına yol açacaksa önerilmektedir. Kök kanal tedavisi tamamlanır ve giriş kavitesi rezorptif defektle birlikte tamir edilir. Uzun şaftlı frezler ve ultrasonik uçlar, rezorptif lezyonun dental operasyon mikroskobu altında çıkarılmasında yararlıdır (Patel et al, 2018). Biodentine, rezorbe olmuş dentini onarmak için kullanılabilen ve yüksek pH'ı, herhangi bir osteoklastik kalıntının osteoklastik etkisini durdurmaya yardımcı olmaktadır.

Tedavi seçenekleri arasında takip, internal yaklaşım, eksternal yaklaşım veya hem internal hem de eksternal yaklaşımın kombinasyonu gibi seçilen tedavi seçeneğinden bağımsız olarak sağkalım oranı ECR lezyonunun boyutuyla ilişkili görünmektedir.

Kastlı replantasyon, ECR defektlerini başarılı bir şekilde onarmak için birkaç vaka raporunda tanımlanmıştır (Krug, Soliman, & Krastl, 2019). Bu tedavi seçeneği, örneğin kökün orta veya apikal üçlüsünde interproksimal olarak yer alan ECR gibi eksternal veya internal bir yaklaşımla ECR'ye ulaşamadığı ve onarılamadığı durumlarda uygulanabilir.

Tedavi edilemeyen ECR için; eğer hasta asemptomatik ise, ECR'nin herhangi bir ilerlemesini ve/veya semptom gelişimini izlemek için dışı periyodik olarak takip edilebilir (Irinakis, 2018). ECR defektlerinin onarılması ile aktif tedavi uygulanmaması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı sonucuna varılmıştır.

Özel vakalarda RCT'den ziyade vital pulpa tedavisi de endike olabilir. Belirli durumlarda, yani dış gelişmekte olan dişlenme döneminde onarılamaz olduğunda, alveol kemiğini korumak ve gelişmesine izin vermek için kökün dekorasyonu önerilebilir (Asgary et al, 2009). Dışın çekimi; düzeltilemeyen, semptomatik ECR lezyonları için bir tedavi seçeneğidir. ECR, zayıflamış ve rezorbe diş yapısı ve kemik benzeri dokunun rezorptif kaviteye sızması nedeniyle çekim sırasında etkilenen diş kırılmaya yatkın hale getirme eğilimindedir ve bu nedenle ECR, estetik bölgede olan dişleri etkilediğinde bunun dikkatle değerlendirilmesi gerekir ve multidisipliner bir yaklaşım önerilir (Patel, Foschi, Condon, et al., 2018).

Eksternal İnflamatuar Rezorpsiyon (EIR)

Eksternal inflamatuvar rezorpsiyon (EIR), kronik apikal periodontitis tanısı alan dişlerin çoğunun kökünün dış yüzeyinde mevcuttur (Vier & Figueiredo, 2002). EIR ayrıca ciddi dental travmaya (örneğin avülsiyon ve lüksasyon) maruz kalan dişleri de etkilemektedir. Dental travma yaralanması vakalarında EIR, kök yüzeyi ve komşu periodonsiyumun yaralanması sonucu oluşmaktadır. Başlangıçta kendi kendini sınırlamakta ve sadece hasarlı kök yüzeyinde oluşmaktadır. Sonuç olarak, pulpa canlılığının kaybı ve nekrotik pulpanın enfeksiyonu, EIR'nin ilerlemesine neden olabilmektedir.

Etyoloji ve Prevalans

Çürük, mikrosızıntı ve/veya başarısız mevcut RKÇ nedeniyle enfekte nekrotik kök kanallarından kök kanalı mikrobiyomu, radyografik kronik apikal periodontitis belirtileri olan dişlerin çoğunda EIR ile sonuçlanır (Vier & Figueiredo, 2002). Pulpa nekrozu ve şiddetli dental travmadan (örneğin, avülsiyon ve lüksasyon) etkilenen dişlerin takiben kök kanallarının enfeksiyonu, bakterilerin dentin tübüllerini geçerek kökün dış yüzünün rezorbe

olmuş bölgesine geçmesine ve bunun sonucunda EIR'nin devam etmesine neden olabilir.

EIR'nin lüksasyon yaralanmalarından sonra dişlerin %5-8'inde ve avülse dişlerin replantasyonundan sonra dişlerin %30'unda meydana geldiği bildirilmiştir (Crona-Larsson, Bjarnason, & Norén, 1991). Andreasen ve Pedersen (1985) ekstrüviz lüksasyon vakalarının %6'sında ve lateral lüksasyon vakalarının %3'ünde EIR geliştiğini bildirmiştir (Andreasen & Pedersen, 1985). İntrüzyon vakalarında dişlerin %38'inde bir iyileşme komplikasyonu olarak EIR meydana gelmiştir. Hafif diş travmasında EIR nadiren oluşmakta, konküzyon yaralanmalarında EIR vakası görülmemekte ve sublüksasyon yaralanmalarında sadece bir EIR vakası görülmüştür (F. M. Andreasen & Pedersen, 1985).

Klinik özellikler

EIR'nin klinik özellikleri; ağrı, şişlik, perküsyon veya palpasyona hassasiyet, sinüs yolu ve renk değişikliği gibi geri dönüşümsüz pulpitis ve/veya apikal periodontitistir. Etkilenen diş genellikle pulpa duyarlılık testine negatif yanıt verir (Andreasen & Hjörting-Hansen, 2009).

Radyografik özellikler

EIR tanısı radyografik bulgularla doğrulanır. Yalnızca enfekte nekrotik pulpa içeriklerinden kaynaklanan EIR'de, kök normalde beklenenden daha kısa görünebilir, kök ucunda düzensiz bir kenar boşluğu oluşabilir ve etkilenen köke bitişik periapikal radyolusensi ile ilişkilendirilebilir. Kök ucu da düzensiz bir görünüme sahip olabilir.

Orta ile şiddetli travma öyküsü ile ilişkili EIR, genellikle bitişik bir periradiküler radyolusensi ile birlikte kök yüzeyinin lateral sınırı boyunca düzensiz çanak şeklinde girintiye sahip olur (Andreasen & Hjörting-Hansen, 1966). EIR'den etkilenen bölgede lamina dura kaybı da görülebilir ve travmadan 3-4 hafta sonra tespit edilebilir. EIR'nin erken evresinde kök kanal ana hatları bozulmamış olmalıdır. Kök kanal duvarının perforasyonu, EIR'nin geç teşhis edildiği ve tedavi edildiği ileri aşamalarda meydana gelebilir. EIR, agresif olabilir ve kök rezorpsiyonunun ilerlemesi başlangıçtan sonra hızlı olabilir. Örneğin, tüm kökün rezorpsiyonu aylar içinde gerçekleşebilir. Bu nedenle, EIR'yi mümkün olan en kısa sürede tedavi etmek ve rezorpsiyonun ilerlemesini durdurmak için kök kanal tedavisi uygulamak önemlidir.

Travmadan sonra oluşan eksternal inflamatuvar rezorpsiyon, apikalde oluşabilmesine rağmen, en yaygın olarak görülen lateral inflamatuvar rezorpsiyondur. Eksternal inflamatuvar rezorpsiyon, uzun süredir devam eden enfekte bir kök kanal sistemi ile ilişkiliyse, tipik olarak apikalde meydana gelir, ancak enfekte bir lateral kanal ve foramen ile ilişkiliyse lateral olarak meydana gelebilir. Bu lokasyonlar arasında ayırım yapmanın ana nedeni tedaviyi

etkilemesiyle ilgilidir (Abbott, 2016).

Konvansiyonel radyografi, travma sonrası kök rezorpsiyonunun teşhisi için tercih edilen ilk görüntüleme tekniğidir. Ancak konvansiyonel radyografinin 2 boyutlu yapısı nedeniyle yeterli bilgi sağlayamadığı kabul edilmektedir; bu nedenle, EIR'yi yalnızca kökün proksimal yönlerinde algılanacağından EIR'nin bukkal veya palatinal/lingual yönündeki boyutu tam olarak belirlenmemektedir. Radyograflar, küçük boyutlu rezorptif hasarları tespit edecek kadar hassas değildir. KIBT, paralaks radyograflara kıyasla küçük simüle edilmiş EIR lezyonlarını tespit etmede daha doğru sonuçlar vermektedir (Durack et al, 2011). Kök rezorpsiyon vakalarında kök kanal perforasyonu; kök rezorpsiyonu geniş olsa bile bir radyografide teşhis edilemeyebilir, ancak perforasyonlu rezorpsiyon defekti KIBT görüntülerinde açıkça görülebilir (Bhuva et al., 2011). Bu nedenle, KIBT artık orta ile ileri EIR hasarlarının değerlendirilmesi için geçerli ve güvenilir bir yöntem olarak kabul edilmektedir.

Tedavi

EIR vakalarının tedavisinde amaç; etyolojik faktörü ortadan kaldırmak için dezenfeksiyon, dolayısıyla tedavi edilebilir vakalar için kök kanal tedavisi ve kurtarılamayan vakalar için dişin çekimidir. Kanal tedavisi; uyarıcı faktörleri (mikroorganizmalar ve bunların toksinleri) ortadan kaldırarak rezorpsiyon sürecini durdurur, böylece kökte daha fazla hasarı önler ve aynı zamanda hasarlı kök yüzeyinin sert doku onarımına izin verir (Fuss et al, 2003).

EIR; travma ile ilişkili olduğunda, EIR'nin potansiyel olarak hızla ilerlemesi nedeniyle mümkün olan en kısa sürede kanal tedavisine başlamak önemlidir. Kapalı apeksli dişlerin avülsiyon yaralanmalarında, pulpa canlılığının korunma şansının düşük olması ve EIR riskinin yüksek olması nedeniyle radyografik EIR belirtileri olmasa bile replante edilen diş reimplantasyondan 7-10 gün sonra kök kanal tedavisi uygulanmalıdır (Fouad et al., 2020). Bunun yapılmaması, etkilenen dişin onarılması mümkün olmayan ciddi şekilde rezorbe olmuş bir kök yüzeyi nedeniyle çekilmesine neden olabilir.

Travma ile ilişkili EIR'nin yönetimi için kanal içi ilaçlar kullanılarak kök kanal dezenfeksiyonu için geliştirilmiş protokoller önerilmiştir (Krastl, et al., 2021). 4 haftadan birkaç aya kadar kanal içi ilaç olarak kalsiyum hidroksit uygulanması önerilmiştir (Mohammadi & Dummer, 2011). Radyografik olarak rezorpsiyon süreci kontrol altına alınana kadar kalsiyum hidroksit yerleştirilmesi de önerilmiştir; ancak kanal içi ilaçların kullanımını destekleyen sınırlı kanıt vardır (Patel, 2020). Kalsiyum hidroksit pansumanının bir alternatifi, Ledermix (Riemser) veya Odontopaste (Australian Dental Manufacturing) gibi antibiyotik-kortikosteroid kombinasyonu ardından kalsiyum hidroksitin kullanılmasıdır (Krastl et al., 2021). Antibiyotik-kortikosteroid kanal içi ilaç kombinasyonu, odontoklastları doğrudan inhibe ederek ve rezorptif hücreleri hasarlı kök yüzeyinden ayırarak periodontal membrandaki inflamasyonu

azaltmayı amaçlar (Heithersay, 2007). Randomize kontrollü bir çalışmada; iki grup arasındaki fark anlamlı olmasa da, Ledermix ile tedavi edildiğinde kalsiyum hidroksit ile karşılaştırıldığında daha fazla sayıda reimplante dişin periodontal iyileşme ile ilişkili olduğunu bildirmiştir (Day et al., 2012).

Mevcut periapikal lezyonun iyileşmesi ve önceden rezorbe olmuş kök çevresinde periodontal ligamentin yeniden yapımı klinik olarak başarılı bir sonuçtur. Kök dolgusunun yanlışlıkla aşırı ekstrüzyonu mümkündür, bu nedenle güta-perka kullanılıyorsa konun iyi oturmasını sağlamak için büyük özen gösterilmelidir.

Kalsiyum silikat biyoaktif simanlarla kök dolgusu; mükemmel biyouyumlulukları (Camilleri et al, 2005), iyi sızdırmazlık özellikleri (El Sayed & Saeed, 2012) nedeniyle faydalı olabilir. Periodontal ligamenti/sementi onarma ve eski haline getirme potansiyeli (Zhou et al., 2013), sert doku onarımı (Zanini et al, 2012) ve klastik aktivitenin inhibisyonu için (Narita et al, 2010) daha elverişli bir ortam yaratır.

Eksternal Replasman Rezorpsiyonu (ERR)

ERR, kök yüzeyinde rezorpsiyon ve ardından ankiloz ile sonuçlanabilecek sementin kemik dokusu ile yer değiştirmesidir.

Etyoloji ve Prevalans

ERR, intrüzyon ve avülsiyon yaralanmaları gibi şiddetli lüksasyon ile ilişkilidir. Soares ve ark. (2015), replasman rezorpsiyonunun en sık avülsiyon olgularında (%87,2), ardından intrüziv lüksasyonda (%57,1) görüldüğünü ortaya koymuşlardır (Soares et al., 2015). Bir meta-analizde avülsiyon vakalarında replasman kök rezorpsiyonu oranı %51 olarak ortaya çıkmıştır (Souza et al., 2018).

Klinik özellikler

ERR'nin klinik özellikleri, fizyolojik mobilitenin olmamasıdır (Anderson, 1984). Andersson ve diğerleri tarafından yapılan bir çalışmada, ERR'nin kök yüzeyinin %20'sinden fazlasını içermesi durumunda dişin fizyolojik hareketliliğini kaybedebileceği ve perküsyonda tiz veya metalik bir ses alınacağı sonucuna varılmıştır (Andersson, 1984). Bu bulgu, yalnızca konvansiyonel radyografiye dayandığı için muhtemelen hafife alınmış bir tahmindir ve bu nedenle, konvansiyonel radyografilerde kolayca tespit edilemeyen kökün labial ve lingual/palatinal yönlerinde ERR'nin varlığı ve kapsamı hakkında bir değerlendirme yapılmamıştır. Gelişmekte olan dişlenme döneminde; özellikle hastanın pubertal büyüme atağı öncesinde ERR meydana gelirse, diş infraoklüzyonda kalabilmektedir. Duyarlılık testine yanıtı geciktiren veya maskeleyen tersiyer dentin oluşumu olmadıkça diş, pulpa duyarlılık testine normal yanıt vermektedir. Duyarlılık testine yanıt eksikliği, etkilenen dişte

kanal tedavisi gerekliliği için bir gösterge değildir, çünkü bu patolojik olay tamamen etkilenen periodonsiyum tarafından sürdürülmektedir.

Radyografik özellikler

Konvansiyonel radyografik inceleme; rezorbe olmuş kök yüzeyinin çevredeki kemikle birleşik görüldüğü, periodontal ligament boşluğunun olmadığını ortaya çıkaracaktır. Dentinin yerini kemik aldığı için kök dentini düzensiz veya “güve yemiş” bir görünüme sahip olmaktadır (Andreasen & Hjørting-Hansen, 1966). Radyografiler, yalnızca kökün proksimal yönlerinde ERR'nin kapsamını ortaya çıkarmaktadır. Yukarıda açıklanan kök rezorpsiyon türlerinde olduğu gibi, ERR'nin gerçek doğasını ve kapsamını doğru bir şekilde değerlendirmek için KIBT kullanılmaktadır (Durack, 2016). Konvansiyonel radyografi; bukkal ve palatal yönlerde meydana gelen rezorpsiyon tespit edilemeyeceği için ERR'nin kapsamını ve hatta prevalansını değerlendirmekte yetersiz kalmaktadır.

Tedavi

Günümüzde, ERR'yi durduracak bir tedavi bulunmamaktadır. Kendi kendini sınırlayabilir veya kökü rezorbe etmeye ve onu yıllarca kemik benzeri doku ile değiştirmeye devam ederek sonunda tüm kökü rezorbe edebilir. ERR periyodik olarak takip edilebilir (Finucane & Kinirons, 2003). Daha yaşlı hastalarda ERR'nin ilerlemesi yavaş olabilir ve diş herhangi bir aktif müdahaleye ihtiyaç duymadan uzun yıllar fonksiyonel kalabilir (Andersson et al, 1989). ERR ve ankilozun erken tespiti ve yönetimi, pubertal büyüme atağı öncesinde veya sırasında çocuklarda ve ergenlerde çok önemlidir. Bunun nedeni, anki-loze dişlerin o bölgedeki alveoler kemiğin gelişimini durdurması ve bitişik alveoler kemiğin büyümeye devam etmesi, etkilenen dişin infraoklüzyona ve alveoler kemiğin az gelişmiş olmasına neden olmasıdır (Andrewson & Malmgren, 1999). Bu; hastanın estetiğini, fonetiğini ve işlevini tehlikeye atacak ve gelecekteki restoratif veya protetik tedaviyi daha da karmaşık hale getirecektir (Malmgren, 2013).

Malmgren (2013); çocuk ve ergenlerde ankiloz, infraoklüzyonlu dişin mine-sement birleşimi seviyesinin altında kasıtlı olarak dekore edilmesini savunmuştur (Malmgren, 2013). Bu teknikte bir mukoperiosteal flep kaldırılır ve diş marjinal kemik seviyesinin 2 mm altına kadar dekore edilir. Dekore edilmiş kökün bir kan pıhtısı ile dolmasına izin verilir ve mukoperiosteal flep ile kapatılır. Bu, kökün yapışık mukoza ile kaplanmasını sağlamaktadır. Dekoronasyon, dikey büyümeye izin vermek ve dekore edilmiş kökün üzerinde yeni kemik oluşumunu kolaylaştırmak için alveolar kemiğin bukkal-palatal boyutunu korumayı amaçlamaktadır.

Hasta yetişkin olduğunda; 20'li yaşların başında implant tedavisi gibi kalıcı restoratif tedavi düşünülebilir. Diğer olası tedavi stratejisi olarak infraok-

lüzyonlu diş üzerinde kompozit uygulamasını içermektedir. Bu seçenek, estetiği iyileştirmek için kısa ve orta vadeli bir çözümdür. Ancak dentoalveoler süreç geliştikçe diş kabul edilemeyecek kadar uzun görünebilir (Andrewson & Malnigrn, 1999).

Cerrahi replantasyon; kök ile kemik temasını kesen çekimi ve bitişik dişlerle doğru dikey ve yatay bir ilişkide sokete replantasyonu içerir (Takahashi et al, 2005). Ancak bu tedavi seçeneğini destekleyen sınırlı kanıt vardır (Andrewson & Malnigrn, 1999).

Distraksiyon osteogenezi; aynı zamanda doğru vertikal pozisyonu ve infraoklüzyonlu diş ile ilişkili kemiği eski haline getirmek için de kullanılmıştır (Isaacson et al, 2001).

Filippi ve ark., 15 ankilozе dişі (erken evre) çekim ve kök yüzeyine Emdogain (Straumann; periodonsiyum gelişimini teşvik etmeyi amaçlayan mine matriks türevi içeren jel) uygulamasından sonra IR ile tedavi etmişlerdir. 6 yıllık takipleri, 15 diştен sadece yedisinde başarı göstermiştir (Filippi et al, 2006). Başka bir klinik çalışma, Emdogain kullanıldığında tüm vakalarda başarısızlık bildirmiştir (Schjøtt & Andreasen, 2005).

Dişin ERR ile çekimi; patolojik bir kök kırığı meydana gelirse veya meydana gelme olasılığı varsa endikedir. Aynı zamanda son derece ödün verilmiş estetikte de belirtilmiştir. Ankilozе bir dişin çekimi genellikle cerrahi bir yaklaşım gerektirir ve önemli miktarda kemik kaybına yol açarak gelecekteki implant yerleşimini zorlaştırabilir.

Genel olarak, ERR'nin tedavisi hastanın büyüme durumuna bağlıdır. Erişkinlerde ERR konservatif olarak yönetilmelidir. Estetik görünümü eski haline getirmek için periyodik inceleme ve/veya kompozit oluşturma genellikle yeterlidir. Etkilenen diş geniş ölçüde rezorbe olmuşsa, çekim ve protez ile değiştirme önerilmektedir. Bununla birlikte; çocuklarda/ergenlerde ERR, dekorasyon veya REP gibi daha aktif müdahaleler gerektirmektedir.

Diş ciddi şekilde rezorbe olmuşsa ve çekim gerekiyorsa; büyümekte olan hastalarda kalıcı restoratif veya implant tedavisi kontrendike olduğundan, ototransplantasyon veya ortodontik boşluğun kapatılması daha uygun tedavi yaklaşımıdır.

Geçici Apikal Yıkım (TAB)

Geçici apikal yıkım, yakın zamanda travma öyküsü olan sağlıklı dişlerde kökün apikal kısmının rezorpsiyonudur (Boyd, 1995). TAB, yaralanma tipi ve kök gelişim aşaması ile ilişkili görünmektedir (Andreasen, 1986).

Etyoloji ve Prevalans

Geçici apikal yıkım prevalansı nadiren bildirilir ve bugüne kadar travmadan etkilenen 637 dişte %4.2 prevalans bildiren TAB ile ilgili yalnızca

bir kapsamlı çalışma vardır. TAB, ekstrüzyon ve lateral lüksasyon gibi orta dereceli travma ile ilişkilidir ve nadiren minör travma (sarsıntı ve sublüksasyon gibi) ile ilişkilidir ve ciddi dental travmatik yaralanmalarda (intrüzif lüksasyon) genellikle oluşmamaktadır (Andreasen, 1986). TAB; yalnızca apeksleri kapalı veya yarı kapalı, tamamen oluşmuş köklere sahip dişlerde bildirilmiştir. Kök gelişimi tamamlanmamış dişlerde TAB görülmemesinin nedeni, apikal patoloji belirtilerini maskeleyen gelişen kök apeksleriyle ilişkili erüpsiyonun görünen periapikal radyolusensisi olabilir.

Klinik özellikler

TAB'ın klinik özellikleri arasında hafif diş rengi değişikliği ve pulpa duyarlılık testine geç yanıt verilmesi veya yanıt verilmemesi yer almaktadır. Duyarlılık testine pozitif yanıt, TAB teşhisi konulduktan sonraki 12 ay içinde gerçekleşmektedir. Tersiyer dentin oluşumuna sekonder pulpa obliterasyonu varsa hassasiyet testine gecikmiş veya cevap vermeme gözlemlenmektedir. TAB'deki renk değişikliği genellikle bir yıl içinde düzelmektedir (Boyd, 1995).

Radyografik özellikler

Etkilenen dişin radyografik muayenesi, periodontal ligament boşluğunun genişlediğini ve bulanık görünüm veya apikal lamina dura kaybını ortaya çıkarabilmektedir. Periodontal ligament ve lamina duranın radyografik görünümü bir yıl içinde normal durumuna dönebilmektedir (Cohenca, Karani, & Rotstein, 2003). Yüzey rezorpsiyonu ve pulpa kanalı obliterasyonu neredeyse tutarlı bir şekilde TAB'ın rezolüsyonundan sonra meydana gelmektedir (Andreasen, 1986). Radyolusensinin çözünürlüğü kısmen etkilenen dişin diş yaralanması sırasında ince bir şekilde yer değiştirmesine bağlı olabilmekte ve zamanla tamamen sokete oturdukça radyolusensi kaybolmaktadır.

