



T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**XP ENDO SHAPER'IN FARKLI HIZLARDA KULLANIMININ
SEMPTOMATİK GERİ DÖNÜŞÜMSÜZ PULPİTİSLİ DİŞLERDE
POSTOPERATİF AĞRIYA ETKİSİ: RANDOMİZE KLİNİK ÇALIŞMA**

Dt. Aslı Zeynep KAPOĞLU KILIÇ

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Özgür GENÇ ŞEN

VAN-2025

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**XP ENDO SHAPER'IN FARKLI HIZLARDA KULLANIMININ
SEMPTOMATİK GERİ DÖNÜŞÜMSÜZ PULPİTİSLİ DİŞLERDE
POSTOPERATİF AĞRIYA ETKİSİ: RANDOMİZE KLİNİK ÇALIŞMA**

Dt. Aslı Zeynep KAPOĞLU KILIÇ

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Özgür GENÇ ŞEN

VAN-2025

KABUL VE ONAY SAYFASI

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı'nda Aslı Zeynep KAPOĞLU KILIÇ tarafından hazırlanan *“XP-endo Shaper'in Farklı Hızlarda Kullanımının Semptomatik Geri Dönüşümsüz Pulpitisli Dişlerde Postoperatif Ağrıya Etkisi: Randomize Klinik Çalışma”* adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından UZMANLIK TEZİ olarak OY BİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 27/03/2025

İmza

Prof. Dr. Burak SAĞSEN

Jüri Başkanı

İmza

Prof. Dr. Sadullah KAYA

İmza

Doç. Dr. Özgür GENÇ ŞEN

Tez hakkında alınan jüri kararı, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı tarafından onaylanmıştır.

İmza

Prof. Dr. Cemil GÖYA

Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince her konuda yanımda olan, bilgi ve deneyimlerini benden esirgemeyen, sadece akademik anlamda değil hayata dair yol göstericiliği ile de bana ışık olan ve destek veren sevgili hocam Doç. Dr. Özgür GENÇ ŞEN'e,

Asistanlığima başladığım ilk süreçte klinik bilgileri, tecrübeleri ve vizyonuyla Endodonti'ye olan ilgimi artıran, bilgilerini paylaşmaktan hiçbir zaman çekinmeyen değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin GÜNDÜZ'e,

Üniversite yıllarını beraber geçirdiğimiz, asistanlık sürecimde de her daim yanımda olan, tüm zorlukları beraber aştığımız, yanında olmaktan her zaman keyif duyduğum canım arkadaşım Uzm. Dt. Elif BAŞTUĞ GÜVEN'e, uzmanlık eğitimine beraber başlayıp bitirdiğimiz, her konuda birbirimize destek olduğumuz eş kıdemlim, Van'ın bana kazandırdığı canım arkadaşım Uzm. Dt. Züleyha BAŞ'a, aynı çalışma ortamını paylaştığımız diğer asistan arkadaşlarıma,

Beni büyüten, yetiştiren, koruyan, hayata hazırlayan, üzerimde sevgilerini hiçbir zaman eksik hissetmediğim canım annem Firdevs KAPOĞLU ve canım babam Ergin KAPOĞLU'ya,

Bana hayatımda iyi ki ablam var dedirten, her yaşımda yol göstericim, en iyi arkadaşım, her zor anımda yardımını benden esirgemeyen canım ablam Özge Zuhul KAPOĞLU'ya, ailemize neşe katan, bana abla olmayı tattıran, iyi ki var dedirten canım kardeşim Uğur Ali KAPOĞLU'ya,

Varlığı ile bana hayatta hep destek olan ve güvende hissettiren, mutluluğumu ve üzüntümü paylaştığım, huzur, neşe ve sevgi kaynağım canım eşim Tunahan KILIÇ'a,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım..

Dt. Aslı Zeynep KAPOĞLU KILIÇ

ÖZET

Kapoğlu Kılıç A.Z., XP-endo Shaper'ın Farklı Hızlarda Kullanımının Semptomatik Geri Dönüşümsüz Pulpitisli Dişlerde Postoperatif Ağrıya Etkisi: Randomize Klinik Çalışma, Y.Y.Ü Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Van, 2025.

Bu tez çalışmasının amacı, kök kanal tedavisinde XP-endo Rise Shaper'ın (XPS) farklı hızlarda kullanımının semptomatik geri dönüşümsüz pulpitisli dişlerde postoperatif ağrıya etkisinin değerlendirilmesidir. Çalışmaya semptomatik irreversible pulpitisli olan toplam 40 alt çene premolar dişi dahil edildi ve bu dişler rastgele olarak her biri 20 dişten oluşan iki gruba ayrıldı. Mekanik preparasyonlar, XPS sistemi kullanılarak iki farklı hız ayarında gerçekleştirildi. Birinci grupta (n=20), enstrümantasyon 1000 rpm dönme hızında gerçekleştirildi, ikinci grupta (n=20) ise hız 2000 rpm'ye ayarlandı. Kemomekanik işlemlerin ardından aynı seansta kök kanalı dolduruldu ve koronal kavite restore edildi. Tedavi sonrasında hastalara, gereksinim duyduklarında kullanmaları için ibuprofen analjezik reçete edildi. Ağrı seviyeleri, tedaviyi takip eden 6, 24, 48 ve 72. saatlerde 11 dereceli sayısal ağrı ölçeği kullanılarak değerlendirildi. Ayrıca aynı zaman aralıklarında toplam ibuprofen tüketim miktarları da kaydedildi. İstatistiksel analizler için Mann Whitney U ve Friedman testleri, kategorik değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemede Z testi ile oransal karşılaştırma ve Ki-kare testleri kullanılmıştır. Gruplar arasında tüm zaman aralıklarında postoperatif ağrı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Gruplar içerisinde zamana bağlı olarak postoperatif ağrı gittikçe azalmış veya sıfırlanmıştır. Aynı zaman aralıklarında, iki hız grubu arasında analjezik alımı açısından istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). 1000 rpm hız kullanılan grupta, zaman dilimleri arasında postoperatif ağrı ve analjezik alımı açısından istatistiksel bir fark bulunmamışken ($p>0.05$), 2000 rpm hız grubunda 6. saat diliminde diğer zaman dilimlerine kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek ağrı ve daha fazla analjezik kullanımı gerçekleşmiştir ($p<0,05$).

Anahtar Kelimeler: Tedavi sonrası ağrı, XP-endo Rise Shaper, Dönme hızı, Mekanik preparation

ABSTRACT

Kapoglu Kilic A.Z., The Effect of Using XP-endo Shaper at Different Speeds on Postoperative Pain in Teeth with Symptomatic Irreversible Pulpitis: A Randomized Clinical Trial, Y.Y.U Faculty of Dentistry, Department of Endodontics, Specialization Thesis, Van, 2025.

This thesis aims to assess the impact of utilizing the XP-Rise Shaper (XPS) at different rotational speeds on postoperative pain in teeth diagnosed with symptomatic irreversible pulpitis during root canal treatment. The study included a total of 40 mandibular premolar teeth with symptomatic irreversible pulpitis, which were randomly assigned to two groups of 20 teeth each. Mechanical preparation was performed using the XPS system at two different speed settings. In the first group (n=20), instrumentation was conducted at a rotational speed of 1000 rpm, whereas in the second group (n=20), the speed was set at 2000 rpm. After the chemo-mechanical procedures, the root canal was obturated, and coronal cavity was restored in a single session. Postoperatively, ibuprofen was prescribed to patients in case they needed it. Pain levels were assessed using an 11-point numerical rating scale at 6, 24, 48, and 72 hours post-treatment. Additionally, the total amount of ibuprofen consumption was recorded at the same time intervals. For statistical analysis, Mann-Whitney U and Friedman tests were used. Z test of proportional comparison and Chi-square tests were used to determine the relationships between categorical variables. There was no statistically significant difference in postoperative pain between the two groups at all time intervals ($p>0.05$). Postoperative pain gradually decreased or disappeared within the groups over time. There was no statistically significant difference in analgesic intake between the different speed groups at the same time intervals ($p>0.05$). While no statistically significant difference was found in terms of postoperative pain and analgesic intake between periods in the 1000 rpm speed group ($p>0.05$), significantly higher pain and more analgesic intake occurred in the 2000 rpm speed group in the 6th hour compared to the other time periods ($p<0.05$).