Konvansiyonel radyografların; bir ışın hedefleme cihazı olsa bile, aynı açılındırmayı ve görüntüyü doğru bir şekilde kopyalamak için sınırlı kapasiteye sahiptir (Rudolph, 1988). Açılımadaki herhangi bir küçük değişiklik, periapikal veya PDL değişikliklerinin izlenememesiyle sonuçlanabilmekte; bu nedenle TAB, radyografik tekniğin sınırlaması nedeniyle bir radyografik artefakt olabilmektedir (Shanon Patel & Saberi, 2018).

Ekstrüzif lüksasyon, PDL boşluğunun düzgün bir şekilde genişlemesi olarak görünebilmekte ve bu daha sonra TAB olarak yanlış teşhis edilmesine yol açmaktadır (Andreasen, 1986).

Tedavi

TAB'ın etyolojisini ve klinik özelliklerini anlamak, travma geçirmiş veya ortodontik tedavi görmüş dişlerde önemlidir. Pulpal nekroz riski düşükse (sarsıntı, sublüksasyon ve ortodontik kuvvetler), tedavi yapılmaması ve bekleme yaklaşımı düşünülebilir. Belirti ve semptomların geri dönüşü 1 yıl

içinde gözlenmelidir. Periapikal bölgedeki ve PDL'deki ilk radyografik değişikliklerin kaybolması; radyografik inceleme sırasında açılanmadaki hafif bir değişiklik minör periapikal radyolusensi veya PDL boşluğunun genişlemesini maskeleyebileceğinden, TAB'nin ilk tanısını doğrulamaz.

Travma geçirmiş dişlerde pulpa nekrozu riskinin değerlendirilmesi önemlidir. Andreasen (1988), daha kapsamlı yaralanmalarda (intrüzyon ve lateral lüksasyon); pulpa nekrozu riskinin arttığını, sarsıntı ve sublüksasyonun en iyi prognoza sahip olduğunu bildirmiştir (Andreasen, 1988).

TAB'da rapor edilen renk değişikliği; pulpa duyarlılık testine gecikmiş yanıt ve radyografik değişiklikler, yalnızca pulpa nekrozunun belirlenmesi için örnek teşkil etmemelidir. Perküsyona veya bukkal palpasyona hassasiyet, pulpa nekrozu ile duyarlılık testlerinden daha sık ilişkilidir (Andreasen, 1988).

Doppler flowmetry ya da pulse oximetry, pulpa kan akışını değerlendirebilir ve bu nedenle travmayı takiben canlılığı soğuk veya elektrik testlerinden daha doğru bir şekilde belirlemek için kullanılabilir (Cohenca et al., 2003). Daha nesnel duyarlılık testlerine yönelik araştırmalara ihtiyaç vardır.

SONUÇ

Çeşitli kök rezorpsiyon türlerinin etyolojisi ve patogenezi hakkında daha derin bir bilgi edinmek için sağlam klinik araştırma gereklidir. Kök rezorpsiyonunun teşhisi ve/veya tedavisi klinisyenler için zorlayıcı olabilmekte ve yanlış teşhisle sonuçlanabilmektedir. Endodontinin bu alanında daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Kapsamlı ve sistematik bir klinik ve radyografik muayenenin önemi, uygun yönetimi sağlamak için çok önemlidir. Kök rezorpsiyonunun prognozu, doğru ve erken teşhise bağlıdır. KIBT, tanıyı doğrulamak ve/veya tedaviye yardımcı olmak için giderek daha fazla kullanılmaktadır.

KAYNAKÇA

- Abbott, P. V. (2016). Prevention and management of external inflammatory resorption following trauma to teeth. *Australian Dental Journal*, 61. <https://doi.org/10.1111/adj.12400>
- Ahlberg, K., Bystedt, H., Eliasson, S., & Odenrick, L. (1983). Long-term evaluation of autotransplanted maxillary canines with completed root formation. *Acta Odontologica Scandinavica*, 41(1). <https://doi.org/10.3109/00016358309162300>
- Alemam, A. A., Abu Alhaja, E. S., Mortaja, K., & AlTawachi, A. (2020). Incisor root resorption associated with palatally displaced maxillary canines: Analysis and prediction using discriminant function analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 157(1). <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.08.008>
- Andersson, L. (1984). Tooth ankylosis: Clinical, radiographic and histological assessments. *International Journal of Oral Surgery*, 13(5). [https://doi.org/10.1016/S0300-9785\(84\)80069-1](https://doi.org/10.1016/S0300-9785(84)80069-1)
- Andersson, L., Bodin, I., & Sörensen, S. (1989). Progression of root resorption following replantation of human teeth after extended extraoral storage. *Dental Traumatology*, 5(1). <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1989.tb00335.x>
- Andrewson, L., & Malnigrcon, B. (1999). The problem of dentoalveolar ankylosis and subsequent replacement resorption in the growing patient. *Australian Endodontic Journal*, 25(2). <https://doi.org/10.1111/j.1747-4477.1999.tb00088.x>
- Andreasen, F. M. (1986). Transient apical breakdown and its relation to color and sensibility changes after luxation injuries to teeth. *Dental Traumatology*, 2(1). <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1986.tb00118.x>
- Andreasen, F. M. (1988). Histological and bacteriological study of pulps extirpated after luxation injuries. *Dental Traumatology*, 4(4). <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1988.tb00317.x>
- Andreasen, F. M., & Pedersen, B. V. (1985). Prognosis of luxated permanent teeth — the development of pulp necrosis. *Dental Traumatology*, 1(6). <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1985.tb00583.x>
- Andreasen, J. O., & Hjørting-Hansen, E. (1966). Replantation of teeth. II. Histological study of 22 replanted anterior teeth in humans. *Acta Odontologica Scandinavica*, 24(3). <https://doi.org/10.3109/00016356609028223>
- Andreasen, J. O., & Hjørting-Hansen, E. (2009). Replantation of Teeth. I. Radiographic and Clinical Study of 110 Human Teeth Replanted After Accidental Loss. *Http://Dx.Doi.Org/10.3109/00016356609028222*, 24(3), 263–286. <https://doi.org/10.3109/00016356609028222>
- Arnold, M. (2021). Reparative Endodontic Treatment of a Perforating Internal Inflammatory Root Resorption: A Case Report. *Journal of Endodontics*, 47(1). <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.09.022>

- Årtun, J., van 't Hullenaar, R., Doppel, D., & Kuijpers-Jagtman, A. M. (2009). Identification of orthodontic patients at risk of severe apical root resorption. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 135(4). <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.06.012>
- Asgary, S., Nourzadeh, M., Verma, P., Hicks, M. L., & Nosrat, A. (2019). Vital Pulp Therapy as a Conservative Approach for Management of Invasive Cervical Root Resorption: A Case Series. *Journal of Endodontics*, 45(9). <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.05.020>
- Bhuva, B., Barnes, J. J., & Patel, S. (2011). The use of limited cone beam computed tomography in the diagnosis and management of a case of perforating internal root resorption. *International Endodontic Journal*, 44(8). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2011.01870.x>
- Boyd, K. S. (1995). Transient apical breakdown following subluxation injury: a case report. *Dental Traumatology*, 11(1). <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1995.tb00677.x>
- Burleson, A., Nusstein, J., Reader, A., & Beck, M. (2007). The In Vivo Evaluation of Hand/Rotary/Ultrasound Instrumentation in Necrotic, Human Mandibular Molars. *Journal of Endodontics*, 33(7). <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.04.015>
- Cabrini, R. L., Maisto, O. A., & Manfredi, E. E. (1957). Internal Resorption of dentine: Histopathologic control of eight cases after pulp amputation and capping with calcium hydroxide. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 10(1), 90–96. [https://doi.org/10.1016/S0030-4220\(57\)80120-0](https://doi.org/10.1016/S0030-4220(57)80120-0)
- Camilleri, J., Montesin, F. E., Di Silvio, L., & Pitt Ford, T. R. (2005). The chemical constitution and biocompatibility of accelerated Portland cement for endodontic use. *International Endodontic Journal*, 38(11). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2005.01028.x>
- Chogle, S., Zuaitar, M., Sarkis, R., Saadoun, M., Mecham, A., & Zhao, Y. (2020). The Recommendation of Cone-beam Computed Tomography and Its Effect on Endodontic Diagnosis and Treatment Planning. *Journal of Endodontics*, 46(2). <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.10.034>
- Cohenca, N., Karni, S., & Rotstein, I. (2003). Transient apical breakdown following tooth luxation. *Dental Traumatology*, 19(5). <https://doi.org/10.1034/j.1600-9657.2003.t01-1-00191.x>
- Cooke, J., & Wang H.L. (2006). Canine impactions: incidence and management. Retrieved December 27, 2022, from . The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry, 26, 483–491. website: <https://www.perioimplantchicago.com/wp-content/uploads/2021/12/Cuspid-Cooke-2006.pdf>
- Crona-Larsson, G., Bjarnason, S., & Norén, J. G. (1991). Effect of luxation injuries on permanent teeth. *Dental Traumatology*, 7(5). <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1991.tb00436.x>
- Day, P. F., Gregg, T. A., Ashley, P., Welbury, R. R., Cole, B. O., High, A. S., & Dugal, M. S. (2012). Periodontal healing following avulsion and replantation of

- teeth: A multi-centre randomized controlled trial to compare two root canal medicaments. *Dental Traumatology*, 28(1). <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2011.01053.x>
- Durack, C. & P. S. (2016). *Root resorption* (1st edition; S. H. S. , S. H. & D. C. . Patel, Ed.). Berlin: Quintessence Publishing Co., Ltd.
- Durack, C., Patel, S., Davies, J., Wilson, R., & Mannocci, F. (2011). Diagnostic accuracy of small volume cone beam computed tomography and intraoral periapical radiography for the detection of simulated external inflammatory root resorption. *International Endodontic Journal*, 44(2). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2010.01819.x>
- El Sayed, M., & Saeed, M. (2012). In vitro comparative study of sealing ability of Diadent BioAggregate and other root-end filling materials. *Journal of Conservative Dentistry*, 15(3). <https://doi.org/10.4103/0972-0707.97950>
- Ericson, S., & Kurol, J. (1987). Radiographic examination of ectopically erupting maxillary canines. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 91(6). [https://doi.org/10.1016/0889-5406\(87\)90005-9](https://doi.org/10.1016/0889-5406(87)90005-9)
- Filippi, A., Pohl, Y., & Von Arx, T. (2006). Treatment of replacement resorption by intentional replantation, resection of the ankylosed sites, and Emdogain® - Results of a 6-year survey. *Dental Traumatology*, Vol. 22. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2005.00363.x>
- Finucane, D., & Kinirons, M. J. (2003). External inflammatory and replacement resorption of luxated, and avulsed replanted permanent incisors: A review and case presentation. *Dental Traumatology*, Vol. 19. <https://doi.org/10.1034/j.1600-9657.2003.00154.x>
- Fouad, A. F., Abbott, P. v., Tsilingaridis, G., Cohenca, N., Lauridsen, E., Bourguignon, C., ... Levin, L. (2020). International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 2. Avulsion of permanent teeth. *Dental Traumatology*, Vol. 36. <https://doi.org/10.1111/edt.12573>
- Friedman, S., Rotstein, I., Libfeld, H., Stabholz, A., & Heling, I. (1988). Incidence of external root resorption and esthetic results in 58 bleached pulpless teeth. *Dental Traumatology*, 4(1). <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1988.tb00288.x>
- Fuss, Z., Tsesis, I., & Lin, S. (2003). Root resorption - Diagnosis, classification and treatment choices based on stimulation factors. *Dental Traumatology*, 19(4). <https://doi.org/10.1034/j.1600-9657.2003.00192.x>
- Gartner, A. H., Mack, T., Somerlott, R. G., & Walsh, L. C. (1976). Differential diagnosis of internal and external root resorption. *Journal of Endodontics*, 2(11). [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(76\)80071-4](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(76)80071-4)
- Gencoglu, N., Yildirim, T., Garip, Y., Karagenc, B., & Yilmaz, H. (2008). Effectiveness of different gutta-percha techniques when filling experimental internal resorptive cavities. *International Endodontic Journal*, 41(10). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2008.01434.x>

- Gunst, V., Huybrechts, B., de Almeida Neves, A., Bergmans, L., van Meerbeek, B., & Lambrechts, P. (2011). Playing wind instruments as a potential aetiologic cofactor in external cervical resorption: Two case reports. *International Endodontic Journal*, 44(3). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2010.01822.x>
- Gunst, V., Mavridou, A., Huybrechts, B., van Gorp, G., Bergmans, L., & Lambrechts, P. (2013). External cervical resorption: An analysis using cone beam and micro-focus computed tomography and scanning electron microscopy. *International Endodontic Journal*, 46(9). <https://doi.org/10.1111/iej.12073>
- Haapasalo, M., & Endal, U. (2006). Internal inflammatory root resorption: the unknown resorption of the tooth. *Endodontic Topics*, 14(1). <https://doi.org/10.1111/j.1601-1546.2008.00226.x>
- Harris, E. F., Kineret, S. E., & Tolley, E. A. (1997). A heritable component for external apical root resorption in patients treated orthodontically. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics : Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 111(3). [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(97\)70189-6](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(97)70189-6)
- Heithersay, Geoffrey S. (2004). Invasive cervical resorption. *Endodontic Topics*, 7(1), 73–92. <https://doi.org/10.1111/J.1601-1546.2004.00060.X>
- Heithersay, G.S. (2007). Management of tooth resorption. *Australian Dental Journal*, 105–121.
- Irinakis, E. (2018). External cervical root resorption : determinants and treatment outcomes. *Sciences*. <https://doi.org/10.14288/1.0373171>
- Irinakis, E., Aleksejuniene, J., Shen, Y., & Haapasalo, M. (2020). External Cervical Resorption: A Retrospective Case-Control Study. *Journal of Endodontics*, 46(10). <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.05.021>
- Isaacson, R. J., Strauss, R. A., Bridges-Poquis, A., Peluso, A. R., & Lindauer, S. J. (2001). Moving an Ankylosed Central Incisor Using Orthodontics, Surgery and Distraction Osteogenesis. *Angle Orthodontist*, 71(5).
- Jacobovitz, M., & de Lima, R. K. P. (2008). Treatment of inflammatory internal root resorption with mineral trioxide aggregate: A case report. *International Endodontic Journal*, 41(10). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2008.01412.x>
- Kahler, B., & Rossi-Fedele, G. (2016). A review of tooth discoloration after regenerative endodontic therapy. *Journal of Endodontics*, 42(4). <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.12.022>
- Kaley, J., & Phillips, C. (1991). Factors related to root resorption in edgewise practice. *Angle Orthodontist*, 61(2). [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1991\)061<0125:FRTRRI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1991)061<0125:FRTRRI>2.0.CO;2)
- Kaval, M. E., Güneri, P., & Çalışkan, M. K. (2018). Regenerative endodontic treatment of perforated internal root resorption: a case report. *International Endodontic Journal*, 51(1). <https://doi.org/10.1111/iej.12784>
- Krastl, G., Weiger, R., Filippi, A., Van Waes, H., Ebeleseder, K., Ree, M., ... Galler,

- K. (2021). Endodontic management of traumatized permanent teeth: a comprehensive review. *International Endodontic Journal*, Vol. 54. <https://doi.org/10.1111/iej.13508>
- Krastl, G., Weiger, R., Filippi, A., van Waes, H., Ebeleseder, K., Ree, M., ... Galler, K. (2021). European Society of Endodontology position statement: endodontic management of traumatized permanent teeth. *International Endodontic Journal*, Vol. 54. <https://doi.org/10.1111/iej.13543>
- Krug, R., Soliman, S., & Krastl, G. (2019). Intentional Replantation with an Atraumatic Extraction System in Teeth with Extensive Cervical Resorption. *Journal of Endodontics*, 45(11). <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.07.012>
- Levander, E., & Malmgren, O. (1988). Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment: A study of upper incisors. *European Journal of Orthodontics*, 10(1). <https://doi.org/10.1093/ejo/10.1.30>
- Liang, H., Burkes, E. J., & Frederiksen, N. L. (2003). Multiple idiopathic cervical root resorption: Systematic review and report of four cases. *Dentomaxillofacial Radiology*, Vol. 32. <https://doi.org/10.1259/dmfr/12925020>
- Lima, T. F., Gamba, T. O., Zaia, A. A., & Soares, A. J. (2016). Evaluation of cone beam computed tomography and periapical radiography in the diagnosis of root resorption. *Australian Dental Journal*, 61(4). <https://doi.org/10.1111/adj.12407>
- Linge, B. O., & Linge, L. (1983). Apical root resorption in upper anterior teeth. *European Journal of Orthodontics*, 5(3). <https://doi.org/10.1093/ejo/5.3.173>
- Lyroutdia, K. M., Dourou, V. I., Pantelidou, O. C., Labrianidis, T., & Pitas, I. K. (2002). Internal root resorption studied by radiography, stereomicroscope, scanning electron microscope and computerized 3D reconstructive method. *Dental Traumatology*, 18(3). <https://doi.org/10.1034/j.1600-9657.2002.00012.x>
- Main, C., Mirzayan, N., Shabahang, S., & Torabinejad, M. (2004). Repair of root perforations using mineral trioxide aggregate: A long-term study. *Journal of Endodontics*, 30(2). <https://doi.org/10.1097/00004770-200402000-00004>
- Malmgren, B. (2013). Ridge preservation/decoronation. *Journal of Endodontics*, 67–72.
- Matzen, L. H., Schropp, L., Spin-Neto, R., & Wenzel, A. (2016). Radiographic signs of pathology determining removal of an impacted mandibular third molar assessed in a panoramic image or CBCT. *Dentomaxillofacial Radiology*, 46(1). <https://doi.org/10.1259/dmfr.20160330>
- Mavridou, A. M., Bergmans, L., Barendregt, D., & Lambrechts, P. (2017). Descriptive Analysis of Factors Associated with External Cervical Resorption. *Journal of Endodontics*, 43(10). <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.05.026>
- Mavridou, A. M., Hauben, E., Wevers, M., Schepers, E., Bergmans, L., & Lambrechts, P. (2016). Understanding External Cervical Resorption in Vital Teeth. *Journal of Endodontics*, 42(12). <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.06.007>
- McNab, S., Battistutta, D., Taverne, A., & Symons, A. L. (1999). External apical root resorption of posterior teeth in asthmatics after orthodontic treatment. *Ame-*

ican Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics : Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics, 116(5). [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(99\)70187-3](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(99)70187-3)

- Mehta, S. A., Deshmukh, S. v., Sable, R. B., & Patil, A. S. (2017). Comparison of 4 and 6 weeks of rest period for repair of root resorption. *Progress in Orthodontics*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s40510-017-0173-1>
- Mohammadi, Z., & Dummer, P. M. H. (2011). Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. *International Endodontic Journal*, Vol. 44. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2011.01886.x>
- Narita, H., Itoh, S., Imazato, S., Yoshitake, F., & Ebisu, S. (2010). An explanation of the mineralization mechanism in osteoblasts induced by calcium hydroxide. *Acta Biomaterialia*, 6(2). <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2009.08.005>
- Ne, R. F., Witherspooti, D. E., Msvjames, B., & Gutmafin, L. (n.d.). *Endodontics Tooth resorption*.
- Odenrick, L., & Brattström, V. (1985). Nailbiting: frequency and association with root resorption during orthodontic treatment. *British Journal of Orthodontics*, 12(2). <https://doi.org/10.1179/bjo.12.2.78>
- Patel, K., Mannocci, F., & Patel, S. (2016). The Assessment and Management of External Cervical Resorption with Periapical Radiographs and Cone-beam Computed Tomography: A Clinical Study. *Journal of Endodontics*, 42(10). <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.06.014>
- Patel, S. , D. C. , R. D. & B. A. (2020). *Root resorption* (12th edition; L. H. K.M. & Berman, Ed.). Hargreaves.
- Patel, S., Brown, J., Semper, M., Abella, F., & Mannocci, F. (2019). European Society of Endodontology position statement: Use of cone beam computed tomography in Endodontics: European Society of Endodontology (ESE) developed by: *International Endodontic Journal*, 52(12). <https://doi.org/10.1111/iej.13187>
- Patel, S., Foschi, F., Condon, R., Pimentel, T., & Bhuvu, B. (2018). External cervical resorption: part 2 – management. *International Endodontic Journal*, 51(11), 1224–1238. <https://doi.org/10.1111/IEJ.12946>
- Patel, S., Foschi, F., Mannocci, F., & Patel, K. (2018). External cervical resorption: a three-dimensional classification. *International Endodontic Journal*, Vol. 51. <https://doi.org/10.1111/iej.12824>
- Patel, S., Mavridou, A. M., Lambrechts, P., & Saberi, N. (2018). External cervical resorption-part 1: histopathology, distribution and presentation. *International Endodontic Journal*, Vol. 51. <https://doi.org/10.1111/iej.12942>
- Patel, Shanon, Kanagasingam, S., & Pitt Ford, T. (2009). External Cervical Resorption: A Review. *Journal of Endodontics*, Vol. 35. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.01.015>
- Patel, Shanon, Ricucci, D., Durak, C., & Tay, F. (2010). Internal root resorption: A re-

- view. *Journal of Endodontics*, Vol. 36. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.03.014>
- Patel, Shanon, & Saberi, N. (2015). External Cervical Resorption Associated with the Use of Bisphosphonates: A Case Series. *Journal of Endodontics*, 41(5). <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.01.035>
- Patel, Shanon, & Saberi, N. (2018). The ins and outs of root resorption. *British Dental Journal*, 224(9). <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2018.352>
- Pierce, A. M. (1989). Experimental basis for the management of dental resorption. *Dental Traumatology*, 5(6). <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1989.tb00371.x>
- Rudolph, D. J. & W. S. C. (1988). Film-holding instruments for intraoral subtraction radiography. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 767-772.
- Sameshima, G. T., & Sinclair, P. M. (2001). Predicting and preventing root resorption: Part I. Diagnostic factors. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 119(5). <https://doi.org/10.1067/mod.2001.113409>
- Schjøtt, M., & Andreasen, J. O. (2005). Emdogain® does not prevent progressive root resorption after replantation of avulsed teeth: A clinical study. *Dental Traumatology*, 21(1). <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2004.00295.x>
- Shirazi, M., Dehpour, A. R., & Jafari, F. (1999). The effect of thyroid hormone on orthodontic tooth movement in rats. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 23(3).
- Soares, A. J., Souza, G. A., Pereira, A. C., Vargas-Neto, J., Zaia, A. A., & Silva, E. J. N. L. (2015). Frequency of root resorption following trauma to permanent teeth. *Journal of Oral Science*, 57(2). <https://doi.org/10.2334/josnusd.57.73>
- Solomon, C. S., Coffiner, M. O., & Chalfin, H. E. (1986). Herpes zoster revisited: Implicated in root resorption. *Journal of Endodontics*, 12(5). [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(86\)80157-1](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(86)80157-1)
- Sondeijker, C. F. W., Lamberts, A. A., Beckmann, S. H., Kuitert, R. B., van Westing, K., Persoon, S., & Kuijpers-Jagtman, A. M. (2021). Development of a clinical practice guideline for orthodontically induced external apical root resorption. *European Journal of Orthodontics*, 42(2). <https://doi.org/10.1093/EJO/CJZ034>
- Souza, B. D. M., Dutra, K. L., Kuntze, M. M., Bortoluzzi, E. A., Flores-Mir, C., Reyes-Carmona, J., ... De Luca Canto, G. (2018). Incidence of Root Resorption after the Replantation of Avulsed Teeth: A Meta-analysis. *Journal of Endodontics*, Vol. 44. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.03.002>
- Sweet, P. A. (1965). Internal Resorption a Chronology. *Dental Radiography and Photography*, 38, 7581.
- Takahashi, T., Takagi, T., & Moriyama, K. (2005). Orthodontic treatment of a traumatically intruded tooth with ankylosis by traction after surgical luxation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 127(2). <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2004.04.015>
- Thoma, K. H. (1935). *Central osteoclastic resorption of dentine and complete repair with osteo-dentine in the permanent tooth of an adult* (57th ed.).

- Tronstad, L. (1988). Root resorption — etiology, terminology and clinical manifestations. *Dental Traumatology*, Vol. 4. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1988.tb00642.x>
- Vier, F. v., & Figueiredo, J. A. P. (2002). Prevalence of different periapical lesions associated with human teeth and their correlation with the presence and extension of apical external root resorption. *International Endodontic Journal*, 35(8). <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2002.00554.x>
- von Arx, T., Schawaller, P., Ackermann, M., & Bosshardt, D. D. (2009). Human and Feline Invasive Cervical Resorptions: The Missing Link?-Presentation of Four Cases. *Journal of Endodontics*, 35(6). <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.03.044>
- Walker, L., Enciso, R., & Mah, J. (2005). Three-dimensional localization of maxillary canines with cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 128(4). <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2004.04.033>
- Wedenberg, C., & Zetterqvist, L. (1987). Internal resorption in human teeth—a histological, scanning electron microscopic, and enzyme histochemical study. *Journal of Endodontics*, 13(6). [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(87\)80041-9](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(87)80041-9)
- Yamaoka, M., Furusawa, K., Ikeda, M., & Hasegawa, T. (1999). Root resorption of mandibular second molar teeth associated with the presence of the third molars. *Australian Dental Journal*, 44(2). <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.1999.tb00211.x>
- Zanini, M., Sautier, J. M., Berdal, A., & Simon, S. (2012). Biodentine induces immortalized murine pulp cell differentiation into odontoblast-like cells and stimulates biomineralization. *Journal of Endodontics*, 38(9). <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.04.018>
- Zhou, H. M., Shen, Y., Wang, Z. J., Li, L., Zheng, Y. F., Häkkinen, L., & Haapasalo, M. (2013). In vitro cytotoxicity evaluation of a novel root repair material. *Journal of Endodontics*, 39(4). <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.11.026>

Bölüm 10

ÇÜRÜK TEŞHİS YÖNTEMLERİ

Kadir CEREN¹

Dilan KOPUZ²

Özlem ERÇİN³

1 Diş Hekimi, İstanbul Kent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
kadirceren@yahoo.com ORCID ID: 0000-0003-2004-1339

2 Dr. Öğretim Üyesi, İstanbul Kent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
dilan.kopuz@kent.edu.tr ORCID ID: 0000-0003-2979-6068

3 Dr. Öğretim Üyesi, İstanbul Kent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
ozlem.ercin@kent.edu.tr ORCID ID: 0000-0003-3379-4567



GİRİŞ

Diş çürüğü en yaygın kronik hastalıklardan birisi olup, eski zamanlardan beri insanları etkilese de çürük yaygınlığı beslenme alışkanlıklarındaki değişime bağlı olarak artmaktadır. Gelişmiş ülkelerdeki bu artış 1970'lerin sonu ile 1980'lerin başında düşüşe geçmiştir ve çürük aktivitesinde belirgin bir azalma gözlemlenmiştir. Bu düşüşün sebebi tam olarak açıklanamasa da sulara ve diş macunu, gargara gibi çeşitli oral hijyen ürünlerine flor ilavesine bağlı olduğu bildirilmiştir (1).

Çürüğün tedavisi toplumlar için maliyet oluşturmaktadır. Direkt tedavi maliyetlerinin yanı sıra zaman ve iş gücü kaybı gibi dolaylı maliyetleri de bulunmaktadır. Bunlara ek olarak ağrı, çürüğün ilerlediği durumlarda diş kaybı ve estetik olmayan görünüm gibi sonuçları da beraberinde getirmektedir (1). Bu nedenle çürüklerin erken teşhis edilmesi oldukça önemlidir, bu sayede henüz kavite oluşmamış dişleri remineralize ederek, erken müdahaleler yapılabilir. Bu nedenle günümüzde koruyucu diş hekimliği kavramı büyük bir öneme sahiptir (2).

Geleneksel çürük teşhis yöntemleri ile doğru sonuca ulaşmadaki zorluklar, yeni yöntemler ve çürük teşhisi için yardımcı cihazların geliştirilmesine sebep olmuştur. Bu nedenle farklı prensiplerde çalışan farklı birçok çürük teşhis cihazı hekimlerin kullanımına sunulmuştur. Bunlar arasında, diş yüzeyindeki değişiklikleri görselleştirmek için kullanılan dijital kamera sistemleri, floresans özellikli yöntemler ve lazerle desteklenen diş çürüğü teşhis sistemleri, mikrodalga özellikli sistemler, termal görüntüleme yöntemleri ve manyetik rezonans görüntüleme yöntemleri yer alır.

DİŞ ÇÜRÜKLERİ

DİŞ ÇÜRÜĞÜ NEDİR?

Ağızdaki mikroorganizmaların diyet ile aldıkları karbonhidratları fermente ettikten sonra açığa çıkardıkları asitlerin diş sert dokularını demineralize etmesiyle oluşan yıkımdır (3). Diş çürüğü mikrobiyolojik, genetik, immünolojik, davranışsal ve çevresel pek çok faktörün bir araya gelmesiyle oluşan bir patolojidir. Diş dokusunun bütünlüğü ve mineral yapısı remineralizasyon-demineralizasyon arasındaki dinamik denge ile korunur. Diş çürükleri diş dokularının yıkımını içeren bulaşıcı, birçok insanda yavaş ilerleme gösteren kronik bir hastalıktır ve estetik olmayan bir görünüme ve fonksiyon kaybına neden olabilmektedir (4).

ÇÜRÜK RİSKİNİ VE ÇÜRÜK OLUŞUMUNU ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Çürük riski, bir bireyde belirli bir zaman diliminde çürük lezyonlarının ortaya çıkma ve ilerleme olasılığıdır. Çürük oluşumu doğrudan ve dolaylı

olarak etkili olan faktörler olarak gruplandırılabilir.

Doğrudan etkili faktörler şunlardır:

- *Ağız hijyeni*: Diş fırçalama, diş ipi kullanımı gibi önlemlerle dental plak miktarının azaltılması çürük oluşumunu önleyici etki gösterir.
- *Bakteriyel etkenler*: Ağızdaki bakterilerin çürük yapıcı türde olup olmadığı önemlidir. Özellikle *Streptococcus mutans* çürük yapıcı bakterilerin başında gelir.
- *Beslenme*: Şekerli ve asitli yiyeceklerin tüketimi, karbonhidrat alımının sıklığı çürük oluşumunu artırır. Düzenli beslenme alışkanlıklarının kazanılması ise çürük oluşumunu azaltıcı etki gösterir.
- *Tükürük*: Tükürük salgısı ve tükürük yapısının ağızda oluşan asidik pH'ı normal değerlere çekme kapasitesi (tamponlama kapasitesi) çürük oluşumunu azaltıcı etki gösterir.
- *Florlu bileşikler*: Florlu diş macunları gibi flor içeren ürünler, çürük oluşumunu önleyici etki gösterir (5).

•

Dolaylı olarak etkileyen faktörler ise şunlardır:

- *Genel sağlık durumu*: Bazı sistemik hastalıklar, ilaç kullanımı, hormonal değişiklikler çürük oluşumunu arttırıcı etki gösterir.
- *Eğitim durumu*: Ağız ve diş sağlığı konusunda yeterli bilgi sahibi olmayan bireylerde çürük oluşumu daha yüksektir.
- *Sosyoekonomik şartlar*: Yetersiz gelir, ağız bakımının önemini konusunda bilgisiz ailede yetişme gibi faktörler çürük oluşumunu arttırıcı etki gösterir.

Çürük oluşumunu etkileyen bu faktörlerin tarihsel olarak değiştiği kabul edilebilir. İnsanların tükettikleri besinler ve beslenme şekilleri, günümüzde, eski çağlara göre farklılıklar göstermektedir. İnsanların yerleşik hayata geçmesi ve tarımın başlamasıyla birlikte, yiyeceklerde çeşitlilik artmaya başladı. Ancak, sanayileşme ve işlenmiş gıdaların yaygınlaşması, diş çürüğü ve diğer diş problemlerinin daha da yaygın hale gelmesine neden oldu. Günümüzde, düzenli diş hekimi kontrollerine gitmek, ağız ve diş sağlığına özen göstermek ve düzenli beslenme alışkanlıkları kazanmak, diş çürüğü riskini azaltmak için önemlidir (6).

DİŞ ÇÜRÜĞÜNÜN ANTROPOLOJİK ÖNEMİ

Dental antropoloji, birçok bilim dalına katkı sağlayan bir araştırma alanıdır. Bu alanda, modern ya da antik toplumların dişlerinin ya da çene yapısının incelenmesi sonucu elde edilen bulguların değerlendirilmesi yapılır. Bu

incelemeler sonucu elde edilen bilgiler, bireyin genetik, evrimsel ve toplumsal akrabalık özellikleri, yaşı, cinsiyeti, beslenme alışkanlıkları ve besin hazırlama yöntemleri, genel sağlık durumu, metabolik hastalıkları, temizlik alışkanlıkları, sosyoekonomik düzeyi, mesleği ve yaşadığı dönemdeki kültürel alışkanlıklar gibi konularda bilgi sağlar. Dışın morfolojik ya da kimyasal yapısında iz bırakan bu faktörler, dental antropolojinin hizmetinde değerlendirilir (7).

Dişler, vücudun en dayanıklı organlarıdır ve yanma ya da toprak altında uzun süre kalma gibi olumsuz şartlarda dahi bozulmadan kalabilirler. Bu da onları antropolojik çalışmalarda ya da kimliklendirme çalışmalarında vazgeçilmez kılmaktadır.

Paleopatoloji, eski toplumlarda kemikler ve dişlerde görülen hastalıkları, travmaları, dejeneratif durumları, beslenme bozukluklarının kemiklerde ve dişlerde yaptığı defektleri, kültürel modifikasyonları veya bireyin mesleğinin iskelet ve diş sistemi üzerinde bıraktığı izleri inceleyen bir bilim dalıdır. Paleopatoloji, birey bazında incelerken; bu bireylerden elde edilen sonuçları tüm popülasyona genelleme işini paleoepidemioloji yapar (8).

Paleodontoloji, paleopatoloji biliminin alt dallarından birisidir ve antik bireylerin diş kalıntılarını inceleyerek o dönemdeki genel ağız sağlığı, dişlerde ve çenelerde görülen hastalıklar ile ilgili döneme ait stomatognatik sistem özellikleri ile ilgili birçok bilgi verir. Bu dental profilin çıkarılması, beslenme özellikleri ve besin hazırlama yöntemlerinin tahmin edilmesine ve o dönemdeki beslenme kültürünün anlaşılmasına yardımcı olur (9). İnsan kalıntılarında en sık görülen dental patolojilerin plağa bağlı görülen patolojiler (periodontal hastalıklar ve diş çürüğü) ile aşınmalar olduğu kabul edilir (10). Ancak, iskelet bulunduğu dişlerdeki lezyonların gerçekten çürük mü olduğunu iyi analiz etmek gerekmektedir. Çünkü uzun süre toprak altında kalmaya bağlı olarak dişlerde çürük benzeri renklenme, hasar gibi olumsuz etkiler oluşabilir (11).

KORUYUCU DİŞ HEKİMLİĞİ NEDİR?

Koruyucu diş hekimliği, ağız ve diş hastalıklarının oluşmadan önlenmesini amaçlayan bir kavramdır. Bireylerin diş hastalıklarının sebeplerini ve bunları önlemek için günlük hayatlarında neleri alışkanlık haline getirmeleri gerektiği yatar. Diş macunu ve gargaralar gibi diş bakım ürünlerinin içeriğine flor eklenmesi, suların florlanması özellikle çocukluk çağından başlayarak bireylere ağız bakımının önemini anlatılması ve bu konuda eğitimler verilmesi gibi uygulamalar koruyucu diş hekimliği uygulamaları olarak bilinir (12).

ÇÜRÜK TEŞHİSİNDE GELENEKSEL YÖNTEMLER

Çürük lezyonlarının teşhisi için en yaygın yaklaşımlar görsel ve dokunsal muayenelerdir. Ancak, kalitatif olmaları ve muayene eden kişiye bağlılıkları nedeniyle çürük tespitinde her zaman kesin sonuçlar alınmayabilir.

Görsel muayene, ayna ve sondla muayene ile klinikte muayene edilerek yapılan diş değerlendirmesidir. Muayeneyi etkin bir şekilde yapabilmek için dişin temiz, kurutulmuş ve iyi aydınlatılmış olması gerekir. Muayenede öncelikli olarak, doku bütünlüğü, lokasyon, renk gibi yüzey özellikleri değerlendirilir.

Görsel muayene işleminde standardizasyonun sağlanabilmesi için farklı sınıflamalar mevcuttur.

- Nyvad
- Uluslararası Görsel Skorum Sistemi (Universal Visual Scoring System)
- Uluslararası Çürük Teşhis ve Değerlendirme Sistemi (International Caries Detection and Assessment System, ICDAS)

Çeşitli diş çürüğü sınıflandırmaları ve değerlendirme standartları kullanılmaktadır. Her sınıflandırmanın farklı skorlama kriterleri olmasına rağmen, tüm sınıflandırmaların temel amacı uluslararası anlamda kabul gören değerlendirme ölçütleri oluşturmak ve klinisyenlere, epidemiyologlara ve araştırmacılara kanıta dayalı bir çürük tespit olanağı sunmaktır (12).

ICDAS, 2002'de kurulmuştur ve 2009'da ise çürük aktivite testleri eklenerek ICDAS-II olarak geliştirilmiştir (13). Erken çürük lezyonlarının ve uzun dönemde meydana gelen değişikliklerin tanımlanmasında güvenilir ve doğru sonuçlar veren bir sınıflandırmadır.

ICDAS II kodları şu şekildedir:

Kod 0	Çürük belirtisi yok
Kod 1	Minede gözle görülen ilk değişiklik
Kod 2	Minede gözle görülen belirgin değişiklik
Kod 3	Gözle görülebilen lokalize mine yıkımı
Kod 4	Dentinden yansıyan karanlık gölge görünümü
Kod 5	Gözle görülen dentinler birlikte belirgin kaviteasyon
Kod 6	Gözle görülebilen dentinle birlikte belirgin geniş kaviteasyon

Görsel muayeneye ek, diş çürüklerinin saptanması için en yaygın tekniklerinden biri radyografilerdir. Radyografiler, görsel muayeneden daha net sonuçlar verse de çürük lezyonlarının derinliğini saptamada bazen yetersiz kalabilirler.

Çürük teşhis yöntemleri, demineralizasyondan kaviteasyona giden aşamaların ortadan kaldırarak çürüğün erken dönemlerde ortaya çıkarılmasını sağlamaktır. Teknolojik gelişmelerle birlikte hekimlerin kullanımına sunulan yeni metot ve cihazlar ile diş sert dokularındaki değişikliklerin görülmesi sağlanarak, koruyucu ve durdurucu tedbirlerin sayesinde restorasyon sayısının azaltılması hedeflenmektedir (13).

ÇÜRÜK TEŞHİSİNDE GÜNCEL YÖNTEMLER

ELEKTRİKSEL İLETKENLİK ÖLÇÜM YÖNTEMİ (ECM)

Diş yüzeyinde oluşan çürüklerin tespiti için kullanılan yöntemlerden biri, Elektriksel İletkenlik Ölçümü'dür (ECM). Diş yüzeyindeki mineral kaybı sonucu oluşan poroziteler, su ve tükürükten gelen iyonlarla dolup, elektriksel iletkenlik değişikliklerine neden olur. Bu değişiklikler, demineralizasyon sürecinin başlangıcından itibaren sürekli olarak ölçülür (14). Artan porozite, elektrik direncinin azalmasına neden olur (15). ECM probu, belirli bir bölgenin elektriksel özelliklerini ölçmek için kullanılır. Bu prob, bir fissüre 5 saniye boyunca doğrudan uygulanır. Ölçüm periyodu boyunca, probun ucundan sürekli basınçlı hava salınarak bölgenin kuru kalması sağlanarak daha doğru veriler toplanmış olur (16). Elektriksel iletkenlik derecesi, porozite, temas alanı, dokunun kalınlığı, minenin hidrasyonu ve diş sıvılarının iyonik içeriği gibi birçok faktör tarafından belirlenir (5).

ECM yöntemi, diş çürüğünün erken teşhisinde oldukça etkilidir. ECM, diş yüzeyindeki çürüklerin boyutunu, şeklini ve yerleşimini tespit edebilir. Ayrıca, diş hekimleri, ECM sonuçlarına dayanarak çürüğün ilerleme hızını da tahmin edebilirler. Bu nedenle, ECM, diş çürüğü tedavisinde oldukça önemli bir rol oynar ve diş hekimleri tarafından sık sık kullanılır.

FİBER OPTİK TRANSİLLUMİNASYON YÖNTEMİ (FOTI)

Sağlam mine, yoğun bir şekilde bir araya gelmiş hidroksiapatit kristallerinden oluşur. Ancak mine kristalleri demineralizasyon varlığında bozulduğunda, ışık fotonları saçılır ve bu da optik bozulmalara neden olur. Bu durumda, mine kristallerinin bozulduğu alanlar, görünür ışıkla transilüminasyon yapıldığında koyu gölgeler olarak görünürler. Fiber optik transilüminasyon (FOTI) cihazı, demineralize diş dokularındaki hasarın derinliğini değerlendirmek için kullanılabilir. Bu cihaz, özellikle oklüzal lezyonların derinliğini değerlendirmek (çürüklerin dentine ulaşıp ulaşmadığını belirlemek) ve proksimal lezyonları tespit etmek için uygundur.

DİJİTAL FİBER OPTİK TRANSİLLUMİNASYON YÖNTEMİ (DIFOTI)

FOTI sistemi, basit bir yapıya sahip olmasına rağmen bazı dezavantajlar barındırır. Bu dezavantajlar arasında sistemin öznel olması, görüntülerin kaydedilememesi ve doğru yorumlanabilmesi için tecrübe gerektirmesi sayılabilir. Bu dezavantajların üstesinden gelmek için FOTI'nin diğer bir görüntüleme versiyonu olan "dijital görüntüleme FOTI" (DIFOTI) geliştirilmiştir. DIFOTI, düz ve oklüzal yüzeyler için kullanılan iki farklı kafa, yüksek yoğunluklu bir ışık kaynağı ve gri skala bir kameradan oluşmaktadır. Görüntüler bilgisayar monitöründe görüntülenebilir ve saklanabilir (16).

DIFOTI, görüntülerin dijital olarak alınması için görünür ışık kaynağı (450-700 nm aralığında dalga boyuna sahip) ve CCD kamera kullanır. Oklüzal veya bukkal ve lingual yüzeyler için eş zamanlı bir görüntü sağlayabilir. Oklüzal görüntüler elde etmek için DIFOTI'nin oklüzal ucu kullanılırken, eksensel görüntüler elde etmek için ise aproksimal uç kullanılır (17).

DIFOTI, FOTI sisteminin dezavantajlarının üstesinden gelerek daha objektif ve doğru sonuçlar elde edilmesini sağlar. Ayrıca, görüntülerin dijital olarak kaydedilmesi sayesinde daha sonra kullanılmak üzere saklanabilir.

YAKIN KIZILÖTESİ IŞIK TRANSİLLUMİNASYON YÖNTEMİ (NIDIT)

DIFOTI cihazıyla görüntü elde etmek için genellikle görünür ışık kullanılırken, bu cihazda yakın kızılötesi ışık (dalga boyu: 780 nm) kullanılarak görüntü elde edilir. Yakın kızılötesi ışık uygulanarak aydınlatılan diş bölgesinden alınan görüntü, CCD sensörü tarafından yakalanır ve özel bir yazılım kullanılarak bilgisayara aktarılır (18). Şu anda, yakın kızılötesi yansıtma (NIRR), mine lezyonlarının tanısında proksimal bölgeler için uygun bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Ancak, görüntü alınırken diş yüzeyinin kuru olması gerektiği için, bazı durumlarda ideal görüntülerin elde edilmesi mümkün olmayabilir. Ayrıca, görüntü kalitesini artırmak için cihazın diş yüzeyine dik olarak tutulması gerekmektedir. Bu nedenle, klinik olarak her zaman ideal görüntülerin alınması mümkün olmayabilir ve bu durum, görüntüleme sürecindeki sorunlar nedeniyle NIRR'nin geçerliliğinin azalabileceği anlamına gelir (18).

NIRR kullanırken, kavitasyonlu proksimal lezyonlar ile kavitasyonsuz lezyonları ayırmak için herhangi bir sınıflandırma sistemi bulunmamaktadır. Kızılötesi ışık, transparan mine dokusundan geçerken, diş çürüğü ve dentin arasındaki mikrogözeneklerden saçılması sonucu görüntü oluşur. Yakalanan görüntülerde, sağlam mine koyu, çürükler ve dentin opak görünür. Mine lezyonları, koyu renkli mine içinde opak oldukları için net bir şekilde tanımlanabilirken hem çürük lezyonlar hem de sağlıklı dentin opak görüntü verdiği için dentin lezyonlarını ayırt etmek oldukça güçtür (16). Bu nedenle, NIRR, diş lezyonlarının tespitinde diğer yöntemlerle birlikte kullanılmalı ve dentin lezyonlarının doğru bir şekilde değerlendirilmesi için daha gelişmiş teknolojilerin geliştirilmesi gerekmektedir.

FLORESANS YÖNTEMLERİ

KANTİTATİF IŞIK ETKİLİ FLORESANS (QLF)

Kantitatif ışık etkili floresans (QLF), diş çürüklerini erken tespit etmek ve daha sonra çürükleri süreç boyunca takip etmek için kullanılan bir görünür ışık sistemidir. Yeşil ve kırmızı floresans algılama biçimleri kullanılarak, bir lezyonun aktif olup olmadığı belirlenebilir ve herhangi bir lezyonun

muhtemel ilerlemesi tahmin edilebilir (5).

QLF, mine otofloresansı prensibine göre çalışır. Demineralizasyon ile ilişkili floresans kaybını tespit eder, miktarını belirler (19,20).

Işık, çürük dokularda mineral kaybı nedeniyle sağlam dokulara göre daha hızlı dağılır ve doku içerisindeki absorpsiyonu azalır. Bu özelliklerin değişmesi sonucu çürük lezyonları içerisinde ışığın saçılması, lezyon bölgesindeki mineral kaybının değerlendirilmesi hakkında bize bilgi verir (5).

Teknik, diş dokusunun mavi ışık (370 nm) ile uyarılması ve bunun sarı-yeşil bölgeye floresans ışığı olarak yayılması prensibine dayanır. Lezyon mevcut olduğunda arka plan üzerinde koyu noktalar olarak görünür. Floresans görüntüleri kayıpları, komşu sağlıklı dokuya göre ölçülebilir (21-25).

LAZER FLORESANS YÖNTEMİ (DIAGNODENT, DIAGNODENT PEN)

Dental teşhislerde iyonize radyasyona maruz kalmayı önlemek veya azaltmak amacıyla birçok X-ışını içermeyen teşhis yöntemi piyasaya sunulmuştur. Lazer floresans ölçümü (LF), ör. DIAGNOdent'in (KaVo, Biberach, Almanya) okluzal bölgelerin değerlendirilmesinde değerli bir yöntem olduğu ilk kez kanıtlanmıştır (26).

DIAGNOdent, dişlerin okluzal çürüklerinin teşhisinde, görsel muayenenin yanı sıra tamamlayıcı bir araç olarak kullanılmaktadır. Bu cihaz, diş yüzeyine uygulanan 655 nm dalga boyundaki diyot lazerin, intraoral bakteriler ve metabolitleri tarafından emilerek kırmızı bir floresans yayması prensibine dayanmaktadır. Böylelikle, diş yüzeyinden yansıyan bu floresans, cihazın ekranında 0 ile 99 arasında bir sayı ile gösterilir. Sayı ne kadar büyükse, o kadar büyük bir bozulma alanı olduğu anlamına gelir. Bu nedenle, lazer floresans, diş çürüğünün teşhisi için kantitatif ve non-invaziv bir yöntem sağlar. Bu yöntem, diş hekimlerine, çürüklerin erken teşhis edilmesi ve tedavi edilmesi için yardımcı olur. Bu da daha az invaziv tedavilerin uygulanması ve ağrı veya diş kaybı gibi daha ciddi sorunların önlenmesine yardımcı olur.

Sonuç olarak, DIAGNOdent, diş hekimlerinin, diş çürüğünün erken teşhisi ve tedavisi için kullanabilecekleri kantitatif, non-invaziv ve etkili bir yöntemdir.

Diğer bir yeni teknoloji ise DIAGNOdent pen'dir (KaVo Dental, Biberach, Almanya). Bu cihaz, DIAGNOdent ile aynı prensipte çalışır, iki farklı safir fiber uca sahiptir: Silindirik ve konik uç. Oklüzal çürük tespitinde DIAGNOdent ve DIAGNOdent pen'i karşılaştıran bir çalışmada, bu yeni cihazın DIAGNOdent ile karşılaştırılabilir sonuçlar verdiği saptanmıştır (27).

Yakın zamanda, "Vistaproof" adında yeni bir floresans kamera ile DIAGNOdent gibi çürük lezyonlarında artan floresans prensibiyle çalışır,

ancak cihazda farklı bir dalga boyu kullanılmaktadır. Elde edilen görüntüler yazılım tarafından analiz edilerek kaydedilip saklanılabilir (16).

ULTRASONİK YÖNTEMLER

Ultrasonik yöntemler, diş hekimliği alanında özellikle çürük tespiti ve diş dokusu analizinde kullanılan bir teknolojidir. Ultrason, ses dalgalarını kullanarak dişin iç ve dış yapısını görüntülemek için kullanılır. Ses dalgalarının gazlardan, sıvılardan ve katılardan geçebilmesi prensibine dayanır (16).

Ultrasonik görüntüleme için, dişe ulaşabilmesi için su ve gliserin gibi maddeler içeren bir bağlantı mekanizması kullanılır. Ultrason, insanların duyabileceğinden daha yüksek frekanslara sahip ses dalgalarını kullanarak çalışır (17). Ultrasonik yöntemlerin çürük tespitinde kullanılması, sağlam ve demineralize mine arasındaki ses iletkenliğindeki farklılıklara dayanmaktadır (28). Bu yöntem, çürük oluşmadan önce mine yapılarının zayıflama belirtilerini tespit etmeye yardımcı olur.

Ultrasonik yöntemlerin diğer avantajları arasında, basit ve düşük maliyetli olması, zararlı yan etkilerin bulunmaması ve gerçek zamanlı görüntülerin sağlanması gibi özellikler yer almaktadır.

KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ YÖNTEMİ

Konik ışınli bilgisayarlı tomografi (Cone-Beam Computed Tomography-CBCT), 3 boyutlu görüntü oluştururken 2 boyutlu bir x-ışını detektörü ve koni veya piramit şeklinde bir x-ışını ışını kullanır (26,27). CBCT, dental uygulamalarda kullanılan bir yöntemdir. İmplant yerleştirilmesinde, ortodontik tedavi planlamasında, temporomandibular eklem değerlendirilmesinde, travma hastalarının değerlendirilmesinde ya da çürük tespitinde yaygın olarak kullanıldığını gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (17). Geleneksel bilgisayarlı tomografiye göre daha az radyasyon ve daha az maliyet ile 3 boyutlu görüntüler elde etmemizi sağlar. Elde edilen görüntüler frontal, sagittal ve aksiyal düzlemlerde incelenebilir (17).

OPTİK KOHERENS TOMOGRAFİ YÖNTEMİ

Optik koherens tomografi (Optical Coherens Tomography-OCT), invaziv olmayan, ışınlanmayan ve gerçek zamanlı enine kesit görüntüsü elde etmek için kızılötesi ışık kullanan bir görüntüleme tekniğidir. Dokunun optik absorpsiyon ve saçılma özelliklerindeki farklılıklara dayanarak, transillümine dokudan geri saçılan ışık ile görüntüler oluşturur (17). Diş hekimliği uygulamaları arasında, OCT erken çürük tespiti, diş çatlağı teşhisi ve mevcut restorasyonların marjinal bütünlüğünün değerlendirilmesi yer alır (29,30). Ayrıca, tüm çürük aşamalarının ve dentin yapılarının görüntülenmesinde de kullanılır (31).

ALTERNATİF AKIM EMPEDANS SPEKTROSKOPİSİ YÖNTEMİ

Alternatif akım empedans spektroskopisi tekniğini (Alternating Current Impedance Spectroscopy Technique-ACIST) kullanan CarieScan ProTM (Orangedental, Biberach, Almanya) adlı invaziv olmayan bir cihaz, çürük oluşmuş bir dokunun iletkenlik özellikleri ile sağlam bir diş dokusu arasındaki farkı değerlendirir. Düşük voltajlı akım kullanarak diş yapısındaki mineral farklılıklarını ölçer. Bu cihaz, ICDAS kodu 1 ve 2'ye göre belirlenen kavite oluşmamış lezyonları değerlendirmek için kullanılabilir (32).

IŞIK YAYAN DİYOT

Işık Yayan Diyot (Light-Emitting Diode-LED) cihazı, sağlam ve demineralize dişler arasındaki farklı görsel sinyalleri ayırt eden bilgisayar tabanlı bir algoritmaya sahiptir (33). Bir fiberoptik uç sayesinde alınan sinyal değerleri analiz edilerek çürük varlığı tespit edilmiş olur. Çürük varlığında ışık yeşilden kırmızıya dönerek sinyal sesi artmaktadır (34).

DİĞER YARDIMCI YÖNTEMLER

Diş hekimliğinde kullanılan yöntemler arasında ultrasound, kızılötesine yakın illüminasyon, raman spektroskopisi ve terahertz görüntüleme gibi farklı sistemler de bulunmaktadır. Ancak bu sistemlerin klinik olarak kullanılabilmesi için daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

Çürük lezyonlarının görüntülenmesi için kullanılan yöntemlerin yanında, minimal girişimsel işlemlerin önem kazandığı diş hekimliğinde büyütme altında çalışmanın önemi de artmaktadır. Çıplak gözle muayenenin çürük lezyonlarının yaklaşık %50'sini saptayabildiği; gözle muayeneye yardımcı FOTI, DIAGNOdent, OCT gibi yöntemlerin ise pahalı olmanın yanında teknik hassasiyet gerektirdiği bildirilmektedir. Bu dezavantajlar düşünüldüğünde büyütme, gözle muayeneye yardımcı bir yöntem olarak önerilir.

Klinik uygulamada büyütme için en sık tercih edilen yöntem rahat ulaşılabilir, kullanımı kolay ve ekonomik olan dental loopların kullanımınıdır. Büyütmenin klinik olarak kullanımının diğer bir avantajı ise tüm diş yüzeylerinde kullanılabilir olmasıdır. Büyüteçli gözlükler veya stereo mikroskop gibi büyütme yöntemlerinin hava kurutması ile birlikte kullanımının erken çürük lezyonlarını görüntülemeye başarılı sonuçlar verdiği bildirilmektedir.

Floresan kullanımı ile optik büyütmenin birleştirilmesiyle üretilmiş ilk mikroskop olan Zeiss EXTARO 300, diş hekimliğinde çürük görüntülemeye yeni bir sistemdir. Floresan modu ile çürük dokusunun teşhisini sağlamanın yanında doğal sert diş dokusu ile diş rengindeki kompozit dolguların ayırt edilmesine de olanak sağlamaktadır. Büyütme ve floresan modunun kullanımını ile sağlanan temiz görüş alanı sayesinde çürükten etkilenmiş bölge hızlı şekilde saptanarak hastanın koltukta kalma süresi azaltılmaktadır. Gerçek

ışık modu ise mikroskop altında, kompozitlerin reflektör ışığıyla zamanından önce polimerizasyonunu önleyerek kompozite şekil vermek için yeterli zaman sağlamaktadır. Hekimler kendi çalışma ve odak mesafelerini sistemin farklı modları arasındaki geçişi ve aktivasyonlarını bir düğme yardımıyla ayarlayabilmekte. Bu sistem hekimlere ergonomik ve rahat bir çalışma ortamı sağlarken hastanın da hızlı ve etkili bir tedaviye ulaşmasına yardımcı olmaktadır.

Diğer yardımcı yöntemlerin arasında yer alan terahertz görüntüleme, diş hekimliğinde çürük teşhisinde kullanılan bir yöntemdir. Terahertz ışınları, dişlerin tabakaları arasında etkileşime girerek çürük bölgenin tespitine yardımcı olur. Ancak bu yöntemin klinik olarak kullanılabilmesi için daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir (35).

SONUÇ

Çürük insanlık tarihinin başlangıcı ile hayatımıza giren ve en büyük temel sorunlarımızdan birisi oldu. Çürük sınıflaması, minimal invaziv yaklaşım, koruyucu diş hekimliği gibi başlıca yeni konseptler çürük etrafında oluştu. Çürük lezyonlarının erken teşhis edilmesi hem sağlıklı dokunun korunması hem de vücut genel sağlığı için çok önemlidir. Teşhis yöntemleri ilkel olarak görsel ve dokunsal muayene ile başlayıp ardından çağımızın teknolojileri radyografilere, ışınlarla kadar ulaşan bir süreç içerisinde bulunmaktadır. Diş hekiminin çürük teşhis yöntemlerini bilmesi hastayı tedavi öncesinde koruyucu diş hekimliği kapsamında tedavi etmesi açısından büyük önem taşır. Erken teşhis sayesinde geri dönülebilir bir lezyon olabilir veya ilerlemesi kontrol edilebilir. Hastanın sosyoekonomik, psikolojik ve biyolojik durumu bu teşhisler sayesinde olumsuz etkilenmez. Çürük teşhis yöntemleri uzun yıllar çalışmalar sonucunda değişmekte ve gelişmektedir. Diş hekimi bu yöntemleri takip etmekte ve geliştirmekte kendini bilime ve topluma sorumlu hissetmelidir.

KAYNAKÇA

1. Roberson T, Heymann HO, Swift Jr EJ. (2006). *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*: Elsevier Health Sciences. Roberson, T., Heymann, H. O., & Swift Jr, E. J. (2006). *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. Elsevier Health Sciences.
2. Çelik, E., Yazkan, B., Katırcı, G. (2011). Başlangıç çürük lezyonlarının tedavisi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 21, 48-56.
3. Tweetman, S., Garcia-Godoy, F., Goepferd, SJ. (2000). Infant oral health. *Dental Clinics North America*. 44(3): 487-505.
4. Newbrun, E. (1993). Problems in caries diagnosis. *International dental journal*, 43(2), 133-142.
5. Gomez, J. (2015). Detection and diagnosis of the early caries lesion. *BMC oral health*, 15(1), 1-7.
6. Abogazalah, N., Eckert, G. J., & Ando, M. (2019). In vitro visual and visible light transillumination methods for detection of natural non-cavitated approximal caries. *Clinical oral investigations*, 23, 1287-1294.
7. Atamtürk, D., Duyar, İ. (2010). Resuloğlu erken tunç çağı topluluğunda ağız ve diş sağlığı. *Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi*. 27;1:33-52.
8. Bailey, S. E., & Hublin, J. J. (Eds.). (2007). *Dental perspectives on human evolution: state of the art research in dental paleoanthropology* (p. 409). Berlin: Springer.
9. Scott, G. R. (1991). Dental anthropology. *Encyclopedia of human biology*, 2, 789-804.
10. Hillson, S. (2005). *Teeth*. Cambridge university press.
11. Afşin, H. (2004). Adli Diş Hekimliği, İstanbul: Adli Tıp Kurumu Yayınları
12. Ekstrand, K. R., Martignon, S., Ricketts, D. J. N., & Qvist, V. (2007). Detection and activity assessment of primary coronal caries lesions: a methodologic study. *Operative dentistry*, 32(3), 225-235.
13. Oral health assessment review: guidance in brief. scottish dental clinical effectiveness programme. In *Oral Health Assessment Review* (p. 25). Scottish Dental Clinical Effectiveness Programme.
14. Gürses, M., & Nimet, Ü. N. L. Ü. (2017). Okluzal çürük teşhis yöntemlerine güncel bakış. *Selcuk dental journal*, 4(3), 153-161.
15. Unlu, N., Ermis, R. B., Sener, S., Kucukyılmaz, E., & Cetin, A. R. (2010). An in vitro comparison of different diagnostic methods in detection of residual dentinal caries. *International journal of dentistry*, 864935.
16. Pretty, I. A. (2006). Caries detection and diagnosis: novel technologies. *Journal of dentistry*, 34(10), 727-739.

17. Abogazalah, N., & Ando, M. (2017). Alternative methods to visual and radiographic examinations for approximal caries detection. *Journal of Oral Science*, 59(3), 315-322.
18. Ahrari, F., Akbari, M., Mohammadi, M., Fallahrastegar, A., & Najafi, M. N. (2021). The validity of laser fluorescence (LF) and near-infrared reflection (NIRR) in detecting early proximal cavities. *Clinical Oral Investigations*, 25, 4817-4824.
19. Yılmaz, H., & Keleş, S. (2018). Recent methods for diagnosis of dental caries in dentistry. *Meandros Med Dent J*, 19(1), 1-8.
20. Zaharia, C., Duma, V. F., Sinescu, C., Socoliuc, V., Craciunescu, I., Turcu, R. P., ... & Negrutiu, M. L. (2020). Dental adhesive interfaces reinforced with magnetic nanoparticles: Evaluation and modeling with micro-CT versus optical microscopy. *Materials*, 13(18), 3908.
21. Litzenburger, F., Schäfer, G., Hickel, R., Kühnisch, J., & Heck, K. (2021). Comparison of novel and established caries diagnostic methods: a clinical study on occlusal surfaces. *BMC Oral Health*, 21, 1-10.
22. Longbottom, C., & Huysmans, M. C. (2004). Electrical measurements for use in caries clinical trials. *Journal of Dental Research*, 83(1_suppl), 76-79.
23. Lussi, A., & Hellwig, E. (2006). Performance of a new laser fluorescence device for the detection of occlusal caries in vitro. *Journal of dentistry*, 34(7), 467-471.
24. Makishi, P., Shimada, Y., Sadr, A., Tagami, J., & Sumi, Y. (2011). Non-destructive 3D imaging of composite restorations using optical coherence tomography: marginal adaptation of self-etch adhesives. *Journal of Dentistry*, 39(4), 316-325.
25. Marotti, J., Heger, S., Tinschert, J., Tortamano, P., Chuembou, F., Radermacher, K., & Wolfart, S. (2013). Recent advances of ultrasound imaging in dentistry—a review of the literature. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*, 115(6), 819-832.
26. Yılmaz, H., Keleş, S. (2018). Recent methods for diagnosis of dental caries in dentistry. *Meandros Med Dent J*, 19(1), 1-8.
27. Betrisey, E., Rizcalla, N., Krejci, I., & Ardu, S. (2014). Caries diagnosis using light fluorescence devices: VistaProof and DIAGNOdent. *Odontology*, 102, 330-335.
28. Zhang, Z. L., Qu, X. M., Li, G., Zhang, Z. Y., & Ma, X. C. (2011). The detection accuracies for proximal caries by cone-beam computerized tomography, film, and phosphor plates. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 111(1), 103-108.
29. Serban, C., Lungeanu, D., Bota, S. D., Cotca, C. C., Negrutiu, M. L., Duma, V. F., Sinescu, C., Craciunescu, E. L. (2022). Emerging Technologies for Dentin Caries Detection—A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 11(3), 674.

30. Sinescu, C., Negrutiu, M. L., Bradu, A., Duma, V. F., & Podoleanu, A. G. (2015). Noninvasive quantitative evaluation of the dentin layer during dental procedures using optical coherence tomography. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 709076.
31. Teo, T. K. Y., Ashley, P. F., & Louca, C. (2014). An in vivo and in vitro investigation of the use of ICDAS, DIAGNOdent pen and CarieScan PRO for the detection and assessment of occlusal caries in primary molar teeth. *Clinical oral investigations*, 18, 737-744.
32. Bozdemir, E., Aktan, A. M., Ozsevik, A., Kararslan, E. S., Ciftci, M. E., & Cebe, M. A. (2016). Comparison of different caries detectors for approximal caries detection. *Journal of dental sciences*, 11(3), 293-298.
33. Strassler, H. E., & Sensi, L. G. (2008). Technology-enhanced caries detection and diagnosis. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*, 29(8), 464-5.
34. Sukovic, P. (2003). Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. *Orthodontics & craniofacial research*, 6, 31-36.
35. Shen, Y. C., Lo, A. T., Taday, P. F., Cole, B. E., Tribe, W. R., & Kemp, M. C. (2005). Detection and identification of explosives using terahertz pulsed spectroscopic imaging. *Applied physics letters*, 86(24), 241116.

Bölüm 11

TEMPOROMANDİBULAR EKLEM RAHATSIZLIKLARINDA GÜNCEL TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Duygucan Peçenek¹
Bilge Gökçen Röhlig²

1 Doktora öğrencisi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı.
ORCID No: 0000-0003-2828-0537

2 Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı. ORCID No: 0000-0003-3143-9668



Temporomondibular düzensizlikler terimi ilk olarak Costen tarafından 1934'te kullanılmıştır. Bu terim temporomandibular eklem, kulak ve çiğneme kaslarını içine alan ağrılı hastalıkları kapsamaktadır. Bu ağrılı tabloya genellikle mandibula hareketlerinde kısıtlılık, eklem sesleri ve asimetri eşlik eder (Okeson, 2013:1). Temporomandibular düzensizliklerin toplumlarda %49.9-69 arasında değişkenlik gösteren görülme oranı olduğu bildirilmiştir (Schiffman vd, 1990:2, Gesch vd, 2004:3, Schmitter vd, 2005:4). Epidemiyolojik çalışmalara göre TMD en çok 20-40 yaş arası bireylerde gözlenmektedir (Dworkin vd, 1990:5, De Kanter vd, 1993:6). İleri yaşlarda 60 yaş üstünde ise TMD nadir görülmektedir. Kadınlarda erkeklere göre daha fazla görüldüğü bildirilmektedir (Osterberg vd, 1992:7, Greene vd, 1994:8, Ow vd, 1995:9).

1. Temporomandibular Düzensizliklerin Etiyolojisi

TMD etiyojisi kompleks ve multifaktöriyeldir; bir çok farklı etken Temporomandibular Düzensizliğe yol açabilmektedir. Doğru tedavi uygulanabilmesi için etyolojik faktörlerin etkisinin anlaşılması oldukça önemlidir. TMD'ye neden olan tek bir etyolojik faktör yoktur, genellikle birden çok faktör etki eder. Bu faktörleri başlıca şu şekilde sıralayabiliriz:

- Travmatik Etkenler
- Psikososyal Etkenler
- Okluzal etkenler
- Parafonksiyon
- Derin ağrı yanıtı

1. Travmatik Etkenler:

Travma kassal rahatsızlıklara oranla daha çok intrakapsular rahatsızlıklara neden olmaktadır. Travmaları; mikro ve makro travma olarak ikiye ayırmak mümkündür. Makrotravma aniden gelişir ve iskeletsel problemlere yol açabilmektedir. Mikrotravma ise küçük fakat tekrarlayan uzun süreli travmalardır. Mikrotravmaları bruksizm, diş sıkma, okluzal bozukluklar gibi örnekleyebiliriz.

2. Psikososyal Etkenler

Beyindeki emosyonel merkezler kasların fonksiyonlarını etkileyebilmektedir. Bu etkileşim kasların refleks olarak kasılmasına sebebiyet vermektedir. Kas tonusunun artmasıyla sonuçlanan bu durum hastada kassal ağrılara neden olur. Güncel yaklaşım TMD etiyojinde mekanik faktörlerden ziyade psikososyal etkenlerin etkili olduğu yönündedir (Wannman vd, 2016:10).

3. Okluzal Faktörler

Oklüzal bozukluklar mikrotravmalara neden olduğu için temporoman-

dibuler düzensizliklere neden olabilmektedir. Oklüzyon TMD oluşuma ve gelişimine 2 farklı şekilde etki eder. Birinci etkisi oklüzal kontakların ortopedik stabilizeyi bozarak TMD oluşumuna neden olmasıdır. İkinci etki ise oklüzyonda oluşan akut değişikliklerin TMD semptomları oluşumuna neden olmasıdır. Her zaman oklüzyon ve TMD semptomlarının bağlantısı direk olarak ilişkilendirilemeyebilir ancak oklüzyon patolojik oklüzyona sebebiyet veriyorsa diş hekimi tarafından bu oklüzyonun düzeltilmesi gerekmektedir. Ancak oklüzyonda görülen her erken temasın ya da istenmeyen temas ve temaslılıkların patolojik olmadığı unutulmamalı ve bireyin adaptasyon kapasitesinin rolü geri dönüşümü olmayan bir değişiklik yapmadan dikkatlice değerlendirilmelidir.

4. Parafonksiyon

Çiğneme kası aktiviteleri fonksiyonel ve parafonksiyonel olarak ikiye ayrılmaktadır. Fonksiyonel aktiviteler çiğneme, konuşma, yutkunma gibi doğal hareketleri kapsarken parafonksiyonel aktiviteler diş sıkma, gıcırdatma (bruksizm) gibi doğal olmayan kas hareketlerini kapsamaktadır. Bu tip kötü alışkanlıklarda kaslar hiperaktivite olduğu için kas tonusunda artma gözlenmektedir. Bu da ağrı, hareket kısıtlılığı gibi TMD semptomlarının meydana gelmesine sebebiyet verir.

Parafonksiyonel aktiviteler de kendi içinde iki gruba ayrılmaktadır: Diurnal ve Nokturnal aktiviteler. Diurnal aktivite gün içinde meydana gelirken, nokturnal aktiviteler gece uykuda meydana gelmektedir.

5. Derin Ağrı Yanıtı

Vücudun ağrılı bir durumda verdiği doğal koruyucu bir tepkidir; örneğin diş ağrısı çeken hastanın ağız açıklığının kısıtlanması gibi. Aslında bu tepki bir koruyucu kas kasılmasıdır, normal bir reaksiyondur. Sistemin yıkıcı etkiye karşı kendisini korumaya almak için verdiği ilk yanıtıdır.

2. Temporomandibular Düzensizliklerin Semptomları:

TMD semptomları Ağrı ve Disfonksiyon olmak üzere iki ana grupta incelenebilir. Ağrı genellikle TME bölgesinde, kulak ön bölgesinde ve çiğneme kaslarında görülmektedir. Ağrı kronik ya da akut olabilir, rahatsızlığın şiddetine göre ağrı şiddeti de değişebilir. Disfonksiyon ise mandibular hareketlerde görülen kısıtlılıktır. Hareketteki kısıtlılık hem açma, hem de yan ve protrusiv hareketlerde görülebilir. Hangi kas etkilenmişse ya da rahatsızlığın etkeni ne ise, hareketlerdeki kısıtlılıklar etkene göre farklılık gösterebilir.

Çiğneme fonksiyonunun arttığı durumlarda ağrı semptomunun da arttığı görülmektedir. Miyalji, kas ağrılarına verilen addır. Erken dönemde ağrılar kısa süreli ve geçici olurken uzun dönem hiperaktivitede miyaljinin şiddeti de artar ve devamlı hale gelir, mandibula hareketinde kısıtlılığa ne-

den olurken kronik ağrı varlığı da hastanın yaşam kalitesini düşürmektedir. Hiperaktiviteden dolayı temporal kas tonusu da artar bu durumda temporal bölgede lokalize baş ağrısı görülmektedir. Temporomandibular eklem anatomik olarak kulak ile çok yakın olmasından dolayı ağrının yeri hastalar tarafından karıştırılmaktadır. Temporomandibular eklem hastalarının yüzde 70'inde kulak ağrısı şikayeti bulunmaktadır sayısal veri verdiği için kaynak eklemen lazım.

3. Temporomandibular Düzensizliklerin Sınıflaması

TMD için literatürde bir çok sınıflama yer almaktadır. Bell tarafından yapılan ilk sınıflama yıllar içinde geliştirilip, modifiye edilmiştir. En yaygın kabul gören sınıflama Okeson tarafından yapılmıştır ve tüm dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır (Okeson, 2013:1). Bu sınıflamaya göre Temporomandibular düzensizlikler 4 ana başlık altında toplanmıştır (Okeson, 2013:1):

1. Çiğneme kası hastalıkları

- 1.1. Koruyucu ko-kontraksiyon
- 1.2. Lokal kas hassasiyeti
- 1.3. Miyospazm
- 1.4. Miyofasyal ağrı
- 1.5. Santral aracılı miyalji

2. Temporomandibular eklem rahatsızlıkları

- 2.1. Kondil-disk kompleks uyumsuzlukları
 - 2.1.a. Disk deplasmanları
 - 2.1.b. Redüksiyonlu disk dislokasyonları
 - 2.1.c. Redüksiyonsuz disk deplasmanları
- 2.2. Artiküler yüzeylerin yapısal uyumsuzluğu
 - 2.2.a. Yapı bozukluğu
 - 2.2.a.1. Disk
 - 2.2.a.2. Kondil
 - 2.2.a.3. Fossa
 - 2.2.b. Adezyonlar
 - 2.2.b.1. Disk-kondil
 - 2.2.b.2. Disk-fossa
 - 2.2.c. Subluksasyon (hipermobilité)

2.2.d. Spontan Dislokasyon

2.3. Temporomandibular eklem enflamatuar rahatsızlıkları

2.3.a. Sinovit/kapsulit

2.3.b. Retrodiskit

2.3.c. Artritler

2.3.c.1. Osteoartrit

2.3.c.2. Osteoartrozis

2.3.c.3. Poliartrit

2.3.d. Çevresel yapıların enflamatuar rahatsızlıkları

2.3.d.1. Temporal tendonit

2.3.d.2. Stilomandibular ligaman enflamasyonu

3. Kronik mandibular hipomobilité

3.1. Ankiloz

3.1.a. Fibroz

3.1.b. Kemik

3.2. Kas kasılması

3.2.a. Miyostatik

3.2.b. Miyofibrotik

3.3. Koronoid engelleme

4. Gelişimsel eklem hastalıkları

4.1. Konjenital ve gelişimsel kemik rahatsızlıkları

4.1.a. Agenezi

4.1.b. Hipoplazi

4.1.c. Hiperplazi

4.1.d. Neoplazi

4.2. Konjenital ve gelişimsel kas rahatsızlıkları

4.2.a. Hipotrofi

4.2.b. Hiperplazi

4.2.c. Neoplazi

Çiğneme kaslarının fonksiyonel rahatsızlıkları hastalarında genellikle çiğneme kaslarında ağrı (miyalji) şikayeti meydana gelmektedir. Hastalar ağrının genellikle çiğneme, yutkunma, konuşma gibi aktivitelerle ilişkili olduğunu bildirmektedir. Ağrı genellikle palpasyonla artmaktadır ve mandibular hareketlerde kısıtlılığa sebebiyet vermektedir. Kas ağrısı ekstrakapsüler kaynaklı ve derin ağrı yanıtı olarak oluşabilmektedir. Bazı durumlarda akut maloklüzyonlara sebebiyet verebildiği için hastalarda kapanışının değiştiğine dair şikayetler gelişebilmektedir.

Çiğneme kası hastalıkları beş grupta incelenebilmektedir. Bunlar: koruyucu kas kasılması, lokal kas hassasiyeti, miyofasyal ağrı, miyospazm ve santral aracılı miyalji'dir. Bu hastalıklar fibromiyaljiyle karıştırılmamalıdır.

Koruyucu kas kasılması daha önce oluşan bir yaralanma, ağrı durumuna santral sinir sisteminin oluşturduğu yanıttır. Dışarıdan gelen bir uyaran varlığında antagonist tarafta koruma amaçlı kasılma meydana gelir. Patolojik bir durum değildir ancak uzun süreli durumlarda kaslarda zayıflama meydana gelebilir. Koruyucu kas kasılmasını takiben gelişen primer enflamatuar olmayan kas ağrısı hastalığıdır. Kas dokusunun devamlı gelişen koruyucu kas kasılmasına ilk cevabıdır. Dış hekimliğinde en sık görülen akut kas rahatsızlığıdır. Klinikte yapısal disfonksiyon, dinlenme sırasında hafif ağrı, fonksiyonda artan ağrı, ilgili kasta zayıflama, palpasyonda artan apri ile karakterizedir.

Miyospazm, kaynağı santral sinir sistemi olan istemsiz tonik kas kasılmalarına verilen addır. Klinik olarak çiğneme kaslarında çok fazla gözlenmesi de tanısı kolaydır. İstirahatte ve fonksiyonda artan ağrı mevcuttur. Mandibula hareketleri kısıtlanır. İlgili kas çok ağrılı ve serttir.

Miyofasyal ağrı, reyonel miyojenik ağrı durumuyla karakterize hipersensitif kas öbekleri (tetik noktası) içeren durumdur. Tetik noktası oluşumunun nedeni tam olarak anlaşılamamıştır. Hastada genellikle miyalji şikayetleri gelişmektedir. Tetik noktası az sayıda motor ünitenin kasılmasından meydana gelmektedir. Sınırlı kasılı alandır. Derin ağrı oluşturur. Tetik noktası iki şekilde olabilmektedir: Aktif ve pasif. Aktif tetik noktaları palpasyonla bulunabilmektedir. Pasif tetik noktaları ise palpasyonda farkedilemeyebilmektedir. Aktif hale geçtiklerinde klinikte palpasyonda ağrı, koruyucu ko-kontarksiyon, yansıyan ağrı, otonomik cevaplar veya sekonder hiperaljezi görülmektedir. Bu etkilere sentral ekstatör etki neden olmaktadır. Tetik noktadaki ağrıdan çok santral ekstatör etki kaynaklı ağrı şikayeti görülmektedir.

Akut myaljik hastalıklarda ise periodik aralıklarla tekrar edebildiği gözlenmiştir. Başka bölgelerde oluşan ağrılı hastalıklarla da ilişkili olabilmektedir. Hekim alacağı anamnezde sorduğu sorularla bu durumu netleştirmeli, ağrının nedenini ve akut mu kronik mi olduğunu doğru tespit edebilmelidir.

Santral aracılı miyalji ise kronik miyositis olarak da bilinir. Kronik, böl-

gesel ve sürekli devam eden kas ağrıları ile karakterizedir. Genellikle santral sinir sistemi kaynaklı periferal kas dokularında hissedilen ağrılar görülmektedir.

Kas dokusunun enflamatuvar hastalıklarına benzer klinik özellikler göstermektedir. Klinikte palpasyonda ve fonksiyon sırasında şiddetlenen ağrı görülürken rutinde de sürekli bir ağrı mevcuttur. Hastalarda belirgin kas güçsüzlüğü şikayeti bulunmaktadır.

Okeson'un TMD sınıflamışında 2.grup olarak yer alan Temporomandibular eklem rahatsızlıkları genellikle temporomandibular eklemi oluşturan yapılar olan kondil ve disk arasında meydana gelen uyumsuzluklar kaynaklı gelişmektedir. Klinikte karşımıza daha çok disfonksiyon olarak çıkmaktadır. Klik sesi ve eklemi yakalama hissi belirtilerin başında gelmektedir. Bu semptomlar genellikle uzun süreli, tekrarlayan ve kronik özelliktedir ancak bunlarla birlikte ağrı şikayeti olması istenilen bir durum değildir. (Buman ve Lotzmann, 2009:11)

4.Temporomandibular Eklem Rahatsızlıklarının Teşhisi

TMD teşhisi klinik muayene inspeksiyon, palpasyon ve oskültasyon ile yapılır. Eklem fonksiyonu, ağız açıklığının ölçülmesi ve açma hareketinin incelenmesi ile değerlendirilebilir. Eklemde direkt muayenesinde parmak uçları eklem üzerine konarak, ağız açma ve kapama sırasında sağ ve sol kondil başları arasındaki denge kontrol edilir. Arka palpasyon, küçük parmaklar dış kulak yolundan içeri yerleştirilerek nazikçe yapılmalıdır. Bu hastalarda, palpasyonda klik sesi sıklıkla algılanır. Bazen klik sesi palpasyonda hissedilmeyebilir, bu durumda stetoskop kullanılmalıdır. Hiç ses alınmaması ise, disk deplasmanının olmadığını göstermez, nitekim Westesson ve ark.'nın (westesson,2008:12) yaptıkları bir çalışmada ses alınmayan asemptomatik eklemlerin %15'inde artrografide disk deplasmanı (DD) tespit edilmiştir. Redüksiyonlu DD'nında klinik muayenede klik sesinden başka ağız açma ve yan hareketlerde kısıtlılık da görülebilir, bu durumda ağız açıklığı 25-30 mm'ye kadar düşebilir. Bu vakalarda kondilin kayma hareketinde bir sınırlama söz konusu olabilir. Bu durumda karşı taraf yan hareketleri sınırlı iken aynı taraf hareketlerinde herhangi bir problem görülmez. Ağız açma sırasında deviasyonun tespiti tanıda önemlidir. Eğer ağız açma hızı deviasyon yerini değiştiriyorsa bu RDD'yi gösterir.

Klinik muayeneyi doğrulamak ve etkili bir tedavi planlaması yapabilmek için TME'nin sert ve yumuşak dokularına ait bozuklukların uygun görüntüleme yöntemleri ile incelenmesi gerekebilir. En uygun görüntüleme yöntemi hastanın tedavisini sağlayacak ilave bilgi kazandıran yöntemdir. Görüntülemeye teşhis için gerekli bilgi sağlanırken hastanın gereksiz dozda radyasyona maruz kalmasını engellemek amaçlanır. Hastanın anamnezi ve klinik bulgular, klinik teşhis, incelemenin maliyeti, alınan radyasyon dozu,

tedavi planı ve beklenen kazanç dikkate alınarak görüntüleme yöntemi seçilmelidir. TME'nin sert ve yumuşak dokularını görüntülemek için çeşitli yöntemler mevcuttur. Sert dokuların görüntülenmesi için panoramik ve diğer direkt grafiler, konvansiyonel ve bilgisayarlı tomografi (BT) ya da konik ışınlı bilgisayarlı tomografiden (KIBT) faydalanılabilir. Artrografi ve MRG disk ile ilgili patolojilerin belirlenmesinde etkilidir. MRG ile ayrıca komşu sert ve yumuşak dokular da incelenebilir. İlaveten son zamanlarda temporomandibular bozukluk (TMB) görüntülenmesinde ultrason (US) ve sintigrafiden de faydalanılmaktadır. Konvansiyonel yöntemler dental röntgen cihazları ile rutin olarak uygulanan yöntemlerdir. Bu yöntemler ile TME'nin kemik yapıları hakkında detaylı bilgi elde edilebilir. Özellikle travma olgularında fraktürlerin belirlenmesinde, osteoartrit ve diğer artritlerde dejeneratif değişikliklerin görüntülenmesinde, ankiloz, tümöral ve gelişimsel patolojilerin teşhisinde sıklıkla kullanılmaktadır. Bilgisayarlı tomografi Özellikle eklem sert doku patolojilerinin teşhisinde yardımcıdır. Bilgisayarlı tomografi geliştirilerek dental volumetrik bilgisayarlı tomografi (cone beam tomografi) ortaya çıkmıştır. Kondilin 3 boyutlu görüntüsünün birden fazla düzlemde bilgisayar ekranında görüntülenmesi, değişik açılardan inceleme yapılabilmesini sağlamaktadır. Dental volumetrik bilgisayarlı tomografi ile anatomik ilişkiler bozulmadan kondil-disk ilişkisi incelenebilir. Manyetik rezonans görüntüleme ise TME rahatsızlıklarının teşhisinde kullanılan en temel diagnostik görüntüleme tekniğidir. (Bumann ve Lotzmann, 2009:11)

5. Temporomandibular Düzensizliklerin Tedavisi

Temporomandibular eklem düzensizliklerinde tedavi multidisipliner olarak gerçekleştirilmektedir. Diş hekimliği, fizik tedavi ve rehabilitasyon, psikiyatri ve plastik cerrahi alanlarını içinde bulunduran çoklu tedavi seçeneği vardır. Doğru tedavi seçeneğinin uygulanması için anamnez çok detaylı alınmalıdır hastanın öyküsü dikkatle dinlenmelidir. Klinik muayeneden sonra gerekliyse radyolojik görüntüleme ile desteklenip doğru tedavi seçeneği hekim tarafından uygulanmaktadır. Bu tedavi seçenekleri başlıca aşağıda belirtilmiştir:

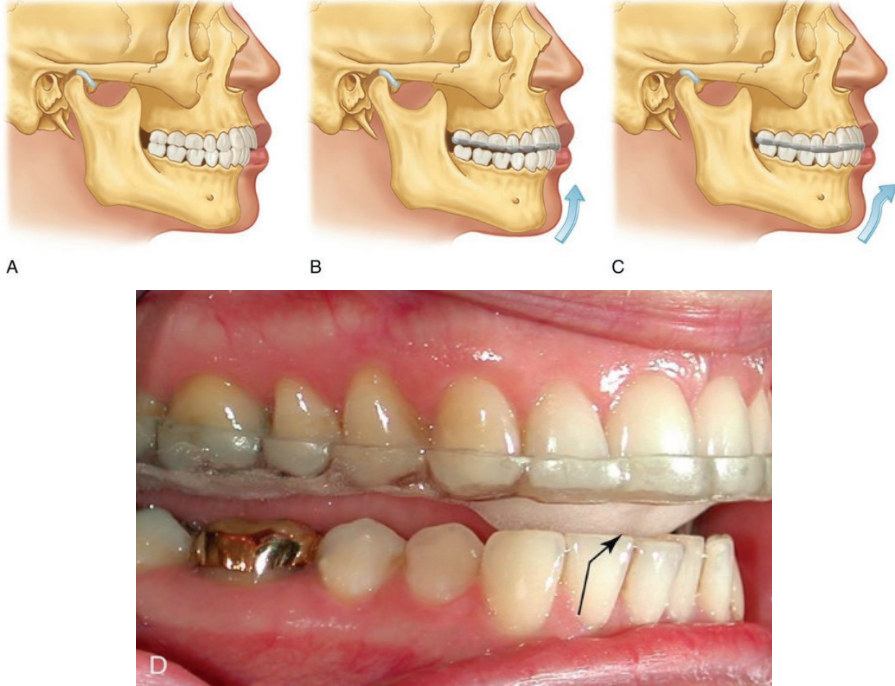
- a) Okluzal splint
- b) Düşük Doz Lazer uygulamaları
- c) Botulinum Toksin
- d) Fizik Tedavi
- a) Okluzal Splint Tedavisi

Okluzal splintler, diş hekimleri tarafından hastalara uygulanmaktadır. Okluzal splintler, çiğneme kaslarını rahatlatır, hastanın ağrı şikayetini azaltır ve brüksizmin yan etkilerini ortadankaldırmayı hedefler. Okluzal splintle-

rin farklı çeşitleri hastalara uygulanmış olsa da günümüzde sadece anterior repozisyon splint ve stabilizasyon splint şeklinde iki tipi kullanılmaktadır. Hastaya koyulan endikasyona göre uygun splintin seçilmesi gerekmektedir (Neff, 2003:13).

Stabilizasyon splint (oklüzal splint, Michigan splint olarak da adlandırılırlar) eklem düzensizliklerinde en sık kullanılan tedavi yöntemidir. Çiğneme kas tonuslarını normale getirmek ve aynı zamanda oklüzyona ait kuvvetleri eşit şekilde yaymak için tasarlanan oklüzal aygıtlardır. Hem üst hem alt çeneye uygulanabilmektedir. Splint arktaki tüm dişleri kaplar ve premolar- molar bölgesinde eş zamanlı düzgün temaslara sahiptir. Bu temaslara TME sentrik ilişkide iken ayarlanmaktadır. Tedavi edici etkileri, prematür kontaklar var ise bu kontakları kaldırır ve dengeli oklüzyon sağlar. Genellikle lateral harekette kanin koruyuculu oklüzyon ayarlanmaktadır. Hastalar bu splinti 6 ay boyunca gece gündüz kullanmalıdır.

Anterior repozisyon splint ise redüksiyonlu disk deplasmanı olan hastalarda kondil-disk bütünlüğünü tekrar sağlamayı hedeflenemek amacıyla kullanılır. Mandibulan normal konumundan daha önde konumlandırılarak daha iyi bir kondil-disk ilişkisi elde edilmesi hedeflenir (Resim 1) (Okeson, 2013:1). Anteriora konumlandırma geçici bir süre için yapılır. Burada amaç; retrodiskal dokulara gelen baskının azaltılıp, doku rejenerasyonunun sağlanabilmesidir.



Resim 1: Anterior repozisyon splintinin ağız içi görüntüsü (Okeson, 2013:1).

Anterior repozisyon splintlerinin kullanım süresi 2 ay olmalıdır. Bu sürecin sonunda hastaya stabilizasyon splinti yapılarak tedaviye devam edilmektedir. Anterior repozisyon splinti erken dönemde teşhisi yapılan disk deplasmanlarında başarılı iken eğer disk uzun süredir deplase durumda ise hastanın herhangi bir şikayeti ve rahatsızlığı yok ise anterior repozisyon splintine gerek yoktur.

Her iki tip splint de genellikle akrilik malzemeden üretilmektedir. Konvansiyonel yöntemde hastadan alınan ölçülerle elde edilen alçı modellere vakumlama yöntemiyle üretilen splintlerin oklüzal adaptasyonu klinikte ağız içinde akrilik ilavesi ile yükseltilerek yapılır. Bu en sık kullanılan yöntemdir.

Oklüzal splint üretiminde kullanılan bir başka yöntem ise hastadan alınan ölçülerden elde edilen modeller mum kapanışa göre artikülatöre bağlanır ve okluzyon yükseltilir. Sıcak akrilikten splint üretimi laboratuvarında gerçekleştirilir. Son oklüzal uyumlamaları ise hastaya teslim edilirken yapılarak okluzyon kontrolü sağlanır. Ancak günümüzde gelişen teknoloji ve artan malzeme seçenekleriyle oklüzal splint materyallerinde ve üretim tekniklerinde de seçenekler bulunmaktadır.

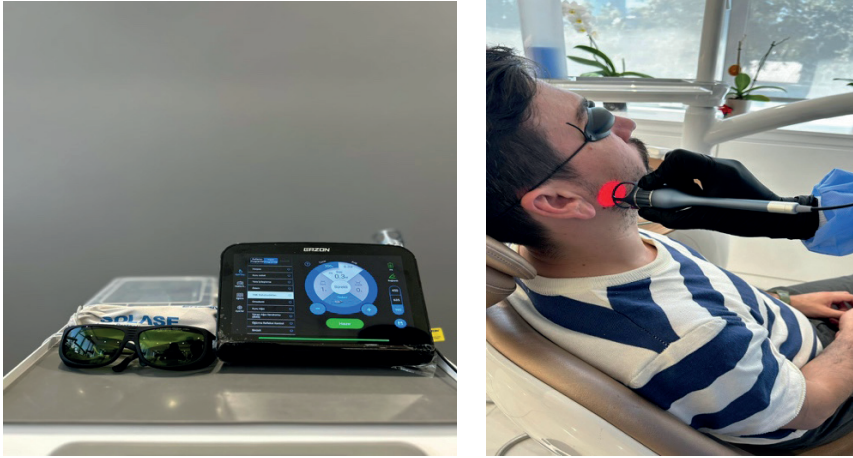
Güncel üretim teknikleri incelendiğinde bilgisayar teknolojisi kullanılarak (CAD/CAM: Bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim) kazıma metodu ve 3D printer ile baskı yöntemi ile üretilebildiği görülmektedir. Konvansiyonel yöntemden farklı olarak hastanın kayıtları dijital ortama aktarılır. Bu iki farklı yöntemle olabilmektedir, hastadan elde edilen modeller laboratuvarında ağız dışı tarayıcılarla taranabilirken, ikinci yöntem de ölçü intraoral tarayıcılarla alınabilmektedir. Dijital ortama aktarılan veriler üzerinde tasarım programında yapılacak splint tasarlanır. Tasarlanan splint CAD/CAM'de bloklardan kazınabilir veya 3D yazıcıdan çıkarılabilmektedir. (Schmeiser vd, 2022:14, Berntsen vd, 2018:15)

CAD/CAM teknolojileri ile splint üretiminde yeni malzemeler kullanılmaya başlanmıştır. 3D yazıcılar ile üretimde reçineler yaygın olarak kullanılırken, kazıma ile üretimde akrilik bloklar veya PEEK bloklar kullanılmaktadır (Rajamani vd, 2019:16) Yapılan araştırmalar CAD/CAM ile üretilen splintlerin konvansiyonel splintlere göre daha az aşındığını, hasta için üretim ve uygulama seanslarının daha rahat olduğunu göstermektedir (Schmeiser vd, 2022:14, Berntsen vd, 2018:15). Hasta memnuniyeti değerlendirildiğinde yeni yöntemlerle uygulanan splintlerin daha üstün sonuçları olduğunu bildiren bir çok çalışma mevcuttur (Pho Duc vd, 2016:17). CAD/CAM teknikleri kullanılarak üretilen splintlerin tedavi edici etkileri geleneksel yolla üretilen splintlerden fark göstermemektedir (Schmeiser vd, 2022:14, Berntsen vd, 2018:15, Pho Duc vd, 2016:17)

b) Düşük Doz Lazer Uygulamaları

Düşük Doz Lazer, diş hekimliğinde genellikle biyostimülasyon etkisi nedeniyle cerrahi alanlarında kullanılmaktadır. Biyostimülasyon ile anlatılmak istenen dokuların iyileşmesini hızlandırmak için rejenerasyonu aktifleştirmek ve iyileşme sürecini hızlandırmaktır. Bu tedavi yöntemi düşük doz lazer terapi (Low Level Laser Therapy (LLLT)) olarak geçmektedir (Resim 2). Lazer başlığından infrared ışık çıkmaktadır. Termal bir etkisi yoktur ve foto-aktivasyon ile biyostimülasyon hücreleri üretir bu da analjezik, anti-enflamuar etki yaratırken iyileşme sürecini hızlandırır.

ER-YAG, ND-YAG, Diode gibi farklı lazer tipleri bulunmaktadır ancak çiğneme kaslarının tedavisinde diode lazer tercih edilmektedir. Biyostimülasyon özelliği ile hastanın tedaviye yanıtı hızlanırken, kaslardaki ağrılar azalır, tetik noktaları ortadan kalkar. Tedavi 2 hafta boyunca gün aşırı uygulanmalıdır. Genellikle okluzal splintlerde kombine tedavi olarak uygulanırken botulinum toksin uygulanan hastalara uygulamanın yapıldığı seansta botulinum toksinin etkisini azaltacağı ve yayılmasına neden olabileceği için komplikasyonların önüne geçmek adına lazer uygulamalarından kaçınılması tavsiye edilmektedir (Palaia vd, 2014:18, Kravitz ve Kusnotob 2008:19).



Resim 2: Düşük Doz Diode Lazer cihazı ve Masseter kas üzerine uygulaması

c) Botulinum Toksin

Botoks tedavisi botulinum toksin materyalinin intramuskular enjeksiyonu yöntemi ile genellikle masseter ve temporal kaslara uygulanır (Resim:3). Bruksizm, diş gıcırdatma temporomandibular bölgede bozukluklar, mandibular bölgede şekil bozuklukları masseter kasında hipertrofiye neden olmaktadır. Hipertrofik masseter ise alt yüz bölgesinde ağrılara, ağız açma ve çiğneme gibi fonksiyonlarda zorlanmaya, kare yüz görüntüsü ve çenelerde asimetriye neden olmaktadır. Diş gıcırdatma kaynaklı hipertrofi temporal kaslarda da görülmektedir. Bunun yanı sıra bruksizm kaynaklı hastalarda baş

ağrısı da görülebilmektedir. Geçmişte cerrahi müdahalelerle düzeltilmeye çalışılan masseter hipertrofisi günümüzde botulinum toksin uygulamasıyla sistemik olarak düzeltilebilmektedir. Bu uygulama ile fasiyal asimetrik görünüm düzelir ve hastanın lokal rahatsızlıkları azalır. Ancak botulinum toksinin etki süresi ortalama 3-4 aydır ve bu nedenle hipertrofiye neden olan etken ortadan kaldırılmadığı sürece tekrarlanması gereken bir tedavi şeklidir. Diş sıkma, gıcırdatma veya prematür kontaklar kaynaklı gelişen durumlarda, eklem içi düzensizliklerin olduğu durumlarda tek başına uygulanması kalıcı bir tedavi yöntemi değildir. Mutlaka okluzal splintler ile tedavi desteklenmelidir (Blitzer ve Brin, 2004: 20).



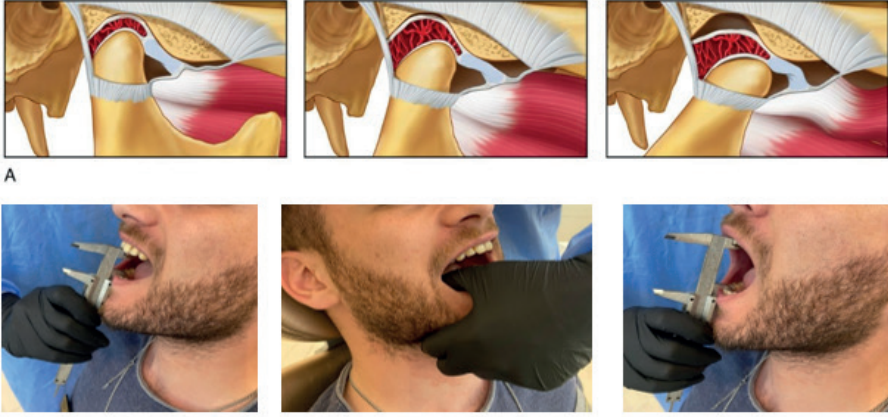
Resim 3: Masseter kasına Botulinum Toksin Uygulaması

d) Fizik Tedavi

Fizik tedavi yöntemi, fizik tedavi uzmanları tarafından uygulanmaktadır. TMD tedavilerinde genellikle Manuel tedaviler (manipülasyon), ilaç tedavileri, kuru iğneleme ve akupunktur, lokal enjeksiyonlar, artrosentez, eklem içi enjeksiyonlar ile özel çene egzersizleri tercih edilir. Hastalara egzersizler verilerek eklemlerin koordinasyonunu sağlamak ve kasların güçlenmesini, ağrıyan kasların gevşemesini sağlamak hedeflenmektedir. Hastaların bu egzersizleri evde belirtilen şekilde düzenli uygulaması gerekmektedir.

Egzersizlerin yanı sıra kas gevşeticilerden destek alınarak ilaç tedavisi

uygulanabilmektedir. Özellikle akut dönemde ilaç tedavileriyle kaslardaki ağrıyı azaltmak ve kasları gevşetmek hedeflenerek hastanın rahatlaması hedeflenir. Ayrıca eklem içi düzensizliklerde, redüksiyosuz disk deplasmanı olan hastalara erken dönemde manuplasyon yapılması gerekmektedir. Manuplasyon ile kondilin diski tekrar yakalaması sağlanmaktadır (Resim 4). Kısıtlanan ağız açıklığı kondil disk bütünlüğünün tekrar sağlanmasıyla normale dönmektedir. Bu durumda tedavi hemen okluzal splintlerle desteklenmelidir (Aksoy vd, 2010:21).



Resim 4: Manipülasyon uygulanması: kondil ve disk ilişkisinin şematik görünüşü ve hasta üzerinde uygulanması (Okeson 2013:1) Manipülasyon sonrası hastanın ağız açıklığındaki artışa dikkat ediniz.

SONUÇ

TMD toplumda sık rastlanan ve çok multifaktöryel bir rahatsızlıktır. Rahatsızlık multifaktöryel olduğu için tedavisi de çok yönlü olmalıdır. Etkene yönelik farklı tedavi alternatiflerinin birlikte kullanılması gerekebilmektedir. Hastalığı tedavi edecek hekimlerin arasında diş hekiminin de olması gerekmektedir. Diş hekimleri tarafından uygulanan oklüzal splintler yaygın olarak kullanılmaktadır ve bu splintlerin üretiminde yeni teknolojilerin kullanılması hem hekim hem de hastalar için fayda sağlamaktadır. TMD tedavisinde farklı yaklaşımları içeren yeni yöntemlerin literatür ışığı altında değerlendirilerek hastalara uygulanması başarılı tedaviler için bir önceliktir.

KAYNAKÇA

1. Okeson P. J., Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion, 7ed. 2013 Mosby Elsevier Inc.
2. Schiffman ve ark., Diagnostic criteria for TMD for clinical and research applications 2014
3. Gesch ve ark., Malocclusions and clinical signs or subjective symptoms of temporomandibular disorders in adults. Results of the population based study of health in pomerania (SHIP); 2004
4. Schmitter ve ark., temporomandibular joint : MRI Diagnostic 2005
5. Dworkin ve ark., the role of occlusion in Temporomandibular disorders 1990
6. De Kanter ve ark., Temporomandibular Disorders: occlusion matters, 2018
7. Osterberg ve ark., adherence to medication 1992
8. Greene, Temporomandibular disorders in geriatric population 1994
9. Ow ve ark., 1995
10. Wannman A, Ernberg M, List T. Tandlægebladet 2016;120(3);220-230
11. Bumann A., Lotzmann U., TMJ Disorders and Orofacial Pain in the series of 'Color Atlas of Dental Medicine'. Georg Thieme Verlag 2009.
12. Westesson, MRI and Clinical findings of posterior disc displacement of temporomandibular joint, 2008
13. Neff P., TME Oklüzyon ve Fonksiyon, 2003
14. Schmeiser F, Baumert U., Stawarczyk B., Two-bpdy wear of occlusal splint materials from subtractive computer-aided manufacturing and three-dimensional printing., clinical oral Investigations, 2022
15. Berntsen C. Kleven M., Heian M., Hjortsjo C., Clinical comparison of conventional and additive manufactured stabilization splints, 2018
16. Rajamani V. ve ark., Role of PEEK biomaterial in prosthodontics: Aliterature review, Annals of Prosthodontics and Restorative Dentistry, 2019
17. Pho Duc JM, Hüning SV, Grossi ML. Parallel Randomized Controlled Clinical Trial in Patients with Temporomandibular Disorders Treated with a CAD/CAM Versus a Conventional Stabilization Splint. Int J Prosthodont 2016;29:340–350.
18. Palaia G., Del Vecchio A., Impelizzeri A., Tenore G., visca P., Libotte F., Russo C., Romeo U., Histological in vitro evaluation of periincisional thermal effect created by new generation CO2 super-pulsed laser, The scientific Works Journal, 2014
19. Kravitz N D., Kusnotob B., Soft-tissue lasers in orthodontics: An overview, Am J Orthod Dentofacial Orthob 133: S110- 4 , 2008

20. Blitzer A, Brin MF. Management of hemifacial spasm and facial synkinesis with local injections of botulinum toxin. Oper Tech Otolaryngol-Head Neck Surg 2004 June; 15(2):103-106.
21. Aksoy C., Karan A., Dıraçoğlu D., Çene Eklem Hastalıkları, 2010

Bölüm 12

AĞIZ, DİŞ VE ÇENE CERRAHİSİNDE APİKAL REZEKSİYONUN YERİ VE ÖNEMİ

Çağatay KALINAĞA¹
Nesrin SARUHAN KÖSE²

1 Çağatay KALINAĞA, Araştırma Görevlisi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Eskişehir,
Türkiye, ORCID: 0000-0002-3348-7287

2 Nesrin SARUHAN, Doç. Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Diş
Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Eskişehir,
Türkiye, ORCID: 0000-0003-1160-4179



Apikal cerrahi, insizyon ve drenaj, perforasyonların kapatılması ve kök ve diş rezeksiyonlarını da içeren endodontik cerrahi alanına aittir. Apikal cerrahinin amacı konvansiyonel retreatment ile çözülemeyen endodontik lezyonu olan bir dişin cerrahi olarak tedavisini yapmak, apikal periodontitis ile bakterilerin ve yan ürünlerinin kök kanallarından dişlerin periradiküler dokularına invazyonunu önlemektir (Pecora et al., 2015; Thomas von Arx, 2005; T Von Arx, 2005). Apikal cerrahi, ortograd endodontik yaklaşımla çözülemeyen periapikal veya periradiküler lezyonu olan bir dişin geleneksel endodontik tedavinin mümkün olmadığı veya terapötik risklerle ilişkili olduğu durumlarda diş korumak için son çare olarak kabul edilir. Alternatif tedavi yöntemleri, diş çekimi veya çok köklü dişlerde, kök veya diş rezeksiyonu olacaktır (S. Kim & Kratchman, 2006).

Apikal cerrahi için sevk edilen bir olgunun değerlendirilmesi her zaman cerrahi ve cerrahi olmayan tedavilerin avantaj ve dezavantajlarının dikkatli bir şekilde değerlendirilmesini içermelidir. Konvansiyonel bir kök kanal tedavisi olasılığı terapötik bir seçenek olarak düşünülmelidir. Tüm tedavi yöntemlerinin avantaj ve dezavantajları sevk eden diş hekimi ve hasta ile konuşulmalıdır. Apikal cerrahi öncesinde hastadan yazılı aydınlatılmış onam formu alınmalıdır. Apikal cerrahi endikasyonu dikkatli ve kapsamlı bir klinik ve radyografik incelemeye dayanmalıdır. Dental volümetrik tomografi (DVT) olarak da adlandırılan konik ışınli bilgisayarlı tomografinin (KIBT) ortaya çıkması, diş hekimliğinde ve özellikle cerrahi alanlarda büyük bir etkiye sahip olmuştur. Konvansiyonel bilgisayarlı tomografi (BT) kesitlenmiş görüntü verileri sağlarken, KIBT silindirik bir veri hacmi yakalar ve böylece geleneksel radyografiye göre belirgin avantajlar sunar. Bu avantajlar arasında daha fazla doğruluk, daha yüksek çözünürlük, tarama süresinin azaltılması ve dozun azaltılması sayılabilir. KIBT, apikal cerrahi öncesi değerlendirmede büyük ölçüde yardımcı olur (Cotton, Geisler, Holden, Schwartz, & Schindler, 2007).

Endikasyon ve Kontrendikasyonlar

Apikal cerrahinin endikasyonları:

-Anatomik faktörler

- Uygun olmayan endodontik anatomi
- Endodontik aletlerin erişemeyeceği alanların varlığı
- Eksternal kök rezorpsiyonları
- Tamamlanmamış apikal gelişim

-İatrojenik faktörler

- Rezorbe olmayan apikal dolgu malzemeleri

- Alet kırıkları
- Endodontik tedavi veya retreatmentın başarısızlığı
- Kök kanalı perforasyonu
- Diğer faktörler
- Zaman tasarrufu
- Tatmin edici estetik ve fonksiyonel sonuçlara sahip kuronlanmış diş
- Stratejik faktörler

Çekim ve implant için endikasyonu olan hastada implanttan önce kemik rejenerasyonunun sağlanması(Vertommen, 2013; Thomas Von Arx, 2011; Zhang, Xu, Wang, & Yu, 2017)

Kim ve Kratchman, bazı vakalarda cerrahi tedavinin cerrahi olmayan tedaviden daha konservatif olduğunu belirtmiştir. İlgili dişte kabul edilebilir bir kanal tedavisinin mevcut olduğu fakat üstünde post ve kuron restorasyonu ve bu dişte iyileşmeyen veya genişleyen bir periapikal lezyon bulunduğu, kuronu ve postu söküp kök kanallarını yeniden açmak, apikal cerrahi yaklaşımından daha dramatik, daha fazla zaman alıcı, daha maliyetli ve daha az öngörülebilirdir(S. Kim & Kratchman, 2006).

Apikal cerrahinin kontrendikasyonları:

-Mutlak kontrendikasyonlar:

- Azalmış periodontal destek ve mobilite varlığı
- Bazı hastalıkların varlığı: Kalp kapağı hastalığı, radyoterapi altındaki hasta

-Göreceli kontrendikasyonlar

Anatomik faktörler: Maksiller ve mandibular premolar ve molar dişlerin maksiller sinüs, alveolar kanal ve mental foramene yakınlığı (Truschnegg et al., 2020; Vertommen, 2013; Thomas Von Arx, 2011; Zhang et al., 2017).

Karar kriterleri

Endikasyonlar ve kontrendikasyonlar çerçevesine göre, klinik yaklaşım aşağıdakilere dayanmaktadır:

- Hastanın genel sağlık durumunun değerlendirilmesi için medikal anamnez alınması
- Klinik muayene hastalığın geçmişine, ağrının değerlendirilmesine, yüzde şişlik varlığına, ağız içi vestibüle, sabit restorasyonun varlığına ve periodonsiyumun değerlendirilmesine yönelik yapılır.
- Radyografik inceleme: Uzun konili x ışını röntgen muayenesi bize peri-

apikal alan ve endodontik anatomi hakkında bilgi verir. Panoramik görüntüleme ise çeneler hakkında global bir değerlendirme yapılmasını ve 5mm'yi geçen apikal lezyonların görüntülenmesinde faydalıdır.

- Konik ışınlı dental tomografi periapaksin net görüntülenmesi için kullanışlıdır(Truschnegg et al., 2020; Vertommen, 2013; Thomas Von Arx, 2011; Zhang et al., 2017).

Apikal cerrahinin diğer kontrendikasyonları:

1) Dişin fonksiyona katılmıyorsa (antagonisti yoktur, sabit bir protez için stratejik bir önemi yoktur).

2) Diş restore edilemez haldeyse

3) Dişin periodontal sağlığı bozulmuşsa

4) Dişte dikey kök kırığı varsa (Endodontology, 2006).

Apikal cerrahide asıl amaç periradiküler doku iyileşmesinin sağlanması için uygun bir ortam yaratmaktır. Bu, mevcut patolojinin eksize edilmesi, kök kanalının erişilemeyen kısımlarının çıkarılması ve kök kanallarında yeniden enfeksiyonun önlenmesiyle gerçekleştirilir. Bu sebeple kök ucu rezeksiyonunu takiben retrograd kavite hazırlanır ve bu kaviteye dolgu maddesi yerleştirilerek kök kanalının rezeksiyonu sağlanır(Endodontology, 2006). Apikal cerrahinin başarısı, genellikle ameliyattan 1 yıl sonra klinik ve radyografik muayene ile değerlendirilir(Zuolo, Ferreira, & Gutmann, 2000).

CERRAHİ TEKNİK

Apikal cerrahi aşağıdaki prensiplere dayanır:

- Diş ve periodonsiyumun korunması
- Apikal bölgenin traşlanması
- Apeksin rezeksiyonu
- Apikal hermetiklik

Cerrahi protokol ve genel ilkeler:

- Periapikal bölgeye erişim
- Periodontal dokulara dikkat edilerek postoperatif dişeti çekilmelerini önleme amacıyla yeterli insizyon yapılması
- Apeksin rezeksiyonu
- Küretaj ve apikal temizlik
- Apikal hermetikliği sağlamak için retrograd dolgu(Del Fabbro et al., 2016; Lieblich, 2012)

Apikal cerrahinin tekniği, mikrocerrahi prensiplerin tanıtılmasıyla 1990'ların ortalarında büyük ölçüde gelişme sağlamıştır (Thomas von Arx, 2005). Retrograd kavitenin frezler ile hazırlanması, köklerin apekslerine erişimin güçlenmesi, kanala paralel bir kavite hazırlanamaması, kökün perfore edilmesi riski gibi bazı sorunları beraberinde getirmektedir(Liu, Zhang, Li, & Xu, 2013). Kök ucunda retrograd dolgunun konulması için kavite hazırlama amacıyla mikrocerrahi el aletlerinin kullanılması(T Von Arx & Walker III, 2000) ve cerrahi mikroskop veya endoskop gibi büyütme araçlarının kullanılması önemli gelişmeler arasındadır(S. Kim & Kratchman, 2006). Her iki yenilik de cerrahi tekniği basitleştirmiş ve apikal cerrahinin prognozunu iyileştirmiştir(S. Kim & Kratchman, 2006). Mikrocerrahi tekniğin konvansiyonel tekniğe göre iyileşme açısından daha başarılı olduğu bildirilmiştir(Thomas von Arx, Penarrocha, & Jensen, 2010). Geleneksel tekniklerin başarı oranları yaklaşık %59 olarak bildirilmiştir(Setzer, Kohli, Shah, Karabucak, & Kim, 2012). Cerrahi mikroskopların, mikro-cerrahi aletlerin, ultrasonik uçların ve daha biyolojik uyumluluğu olan retrograd dolgu malzemelerinin (MTA ve Super-EBA gibi) kullanımı modern apikal cerrahinin başarı oranını yaklaşık %90 oranında artmıştır(Setzer et al., 2012; Song & Kim, 2012).

Endodontide bir zorunluluk olarak cerrahi mikroskop kullanımı günümüzde kabul edilmiştir. Endodontik uzmanlık programlarında Amerikan Diş hekimleri Birliği'nin (ADA) akreditasyon gereksinimi olarak büyütme kullanımını öğretmek geçmektedir(S. Kim & Kratchman, 2006). Apikal cerrahide de cerrahi mikroskop kullanmanın faydaları birçok yazar tarafından açıklanmıştır(S. Kim, 1997; Rubinstein & Kim, 1999). Cerrahi alanın yüksek büyütmede incelenmesi, daha küçük osteotomi, mikroyapıların (ek kanallar, istmus) ve kök bütünlüğünün (çatlaklar, kırıklar, perforasyonlar) tanımlanması, kemik ve kök arasındaki ayırım, bitişik önemli yapıların tanımlanması (komşu dişlerin kökleri, maksiller sinüs, nazal kavite, mandibular kanal, mental foramen, vb.) gibi yararları mevcuttur. Cerrahi mikroskop kullanımı aynı zamanda dik bir postür gerektirir, bu sayede mesleki ve fiziksel stresi azaltır. Ayrıca, ameliyatların video ile kaydedilmesi, araştırma, eğitim veya vaka dokümantasyonu için kullanılabilir(Thomas Von Arx, 2011).

İnsizyon ve flep dizaynı klinik ve radyografik koşullara göre seçilmelidir(Thomas von Arx & Salvi, 2008). Klinik koşullar şunları içerir: hastanın estetik talepleri; gingival dokularının durumu, biyotipi ve genişliği ve restorasyon varlığıdır. Radyografik koşullar ise periapikal lezyonun yeri, yaygınlığı ve marjinal periodonsiyumun durumundan oluşur. İlginçtir ki, apikal cerrahi sonrası yumuşak doku iyileşmesi, periapikal iyileşmeye kıyasla literatürde nadiren ele alınmıştır. Bununla birlikte, dişeti çekilmesi (papilla büzülmesi ve skar dokusu oluşumu dahil) apikal cerrahiye takiben sıktır(Thomas von Arx, Hänni, & Jensen, 2007; Thomas von Arx, Jensen, & Hänni, 2007; Thomas Von Arx, Salvi, Janner, & Jensen, 2009; Thomas Von Arx, Venzens-

Majaniemi, Bürgin, & Jensen, 2007).

Apikal cerrahi planlandığı zaman, özellikle estetik bir bölge olan maksilla anteriorda, hastaya kullanılacak olan insizyon ve flep tasarımları ile ilgili potansiyel sonuçlar hakkında bilgi verilmelidir. Genellikle, papilla altından insizyon ve estetik bölgede ise submarjinal insizyon tercih edilir. Submarjinal insizyon dişeti çekilmesini önler ancak keratinize mukoza içinde skar dokusu oluşumu görülebilir. Skar dokusu konusu çok yüksek gülme hattına sahip hastalarla tartışılmalıdır. Apiko-marjinal bağlantı varsa (endo-perio lezyon) veya kistik bir lezyon alveoler tepeye doğru uzanıyorsa, sulkuler insizyon tercih edilen flep tasarımıdır(Thomas Von Arx, 2011).

Tüm flap dizaynlarında, içinden geçen dokuların anatomik özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır. Cerrahi işleme başlamadan önce de bazı faktörler göz önünde bulundurulmalıdır:

1. Etkilenen diş sayısı
2. Kök şekli
3. Kemik defekti genişliği
4. Periodontal ceplerin varlığı ve derinliği
5. Yapışık dişeti miktarı
6. Kas incerciolarının ve frenulumların pozisyonu
7. Vestibül derinlik
8. Anatomik yapıların pozisyonu
9. Cerrahi alanı kaplayan kemik miktarı
10. Gerekli ulaşım genişliği
11. İlgili ve bitişik dişlerde kuron varlığı
12. Doğal kemik defekti varlığı ve genişliği
13. İlgili alanın estetik değeri
14. Doku vaskülarizasyonu(Arens, Adams, & DeCastro, 1981)

Grande, apikal cerrahide kullanılan farklı fleplerin literatür taramasını yayınlamıştır. Bunlar; intrasulkuler (intrasulkuler taraksı, trianguler, rektangularveya trapezodial), yarım ay, submarjinal, vertikal, papil korumalı, Lubow ve vreeland flepleridir(Grandi & Pacifici, 2009).

Osteotomi, vakanın başarısı ve uzun vadeli stabilitesi için belirli kriterleri karşılamalıdır:

• Daha hızlı iyileşme sağlanması için mümkün olduğunca minimal invaziv olmalıdır.

- Kök apeksine yeterli derecede erişime izin vermelidir.
- Ameliyat sonrası kemik çöküntüsü oluşmasını önlemek için bir kemik köprüsü sağlam tutulmalıdır.

Alet kullanımını bol irrigasyon altında piyasemen ve çelik frezle veya daha iyisi bir piezotome kullanarak yapılabilir(Kalakhy, 2020).

Piezocerrahinin avantajları:

- Daha az cerrahi travma, kemiğin daha iyi iyileşmesi ve kemik rejenerasyonunun optimize edilmesi
- Özellikle premolar bölge gibi bazı anatomik bölgelerde (örneğin mental foramen komşuluğunda) yumuşak dokulara zarar vermemesi
- Net bir çalışma alanı sağlar.
- Sıcaklık artışı yaratmaz.
- Apikal cerrahinin farklı aşamalarında kullanılabilir(Kalakhy, 2020).

Mukoperiosteal flep kaldırıldıktan sonra, kök ucundaki kortikal kemik de kaldırılır ve kök ucu lokalize edilir. Cerrahi sahanın ulaşılabilirliğini ve görünürlüğünü artırmak için periapikal patolojik dokular kürete edilir. Bir sonraki cerrahi adım ise kök ucu rezeksiyonudur. Rezeksiyon düzlemi, kökün uzun aksına göre mümkün olabildiği kadar dik olmalıdır. İn-vitro çalışmalar, bu yöntemin sızıntıyı etkili bir şekilde azalttığını göstermiştir ancak hiçbir klinik çalışmada bununla ilgili bir kanıt bulunamamıştır. Apikal deltayı çıkarmak için ilgili dişin apeksinden genellikle 3 mm rezeke edilmesi önerilir. Bununla birlikte, tekrar cerrahi yapılan vakalarda veya uzun post bulunan dişlerde, rezeksiyonunun miktarı, retrograd dolgu için yeterli bir derinlik sağlamak için vakaya göre belirlenmelidir(Massimo Gagliani, Taschieri, & Molinari, 1998; Gilheany, Figdor, & Tyas, 1994; Tidmarsh & Arrowsmith, 1989).

2015 yılında rezeksiyon açısının apikal cerrahinin sonucu, ameliyatla ilgili diş, cerrahi bölgenin derinliği ve retrograd dolgunun seviyesi üzerindeki etkisini değerlendirmek için prospektif bir çalışma yayınlandı:

- Tedavi edilen köklerin çoğunluğu (%62.9) sığ rezeksiyon açısına sahipti ($\leq 20^\circ$).
- Sığ rezeksiyon açısına sahip olgular, yüksek rezeksiyon açısına sahip olgulara göre daha yüksek iyileşme oranına sahipti ancak fark istatistiksel olarak anlamlı değildi.
- Rezeksiyon açısı ve cerrahi sahanın derinliği arasında bir ilişki gözlenmemiştir.

- Özellikle mandibular molar dişlerde, özellikle mesial köklerin isthmus bölgesinde, doldurulmuş kökün uzunluğu %29.2 oranında kısa kabul edilmiştir(Thomas von Arx, Janner, Jensen, & Bornstein, 2016).

Düşük hızlı bir el aletinde düz bir fissür frez kullanarak, en pürüzsüz kök yüzeyinin ve en az miktarda gutta perka bozukluğunun oluştuğu görülmüştür(Nedderman, Hartwell, & Portell, 1988). Başka bir çalışma, çok amaçlı frezlerin, Lindeman freze veya düz bir fissür freze kıyasla en az kök parçalanmasına sahip ve en pürüzsüz rezeke edilmiş kök ucu yüzeyini oluşturduğunu bildirmiştir(Morgan & Marshall, 1998). Maksiller sinüs veya mandibular kanala yakın köklerde, rezeke edilecek kök ucunun istenmeyen bölgelere gitmesini önlemek için kökün apeksini kesmek yerine frezle aşındırılarak alınması önerilir(S. Kim & Rethnam, 1997; Thomas Von Arx, Jensen, Hänni, & Schenk, 2006).

Kökün lingual/palatal yönündeki artık patolojik dokular apikal rezeksiyonu takiben çıkarılır. Kalan kök yüzünün dikkatli bir şekilde incelenmesinden önce yeterli kanama kontrolünün sağlanması önemlidir. Çeşitli hemostatik teknikler ve ajanlar mevcuttur ve hepsinin kendi karakteristik özellikleri, avantajları ve dezavantajları vardır. Dezavantajlar arasında yetersiz hemostatik etki (kollajen ürünleri, epinefrin, kemik mumu) ve yabancı cisim reaksiyonları (kemik mumu, alüminyum-klorür, ferrik sülfat) vardır(S. Kim & Rethnam, 1997; Thomas Von Arx et al., 2006). Kemik kriptası içinde kanama kontrolü sağlandıktan sonra, cerrahi alan, bu alanda gözükken kök yüzeyleri ile rezeke edilen dişin kök yüzü % 1-2 metilen mavisi ile boyanır. Boya organik dokuyu işaretler ancak mineralize inorganik dokular boyanmaz. Bu sayede rezeke edilen kök ucunun çevresindeki ve kesilmiş kök yüzündeki mikro yapıların ve kalan patolojik dokunun tanımlanması daha kolay olur(Camburuzi, Marshall, & Pappin, 1985).

Bir sonraki adım, aksesuar kanallar, isthmus, dentin çatlakları, mevcut kök kanal dolgusu ile kök kanallarının duvarları arasında bir boşluk ve kök kanallarının ortograd yaklaşımla doldurulamamış bölgelerin varlığı gibi olası sızıntı alanlarını görebilmek için rezeke edilmiş kök ucunun incelenmesidir. Apikal cerrahide yeniden enfeksiyon oluşmasından kaçınmak gerektiği için, söz konusu mikro yapıların sızdırmazlığı, bakteri ve toksinlerin kök kanal sisteminden periradiküler dokulara yayılmasını önlemek için gereklidir. Aynı kök içindeki iki kanal arasındaki isthmus, apikal cerrahinin başarılı bir şekilde sonuçlanması için kritik bir yapı olarak tanımlanmıştır(Hsu & Kim, 1997; Thomas von Arx, 2005; T Von Arx, 2005; Weller, Niemczyk, & Kim, 1995).

Diğer bir konu da dentin çatlaklarının varlığıdır. Endoskop kullanımının, kesilmiş kök yüzündeki dentin çatlaklarının (veya diğer mikro yapıların) tespit edilmesi açısından faydalı olduğu görülmüştür(Slaton et al., 2003;

Thomas Von Arx, Britain, et al., 2003; Thomas von Arx, Hunenbart, & Buser, 2002; Thomas Von Arx, Montagne, Zwinggi, & Lussi, 2003). Bununla birlikte, rezeke edilen kök yüzeyinde gözlenen dentin çatlaklarının klinik açıdan önemi henüz açıklığa kavuşturulmamıştır (Morgan & Marshall, 1999). Bir in vitro çalışmada, kök kanalından kaynaklanan çatlakların varlığının kök ucu dolgu malzemelerinin sızdırmazlığını olumsuz yönde etkilediği ve muhtemelen büyük klinik öneme sahip olduğu bulunmuştur (Mieke De Bruyne & De Moor, 2008).

Rezeksiyon alanının dikkatli bir şekilde kontrol edilmesinden sonra, kök ucuna bir retrograd kavite hazırlanır. Bu retrograd kavite 3 mm'lik bir derinliğe sahip olmalı ve kök kanalının orijinal yolunu takip etmelidir. Ayrıca eğer varsa, bu retrograd kavite, isthmus veya aksesuar kanalları da içermelidir. Geleneksel retrograd kavite hazırlama tekniği yani açılı bir mikromotor ile küçük bir rond frez veya tersine konik bir frezin kullanılması, retrograd kavitenin yönü ve derinliği açısından sorunludur fakat sonik veya ultrasonik cihazlarla mikro uçların (retrotips) geliştirilmesi apikal cerrahide önemli bir gelişim olmuştur ve retrograd kavite hazırlama tekniğini önemli bir ölçüde basitleştirmiştir (T Von Arx & Walker III, 2000). Mikro uçların küçük ve açılı konfigürasyonu, rezeksiyon düzleminin bevelli bir eğimini gerektirmez. Bu nedenle, daha az dentin tübülü açığa çıkar. Buna ek olarak, osteotomi geleneksel döner aletlere kıyasla sonik/mikrosonik mikro uçlarla minimumda tutulabilir. Bu aynı zamanda hasta için daha az travmaya sebep olur ve kemik iyileşmesinin daha hızlı olmasını sağlar (Thomas von Arx, Hänni, et al., 2007; Thomas von Arx, Jensen, et al., 2007; Thomas Von Arx, Vinzens-Majaniemi, et al., 2007). Ultrasonik veya sonik mikrouçlar yoluyla retrograd kavite hazırlığını takiben dentin çatlaklarının sıklığının artması ihtimaline dair ilişkin endişeler, çeşitli klinik ve kadavra çalışmalarında çürütülmüştür (Calzonetti, Iwanowski, Komorowski, & Friedman, 1998; MAA De Bruyne & De Moor, 2005; Gray, Hatton, Holtzmann, Jenkins, & Nielsen, 2000; Morgan & Marshall, 1999)

Retrograd dolgu için, geçmişte çeşitli malzemeler kullanılmıştır. Operatif ve restoratif diş hekimliğinde geçici (Super EBA, IRM, Cavit vb.) veya daimi (altın, amalgam, rezin kompozit, cam iyonomer, kompomer vb.) restorasyon malzemesi olarak tanıtilen hemen hemen her materyal er ya da geç apikal cerrahide de kullanılmıştır. Bununla birlikte, mineral trioksit agregat (MTA), retrograd dolgu malzemesi için altın standart haline gelmiş gibi görünmektedir. Bugüne kadar yayınlanan tüm klinik karşılaştırmalı çalışmalar, MTA için diğer materyallerden daha yüksek başarı oranları bildirmiştir (Chong, Pitt Ford, & Hudson, 2003; E. Kim, Song, Jung, Lee, & Kim, 2008; J. Lindeboom, Frenken, Valkenburg, & Van Den Akker, 2005; J. A. Lindeboom, Frenken, Kroon, & van den Akker, 2005; Thomas von Arx, Hänni, et al., 2007; Thomas von Arx, Jensen, et al., 2007; Thomas Von Arx, Vinzens-Majanie-

mi, et al., 2007). Literatürde MTA ve Super-EBA'yı karşılaştıran in vitro ve ex vivo çalışmalar Super-EBA'nın MTA'dan daha düşük başarıda olduğunu göstermiştir(Song & Kim, 2012). Farklılıkların anlamlı bulunmamasına rağmen (muhtemelen tedavi edilen vakaların sayısı nedeniyle), MTA'nın pahalı bir malzeme olmasına ve klinisyenin kullanımına alışkın olması gerekmesine rağmen, mükemmel biyouyumluluk (Camilleri & Pitt Ford, 2006), kavite duvarlarına ideal adezyon, düşük çözünürlük (Poggio, Lombardini, Alessandro, & Simonetta, 2007) ve kesilmiş kök yüzünde sementogenez, maruz kalan dentin ve MTA yüzeylerinde yeni sement birikimi gibi çeşitli avantajları vardır(Baek, Plenk Jr, & Kim, 2005; Bernabé et al., 2007; Thomas Von Arx, Britain, et al., 2003; Thomas Von Arx, Montagne, et al., 2003). En son yayınlanan randomize klinik çalışmada, retrograd kavite açıp MTA yerleştirmek ile retrograd kavite açmadan mevcut ortograd gutta perka (GP) dolgusunun düzleştirilmesiyle karşılaştırdı. MTA ile tedavi edilen dişler(%96), sadece düzleştirilme prosedürü ile tedavi edilen dişlerden (% 52) anlamlı derecede daha iyi iyileşme göstermiştir(Christiansen, Kirkevang, Hørsted-Bindslev, & Wenzel, 2009).

Yara kapatılması işleminden önce, cerrahi alan dikkatlice kontrol edilir ve irrigé edilir. Yara kenarlarının adaptasyonu, tercihen ince sütür malzemesi kullanılarak (5-0, 6-0, 7-0) basit dikişlerle gerçekleştirilir. Periostu kemikle temas ettirme amacıyla bir gazlı bezle dokuya hafifçe bastırma önerilir. Dikişler genellikle ameliyattan sonraki 3-5 gün içinde alınır. Antibiyotiklerin reçetelenmesi, postoperatif iyileşme veya apikal cerrahi sonrası 1 yıllık sonuç için herhangi bir fayda göstermemiştir(J. Lindeboom et al., 2005; J. A. Lindeboom et al., 2005; Thomas von Arx, Hänni, et al., 2007; Thomas von Arx, Jensen, et al., 2007; Thomas Von Arx, Vinzens-Majaniemi, et al., 2007).

POSTOPERATİF BAKIM

Şişlik iyi bilinen bir postoperatif bulgudur ve apikal cerrahi prosedürlerle kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır(García, Penarrocha, Martí, Gay-Escodad, & von Arx, 2007; Kvist & Reit, 2000; Penarrocha, Garcia, Marti, & Balaguer, 2006). Ameliyattan sonra 4-6 saat boyunca buz uygulanmasının ameliyat sonrası şişliği en aza indirdiğini öne sürülmektedir(Evans, Bishop, & Renton, 2012). Şu anda, bunun postoperatif ağrıda önemli bir etkisi olup olmadığı hakkında bir veri yoktur ancak Chong & Pitt Ford'un (2005) araştırması, reçete gerektirmeyen analjezik ajanların, farklı kök ucu dolgu materyalleri kullanılan iki grupta apikal cerrahi sonrası semptomlarda yeterli rahatlama sağladığını bulmuştur(San Chong & Ford, 2005). Bu çalışmada aynı zamanda ağrının postoperatif erken dönemde yaşandığı ve zamanla yoğunluğunun azaldığı sonucuna varılmıştır. Şişlik için de benzer bir sonuç önerilmektedir. Ameliyattan 24-48 saat sonra maksimum olduğu ve ameliyat günü boyunca saatte 20 dakika boyunca buz uygulanması önerilmektedir(Rhodes, 2005). Ayrıca, ağız hijyeni kötü olan hastalarda ve sigara içenlerde ağrı ve şişliğin

daha şiddetli olduğunu gösteren kanıtlar da vardır(García et al., 2007).

Ağrıda azalma genellikle ameliyat sonrası ilk günde meydana gelir, bunu takip eden her gün rahatsızlıkta istikrarlı, ilerleyici bir azalma olur(Seymour, Meechan, & Blair, 1986). Bazı makaleler, sadece birkaç hastanın hafif analjeziklerle telafi edilemeyen ağrı yaşadığını göstermektedir(Seymour et al., 1986; Seymour & Rawlins, 1982; Seymour, Williams, Ward, & Rawlins, 1984; Von Graffenried, Nüesch, Maeglin, Hägler, & Kuhn, 1980). Ağrıyı önlemek, ağrıyı ortadan kaldırmaktan daha kolay olduğundan, ameliyattan önce analjezik tedavi başlatılmalıdır(J. L. GUTMANN, 2005).

Önerilen ilaç tedavisi, ilk dozu zamanlanmış opioid olmayan (narkotik olmayan) analjeziklerdir, bu şekilde, seçilen analjezik, lokal anestezinin etkisi bitmeden önce pik kan seviyelerine yaklaşmaktadır. Örneğin, periradiküler cerrahi için vazokonstriktör ile lidokain enjeksiyonundan hemen önce 500-600 mg asetaminofen veya 800 mg ibuprofen oral olarak verilir(J. L. GUTMANN, 2005). Bazı araştırmalar, ağrıyı ortadan kaldırmak veya en aza indirmek için hem asetaminofenin (1000 mg) hem de ibuprofenin (600 mg) kombinasyon halinde kullanıldığını göstermiştir(Menhinick, Gutmann, Regan, Taylor, & Buschang, 2004).

Endodontik cerrahi için antibiyotik profilaksisi önerilmez çünkü cerrahi endodontik prosedürleri takiben enfeksiyon çok nadirdir. Enfeksiyon meydana geldiğinde, yetersiz aseptik cerrahi tekniklerin bir sonucu olarak veya eleve edilen dokuların yeterince yeniden yakınlaştırılmaması ve yetersiz stabilizasyonu nedeniyle cerrahi bölgeye bakteriyel penetrasyondan kaynaklanabilir. Bu da oral mikroorganizmaların sürekli cerrahi sahaya penetre olmasına neden olabilir(J. L. GUTMANN, 2005). Bir enfeksiyon gelişirse, enfeksiyon belirtileri ve semptomları genellikle işlemden 36-48 saat sonra ortaya çıkar ve süpürasyon, ateş ve lenfadenopati ile ilişkili olabilecek veya olmayabilecek artmış ve ilerleyici şişlik ve ağrı ile kendini gösterir(Pack & Haber, 1983). Bu durumda antibiyotik tedavisi derhal başlatılır ve seçilen antibiyotiğin etkili olduğundan emin olmak için hasta takip edilir. Penisilinaza dirençli ilaçları, ampicilin ve amoksisilin, sefalosporinler, azitromisin, klaritromisin veya klindamisin gibi genişletilmiş spektrumlu ilaçları veya yukarıdakilerin bir kombinasyonunu kullanma eğilimi vardır. Bununla birlikte, cerrahi endodontik girişim sonrası antibiyotik tedavisi için bu ilaçlardan hangisinin kullanılacağını belirten bilimsel bir kanıt bulunmamaktadır(J. L. GUTMANN, 2005).

Bir önlem olarak, klorheksidin glukonat kullanımı sadece ameliyat öncesi için değil, ameliyat sonrası bakım sırasında, ağız boşluğundaki patojenik mikroorganizmaların sayısını azaltmanın bir yolu olarak endikedir. Cerrahi bölgenin etrafında, bir dakika boyunca günde iki kez kullanılması için klorheksidin glukonat önerilir(Martin & Nind, 1987). Diş fırçalama genellikle

mümkün olmadığından ve klorheksidin glukonat gargaralarının dental plak oluşumunu baskıladığı kanıtlandığından kullanılması önerilir(Löe & Rindom Schiött, 1970).

Endodontik cerrahiyi takip eden 6-8 saat boyunca, dinlenme ve buz kompreslerinin de aralıklı olarak uygulanması gerekiyorken, hastanın aktivitesinin kısıtlanması önerilir. Hastalar genellikle ameliyattan sonraki gün işe dönebilirler, ancak yorucu mesleklerde olanlar aktivitelerini 2 gün boyunca sınırlandırmalıdır. Tıbbi olarak riskli ve geriatrik hastalarda daha uzun süreli aktivite kısıtlaması gerektirebilir(J. L. GUTMANN, 2005).

Bir hayvan çalışmasında; süturlar 3. 5. ve 7. günde alındı ve araştırmacılar aralarında anlamlı fark olduğu sonucuna vardı ve beş gün sonra dikişlerin çıkarılmasını önerdi(Parirokh, Asgary, & Eghbal, 2006). Bu durum, dikişlerin 48 saat sonra çıkarılabileceğini, ancak 96 saat sonra kalmasına izin verilmesi gerektiğini öne süren diğer çalışmalar tarafından şiddetle reddedilmiştir(Grung, 1973; J. Gutmann & Harrison, 1994; Selvig & Torabinejad, 1996; Wirthlin, Hancock, & Gaugler, 1984). Mikrocerrahi prosedürlerde, Eliyas ve ark. (2014) cerrahi dikişlerin sadece üç gün sonra çıkarılmasını önermektedir.

CERRAHİ İŞLEMİN BAŞARISININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Apikal rezeksiyondan sonra tedavinin başarısının incelenmesi için klinik ve radyografik olarak değerlendirme yapılmalıdır. Apikoektomize dişlerin sağkalım oranlarının periyodik olarak radyografilerinin yeniden incelenmeden raporlanmasının klinik bir değeri yoktur. Günümüzde apikal cerrahinin sonucunu belirlemek için klinik ve radyografik olarak iyileşme kriterlerinin kombinasyonu kabul görmektedir(Zuolo et al., 2000). Pratik bir bakış açısına göre, iyileşme normalde ameliyattan 1 yıl sonra değerlendirilir, ancak küçük (<5 mm) periapikal defektler birkaç ay içinde iyileşebilir(Rubinstein & Kim, 1999).

Klinik iyileşme, ağrı, sinüs yolu, şişlik, apikomarjinal ilişki ve palpasyon veya perküsyona hassasiyet gibi belirti ve semptomların yokluğuna göre değerlendirilir(Molven, Halse, & Grung, 1987; Rud, Andreasen, & Jensen, 1972).

Radyolojik olarak Rud ve ark. tarafından önerilen kriterlere dayanarak aşağıdaki iyileşme sınıflandırması mevcuttur:

1. Tam iyileşme: Kök etrafında sağlam bir lamina dura'nın oluşması.

2. Eksik iyileşme: Radyolüseni ya boyut olarak azalmıştır ya da sabit kalmıştır. Kemik yapıları radyolüsensinin içinde görülebilir. Radyolüseni şekil olarak düzensizdir ve kökün apeksinin etrafında asimetrik olarak görülebilir. Kemikte izole bir radyolüseni (skar dokusu) mevcut olabilir.

3. Belirsiz iyileşme: Radyolüseni boyut olarak azalmıştır. Radyolüseni

dairesel şekillidir ve kökün apeksinin etrafında simetrik olarak bulunur.

4. Tatmin edici olmayan iyileşme: Radyolüseni boyut olarak artmıştır(Rud et al., 1972).

Klinik ve radyografik değerlendirmeden sonra, sonuçlar Friedman tarafından önerilen kriterler kullanılarak 3 kategoriye ayrılabilir:

1. İyileşmiş: Klinik belirti ve semptomların yokluğu ile birlikte radyolojik olarak tam iyileşme veya eksik iyileşmenin varlığı.

2. İyileşme aşamasında: Klinik belirti ve semptomların yokluğu ve radyolojik olarak belirsiz iyileşmenin varlığı.

3. Kalıcı hastalık: Klinik belirti ve semptomların varlığı ve/veya radyolojik olarak tatmin edici olmayan iyileşmenin varlığı(FRIEDMAN, 2005).

1 yıl sonra yapılan kontroller ile ilgili olarak, uzun dönem iyileşmeyi 1 yıllık sonuçlarla karşılaştıran klinik çalışmalar mevcuttur(Halse, Molven, & Grung, 1991; Jesslén, Zetterqvist, & Heimdahl, 1995; Yazdi et al., 2007). 1 yıllık takipte başarılı olan olguların uzun dönemde de bu şekilde devam ettiğini belirten yüksek ve sürekli bir prediktif değer (% 95-97) bildirilmiştir. Sonuç olarak, başarılı olarak sınıflandırılan olguların, klinik belirti veya bulgular mevcut olmadıkça yıllık takiplerde radyografik olarak izlenmesine gerek yoktur. Buna karşılık, radyografik iyileşmesi eksik olan, belirsiz olan veya tatmin edici olmayan olan olgular, kesin tanı konulana kadar klinik ve radyografik olarak (genellikle yıllık aralıklarla) yeniden değerlendirilmelidir(Thomas Von Arx, 2011).

Apikal cerrahinin sonuçları ile ilgili olarak, mikrocerrahi tekniklerin uygulanmasından önce %44-90 arasında değişen tutarsız başarı oranları bildirilmiştir(Hepworth & Friedman, 1997). Fakat son zamanlarda yapılan çalışmalar, apikal cerrahinin tedavi sonucunun önemli ölçüde iyileştiğini ve başarı oranlarının %90'a yaklaştığını veya aştığını göstermiştir(Thomas von Arx, 2005; T Von Arx, 2005). Apikal mikrocerrahi sonrası yüksek iyileşme oranlarının sürekli olmasının bu eğilimi, son 5 yılda yayınlanan birçok klinik çalışmayla kanıtlanmıştır(Christiansen et al., 2009; E. Kim et al., 2008; J. Lindeboom et al., 2005; J. A. Lindeboom et al., 2005; Saunders, 2008; Taschieri, Del Fabbro, Testori, & Weinstein, 2008; Tsesis, Rosen, Schwartz-Arad, & Fuss, 2006; Thomas von Arx, Hänni, et al., 2007; Thomas von Arx, Jensen, et al., 2007; Thomas Von Arx, Vinzens-Majaniemi, et al., 2007).

Birçok çalışma ayrıca yeniden ameliyat edilen ve ilk kez ameliyat edilen vakalarının iyileşme sonuçlarını karşılaştırmıştır(Schwartz-Arad, Yarrom, Lustig, & Kaffe, 2003; Thomas von Arx, Hänni, et al., 2007; Thomas von Arx, Jensen, et al., 2007; Thomas Von Arx, Vinzens-Majaniemi, et al., 2007; N. Wang, Knight, Dao, & Friedman, 2004; Q. Wang, Cheung, & Ng, 2004).

Yeniden ameliyat edilen vakalarda iyileşme, ilk kez ameliyat edilen vakalara göre %7-27 daha düşüktür. Son zamanlarda yapılan 5 yıllık uzun dönemli bir çalışmada, ilk kez yapılan ameliyatlar için %86 gibi yüksek bir başarı oranına sahip olduğu görülmüşken, yeniden yapılan ameliyatlar için %59 gibi düşük bir başarı oranı görülmüştür(MM Gagliani, Gorni, & Strohmenger, 2005).

Mobilitede artış kaçınılmazdır ve zaman içinde mobilitedeki değişiklik apikal cerrahi sonrası göz önünde bulundurulacak ilginç bir klinik başarı kriteridir. Periotest ilk olarak Schulte ve Lukas tarafından diş mobilitésinin ölçülmesi için tekrarlanabilir ve temel bir yöntem olarak tanıtıldı. Ayrıca periodontoloji, implantoloji, travmatoloji ve ortodonti alanlarındaki tedavi sonuçlarının güvenilir bir şekilde değerlendirilmesini de sağlar. Schulte ve ark. periotest değerleri ile dişlerin marjinal kemik kaybı arasındaki ilişkiyi incelemiş ve parametreler arasında yüksek ilişki olduğunu göstermiştir(Schulte, d'Hoedt, Lukas, Maunz, & Steppeler, 1992).

Apikal cerrahinin iyileşmesinde göz önünde bulundurulması gereken bir diğer önemli konu da, kombine endo-perio lezyonların sebep olduğu zorluklardır, özellikle de bukkal kemiğin olmaması sebebiyle bukkal kök yüzeyinin tamamen ekspoze olduğu durumlardır. Sadece birkaç klinik çalışma, sağlam ve bukkal kemiği eksik dişlerin apikal cerrahisinde iyileşme sonuçlarını karşılaştırmıştır. Wesson ve Gale (2003), molar dişlerde apikal cerrahi ile ilişkili 5 yıllık başarı oranlarını, yara kapanmadan önce bukkal kemiğin genişliğini göz önünde bulundurarak kıyaslamıştır. Bukkal kemik genişliği 3 mm veya daha fazla olan dişler %76 iyileşme oranına sahipken, bukkal kemiği olmayan dişlerin iyileşme oranı %46 olarak anlamlı derecede daha düşüktür(Wesson & Gale, 2003). Kim ve ark. (2008), kombine endo-perio lezyonları olan apikoektomize dişlerde %77.5 gibi başarılı bir sonuç bildirirken, izole endodontik lezyonları olan dişlerde %95.2 gibi başarılı bir sonuç bildirmiştir(E. Kim et al., 2008).

Sonuç olarak, apikal cerrahi doğru endikasyonda tecrübeli hekimler tarafından uygulandığında oldukça başarılı bir cerrahi tekniktir.

KAYNAKÇA

- Arens, D. E., Adams, W. R., & DeCastro, R. A. (1981). *Endodontic surgery*: Harpercollins College Division.
- Baek, S.-H., Plenk Jr, H., & Kim, S. (2005). Periapical tissue responses and cementum regeneration with amalgam, SuperEBA, and MTA as root-end filling materials. *Journal of endodontics*, 31(6), 444-449.
- Bernabé, P., Gomes-Filho, J., Rocha, W., Nery, M. J., Otoboni-Filho, J., & Dezan-Júnior, E. (2007). Histological evaluation of MTA as a root-end filling material. *International endodontic journal*, 40(10), 758-765.
- Calzonetti, K. J., Iwanowski, T., Komorowski, R., & Friedman, S. (1998). Ultrasonic root end cavity preparation assessed by an in situ impression technique. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 85(2), 210-215.
- Cambruzzi, J. V., Marshall, F. J., & Pappin, J. B. (1985). Methylene blue dye: an aid to endodontic surgery. *Journal of endodontics*, 11(7), 311-314.
- Camilleri, J., & Pitt Ford, T. (2006). Mineral trioxide aggregate: a review of the constituents and biological properties of the material. *International endodontic journal*, 39(10), 747-754.
- Chong, B., Pitt Ford, T., & Hudson, M. (2003). A prospective clinical study of Mineral Trioxide Aggregate and IRM when used as root-end filling materials in endodontic surgery. *International endodontic journal*, 36(8), 520-526.
- Christiansen, R., Kirkevang, L. L., Hørsted-Bindslev, P., & Wenzel, A. (2009). Randomized clinical trial of root-end resection followed by root-end filling with mineral trioxide aggregate or smoothing of the orthograde gutta-percha root filling-1-year follow-up. *International endodontic journal*, 42(2), 105-114.
- Cotton, T. P., Geisler, T. M., Holden, D. T., Schwartz, S. A., & Schindler, W. G. (2007). Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *Journal of endodontics*, 33(9), 1121-1132.
- De Bruyne, M., & De Moor, R. (2005). SEM analysis of the integrity of resected root apices of cadaver and extracted teeth after ultrasonic root-end preparation at different intensities. *International endodontic journal*, 38(5), 310-319.
- De Bruyne, M., & De Moor, R. (2008). Influence of cracks on leakage and obturation efficiency of root-end filling materials after ultrasonic preparation: an in vitro evaluation. *Quintessence international*, 39(8), 685-692.
- Del Fabbro, M., Corbella, S., Sequeira-Byron, P., Tsesis, I., Rosen, E., Lolato, A., & Tschieri, S. (2016). Endodontic procedures for retreatment of periapical lesions. *Cochrane Database of Systematic Reviews*(10).
- Endodontology, E. S. o. (2006). Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *International endodontic journal*, 39(12), 921-930.

- Evans, G., Bishop, K., & Renton, T. (2012). Update of guidelines for surgical endodontics—the position after ten years. *British dental journal*, 212(10), 497-498.
- FRIEDMAN, S. (2005). The prognosis and expected outcome of apical surgery. *Endodontic Topics*, 11(1), 219-262.
- Gagliani, M., Gorni, F., & Strohmenger, L. (2005). Periapical resurgery versus periapical surgery: a 5-year longitudinal comparison. *International endodontic journal*, 38(5), 320-327.
- Gagliani, M., Taschieri, S., & Molinari, R. (1998). Ultrasonic root-end preparation: influence of cutting angle on the apical seal. *Journal of endodontics*, 24(11), 726-730.
- García, B., Penarrocha, M., Martí, E., Gay-Escodad, C., & von Arx, T. (2007). Pain and swelling after periapical surgery related to oral hygiene and smoking. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 104(2), 271-276.
- Gilheany, P. A., Figdor, D., & Tyas, M. J. (1994). Apical dentin permeability and microleakage associated with root end resection and retrograde filling. *Journal of endodontics*, 20(1), 22-26.
- Grandi, C., & Pacifici, L. (2009). The ratio in choosing access flap for surgical endodontics: a review. *Oral & implantology*, 2(1), 37.
- Gray, G. J., Hatton, J. F., Holtzmann, D. J., Jenkins, D. B., & Nielsen, C. J. (2000). Quality of root-end preparations using ultrasonic and rotary instrumentation in cadavers. *Journal of endodontics*, 26(5), 281-283.
- Grung, B. (1973). Healing of gingival mucoperiosteal flaps after marginal incision in apicoectomy procedures. *International journal of oral surgery*, 2(1), 20-25.
- Gutmann, J., & Harrison, J. (1994). Flap designs and incisions. *Surgical endodontics*, 162-175.
- GUTMANN, J. L. (2005). Surgical endodontics: post-surgical care. *Endodontic Topics*, 11(1), 196-205.
- Halse, A., Molven, O., & Grung, B. (1991). Follow-up after periapical surgery: the value of the one-year control. *Dental Traumatology*, 7(6), 246-250.
- Hepworth, M. J., & Friedman, S. (1997). Treatment outcome of surgical and non-surgical management of endodontic failures. *Journal (Canadian Dental Association)*, 63(5), 364-371.
- Hsu, Y.-Y., & Kim, S. (1997). The resected root surface. The issue of canal isthmuses. *Dental Clinics of North America*, 41(3), 529-540.
- Jesslén, P., Zetterqvist, L., & Heimdahl, A. (1995). Long-term results of amalgam versus glass ionomer cement as apical sealant after apicoectomy. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 79(1), 101-103.
- Kalakhya, Y. (2020). Apical Surgery: New Concepts. *Acta Scientific Dental Sciences*, 4(11), 98-110.

- Kim, E., Song, J.-S., Jung, I.-Y., Lee, S.-J., & Kim, S. (2008). Prospective clinical study evaluating endodontic microsurgery outcomes for cases with lesions of endodontic origin compared with cases with lesions of combined periodontal–endodontic origin. *Journal of endodontics*, 34(5), 546-551.
- Kim, S. (1997). Principles of endodontic microsurgery. *Dental Clinics of North America*, 41(3), 481-497.
- Kim, S., & Kratchman, S. (2006). Modern endodontic surgery concepts and practice: a review. *Journal of endodontics*, 32(7), 601-623.
- Kim, S., & Rethnam, S. (1997). Hemostasis in endodontic microsurgery. *Dental Clinics of North America*, 41(3), 499-511.
- Kvist, T., & Reit, C. (2000). Postoperative discomfort associated with surgical and non-surgical endodontic retreatment. *Dental Traumatology*, 16(2), 71-74.
- Lieblich, S. E. (2012). Endodontic surgery. *Dental Clinics*, 56(1), 121-132.
- Lindeboom, J., Frenken, J., Valkenburg, P., & Van Den Akker, H. (2005). The role of preoperative prophylactic antibiotic administration in periapical endodontic surgery: a randomized, prospective double-blind placebo-controlled study. *International endodontic journal*, 38(12), 877-881.
- Lindeboom, J. A., Frenken, J. W., Kroon, F. H., & van den Akker, H. P. (2005). A comparative prospective randomized clinical study of MTA and IRM as root-end filling materials in single-rooted teeth in endodontic surgery. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 100(4), 495-500.
- Liu, Z., Zhang, D., Li, Q., & Xu, Q. (2013). Evaluation of root-end preparation with a new ultrasonic tip. *Journal of endodontics*, 39(6), 820-823.
- Löe, H., & Rindom Schiøtt, C. (1970). The effect of mouthrinses and topical application of chlorhexidine on the development of dental plaque and gingivitis in man. *Journal of periodontal research*, 5(2), 79-83.
- Martin, M., & Nind, D. (1987). Use of chlorhexidine gluconate for pre-operative disinfection of apicectomy sites. *British dental journal*, 162(12), 459-461.
- Menhinick, K. A., Gutmann, J., Regan, J., Taylor, S., & Buschang, P. (2004). The efficacy of pain control following nonsurgical root canal treatment using ibuprofen or a combination of ibuprofen and acetaminophen in a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *International endodontic journal*, 37(8), 531-541.
- Molven, O., Halse, A., & Grung, B. (1987). Observer strategy and the radiographic classification of healing after endodontic surgery. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 16(4), 432-439.
- Morgan, L. A., & Marshall, J. G. (1998). The topography of root ends resected with fissure burs and refined with two types of finishing burs. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 85(5), 585-591.
- Morgan, L. A., & Marshall, J. G. (1999). A scanning electron microscopic study of in vivo ultrasonic root-end preparations. *Journal of endodontics*, 25(8), 567-570.

- Nedderman, T. A., Hartwell, G. R., & Portell, F. R. (1988). A comparison of root surfaces following apical root resection with various burs: scanning electron microscopic evaluation. *Journal of endodontics*, 14(9), 423-427.
- Pack, P. D., & Haber, J. (1983). The incidence of clinical infection after periodontal surgery: A retrospective study. *Journal of periodontology*, 54(7), 441-443.
- Parirokh, M., Asgary, S., & Eghbal, M. J. (2006). The effect of different suture removal time intervals on surgical wound healing. *Iranian Endodontic Journal*, 1(3), 81.
- Pecora, C. N., Baskaradoss, J. K., Al-Sharif, A., Al-Rejaie, M., Mokhlis, H., Al-Fouzan, K., & Pecora, G. E. (2015). Histological evaluation of the root apices of failed endodontic cases. *Saudi Endodontic Journal*, 5(2), 120.
- Penarrocha, M., Garcia, B., Marti, E., & Balaguer, J. (2006). Pain and inflammation after periapical surgery in 60 patients. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 64(3), 429-433.
- Poggio, C., Lombardini, M., Alessandro, C., & Simonetta, R. (2007). Solubility of root-end-filling materials: a comparative study. *Journal of endodontics*, 33(9), 1094-1097.
- Rhodes, J. S. (2005). *Advanced endodontics: clinical retreatment and surgery*: CRC Press.
- Rubinstein, R. A., & Kim, S. (1999). Short-term observation of the results of endodontic surgery with the use of a surgical operation microscope and Super-EBA as root-end filling material. *Journal of endodontics*, 25(1), 43-48.
- Rud, J., Andreasen, J., & Jensen, J. M. (1972). Radiographic criteria for the assessment of healing after endodontic surgery. *International journal of oral surgery*, 1(4), 195-214.
- San Chong, B., & Ford, T. R. P. (2005). Postoperative pain after root-end resection and filling. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 100(6), 762-766.
- Saunders, W. P. (2008). A prospective clinical study of periradicular surgery using mineral trioxide aggregate as a root-end filling. *Journal of endodontics*, 34(6), 660-665.
- Schulte, W., d'Hoedt, B., Lukas, D., Maunz, M., & Steppeler, M. (1992). Periotest for measuring periodontal characteristics—correlation with periodontal bone loss. *Journal of periodontal research*, 27(3), 184-190.
- Schwartz-Arad, D., Yarom, N., Lustig, J. P., & Kaffe, I. (2003). A retrospective radiographic study of root-end surgery with amalgam and intermediate restorative material. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 96(4), 472-477.
- Selvig, K. A., & Torabinejad, M. (1996). Wound healing after mucoperiosteal surgery in the cat. *Journal of endodontics*, 22(10), 507-515.
- Setzer, F. C., Kohli, M. R., Shah, S. B., Karabucak, B., & Kim, S. (2012). Outcome of endodontic surgery: a meta-analysis of the literature—part 2: comparison of endodontic microsurgical techniques with and without the use of higher magnification. *Journal of endodontics*, 38(1), 1-10.

- Seymour, R., Meechan, J., & Blair, G. (1986). Postoperative pain after apicectomy. A clinical investigation. *International endodontic journal*, 19(5), 242-247.
- Seymour, R., & Rawlins, M. (1982). Efficacy and pharmacokinetics of aspirin in post-operative dental pain. *British journal of clinical pharmacology*, 13(6), 807-810.
- Seymour, R., Williams, F., Ward, A., & Rawlins, M. (1984). Aspirin metabolism and efficacy in postoperative dental pain. *British journal of clinical pharmacology*, 17(6), 697-701.
- Slaton, C. C., Loushine, R. J., Weller, R. N., Parker, M. H., Kimbrough, W. F., & Pashley, D. H. (2003). Identification of resected root-end dentinal cracks: a comparative study of visual magnification. *Journal of endodontics*, 29(8), 519-522.
- Song, M., & Kim, E. (2012). A prospective randomized controlled study of mineral trioxide aggregate and super ethoxy-benzoic acid as root-end filling materials in endodontic microsurgery. *Journal of endodontics*, 38(7), 875-879.
- Taschieri, S., Del Fabbro, M., Testori, T., & Weinstein, R. (2008). Microscope versus endoscope in root-end management: a randomized controlled study. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 37(11), 1022-1026.
- Tidmarsh, B., & Arrowsmith, M. (1989). Dentinal tubules at the root ends of apicected teeth: a scanning electron microscopic study. *International endodontic journal*, 22(4), 184-189.
- Truschneegg, A., Rugani, P., Kirnbauer, B., Kqiku, L., Jakse, N., & Kirmeier, R. (2020). Long-term follow-up for apical microsurgery of teeth with core and post restorations. *Journal of endodontics*, 46(2), 178-183.
- Tsesis, I., Rosen, E., Schwartz-Arad, D., & Fuss, Z. (2006). Retrospective evaluation of surgical endodontic treatment: traditional versus modern technique. *Journal of endodontics*, 32(5), 412-416.
- Vertommen, C. (2013). *La chirurgie apicale: les données acquises de la science*. Université de Lorraine.
- von Arx, T. (2005). Failed root canals: the case for apicoectomy (periradicular surgery). *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 63(6), 832-837.
- Von Arx, T. (2005). Frequency and type of canal isthmuses in first molars detected by endoscopic inspection during periradicular surgery. *International endodontic journal*, 38(3), 160-168.
- Von Arx, T. (2011). Apical surgery: A review of current techniques and outcome. *The Saudi dental journal*, 23(1), 9-15.
- Von Arx, T., Britain, S., Cochran, D. L., Schenk, R. K., Nummikoski, P. V., & Buser, D. (2003). Healing of periapical lesions with complete loss of the buccal bone plate: a histologic study in the canine mandible. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 23(2).
- von Arx, T., Hänni, S., & Jensen, S. S. (2007). Correlation of bone defect dimensions with healing outcome one year after apical surgery. *Journal of endodontics*, 33(9), 1044-1048.

- von Arx, T., Hunenbart, S., & Buser, D. (2002). Endoscope-and video-assisted endodontic surgery. *Quintessence international*, 33(4).
- von Arx, T., Janner, S. F., Jensen, S. S., & Bornstein, M. M. (2016). The resection angle in apical surgery: a CBCT assessment. *Clinical oral investigations*, 20, 2075-2082.
- von Arx, T., Jensen, S. S., & Hänni, S. (2007). Clinical and radiographic assessment of various predictors for healing outcome 1 year after periapical surgery. *Journal of endodontics*, 33(2), 123-128.
- Von Arx, T., Jensen, S. S., Hänni, S., & Schenk, R. K. (2006). Haemostatic agents used in periradicular surgery: an experimental study of their efficacy and tissue reactions. *International endodontic journal*, 39(10), 800-808.
- Von Arx, T., Montagne, D., Zwinggi, C., & Lussi, A. (2003). Diagnostic accuracy of endoscopy in periradicular surgery—a comparison with scanning electron microscopy. *International endodontic journal*, 36(10), 691-699.
- von Arx, T., Penarrocha, M., & Jensen, S. (2010). Prognostic factors in apical surgery with root-end filling: a meta-analysis. *Journal of endodontics*, 36(6), 957-973.
- von Arx, T., & Salvi, G. E. (2008). Incision techniques and flap designs for apical surgery in the anterior maxilla. *European Journal of Esthetic Dentistry*, 3(2).
- Von Arx, T., Salvi, G. E., Janner, S., & Jensen, S. S. (2009). Gingival recession following apical surgery in the aesthetic zone: A clinical study with 70 cases. *Endod Pract Today*, 3, 255.
- Von Arx, T., Vinzens-Majaniemi, T., Bürgin, W., & Jensen, S. S. (2007). Changes of periodontal parameters following apical surgery: a prospective clinical study of three incision techniques. *International endodontic journal*, 40(12), 959-969.
- Von Arx, T., & Walker III, W. (2000). Microsurgical instruments for root-end cavity preparation following apicoectomy: a literature review. *Dental Traumatology: Review article*, 16(2), 47-62.
- Von Graffenried, B., Nüesch, E., Maeglin, B., Hägler, W., & Kuhn, M. (1980). Assessment of analgesics in dental surgery outpatients. *European Journal of Clinical Pharmacology*, 18, 479-482.
- Wang, N., Knight, K., Dao, T., & Friedman, S. (2004). Treatment outcome in endodontics—The Toronto Study. Phases I and II: apical surgery. *Journal of endodontics*, 30(11), 751-761.
- Wang, Q., Cheung, G., & Ng, R. (2004). Survival of surgical endodontic treatment performed in a dental teaching hospital: a cohort study. *International endodontic journal*, 37(11), 764-775.
- Weller, R. N., Niemczyk, S. P., & Kim, S. (1995). Incidence and position of the canal isthmus. Part 1. Mesiobuccal root of the maxillary first molar. *Journal of endodontics*, 21(7), 380-383.
- Wesson, C., & Gale, T. (2003). Molar apicectomy with amalgam root-end filling: results of a prospective study in two district general hospitals. *British dental journal*, 195(12), 707-714.

- Wirthlin, M. R., Hancock, E., & Gaugler, R. (1984). The healing of atraumatic and traumatic incisions in the gingivae of monkeys. *Journal of periodontology*, 55(2), 103-113.
- Yazdi, P., Schou, S., Jensen, S. S., Stoltze, K., Kenrad, B., & Sewerin, I. (2007). Dentine-bonded resin composite (Retroplast) for root-end filling: a prospective clinical and radiographic study with a mean follow-up period of 8 years. *International endodontic journal*, 40(7), 493-503.
- Zhang, X., Xu, N., Wang, H., & Yu, Q. (2017). A cone-beam computed tomographic study of apical surgery-related morphological characteristics of the distolingual root in 3-rooted mandibular first molars in a Chinese population. *Journal of endodontics*, 43(12), 2020-2024.
- Zuolo, M., Ferreira, M., & Gutmann, J. (2000). Prognosis in periradicular surgery: a clinical prospective study. *International endodontic journal*, 33(2), 91-98.