Key Words: Postoperative pain, XP-endo Rise Shaper, Rotation speed, Mechanical preparation

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEŞEKKÜR	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Endodontide Kök Kanal Preparasyonu.....	3
2.1.1 Kök Kanal Preparasyonunun Amaçları ve Önemi	4
2.1.2 Kök Kanal Preparasyonunda Kullanılan Aletler.....	4
2.1.2.1 Frezler	4
2.1.2.2 El Eğeleri	5
2.1.2.3 Döner Eğe Sistemleri.....	6
2.1.2.3.1 Birinci Jenerasyon Döner Eğe Sistemleri	7
2.1.2.3.2 İkinci Jenerasyon Döner Eğe Sistemleri	7
2.1.2.3.3 Üçüncü Jenerasyon Döner Eğe Sistemleri.....	8
2.1.2.3.4 Dördüncü Jenerasyon Döner Eğe Sistemleri	9
2.1.2.3.5 Beşinci Jenerasyon Döner Eğe Sistemleri	10
2.1.2.3.6 Altıncı Jenerasyon Döner Eğe Sistemleri	11
2.1.2.3.7 Yedinci Jenerasyon Döner Eğe Sistemleri.....	11
2.2 Endodontide Postoperatif Ağrı	12
2.2.1 Postoperatif Ağrıya Etki Eden Faktörler.....	12
2.2.1.1 Hasta ile İlgili Faktörler.....	12
2.2.1.1.1 Preoperatif Ağrı	13
2.2.1.1.2 Yaş	13
2.2.1.1.3 Cinsiyet	14
2.2.1.1.4 Diş Tipi ve Lokalizasyonu	14
2.2.1.1.5 Periapikal Lezyon Varlığı	15
2.2.1.1.6 Pulpanın Durumu	15
2.2.1.1.7 Sinüs Yolu Varlığı	16
2.2.1.1.8 Preoperatif İlaç Kullanımı.....	16
2.2.1.2 Kanal Tedavisi Prosedürleri ile İlgili Faktörler	17
2.2.1.2.1 Çalışma Uzunluğu Tespiti.....	17

2.2.1.2.2	Kök Kanallarının Preparasyonu	18
2.2.1.2.3	Kök Kanallarının Dolum Tekniği	19
2.2.1.2.4	Kanal İçi Medikament Uygulaması	19
2.2.1.2.5	İrrigasyon Solüsyonu ve Tekniği	20
2.2.1.2.6	Lazer Kullanımı	22
2.2.1.2.7	Tedavi Seans Sayısı	22
2.2.1.2.8	Oklüzal Uyumlama	23
2.2.1.2.9	Anestezik solüsyon	23
2.2.2	Postoperatif Ağrı-Kök Kanal Preparasyon İlişkisi.....	23
2.3	Ağrı Değerlendirme Ölçekleri.....	24
2.3.1	Görsel Analog Ölçeği (Visual Analogue Scale-VAS).....	25
2.3.2	Sayısal Derecelendirme Ölçeği (Numerical Rating Scale-NRS).....	26
2.3.3	Sözlü Derecelendirme Ölçeği (Verbal Rating Scale-VRS)	27
2.3.4	Yüzler Ağrı Ölçeği-Revize (Faces Pain Scale-Revised-FPS-R)	27
3.	GEREÇ VE YÖNTEM	29
3.1	Örnek Sayısının Belirlenmesi ve Hasta Seçimi	29
3.2	Grupların Oluşturulması	31
3.3	Kök Kanal Tedavisi Protokolü	32
3.4	Postoperatif Ağrı Değerlendirmesi.....	34
3.5	İstatistiksel Analiz.....	35
4.	BULGULAR.....	36
4.1	Demografik Bulgular.....	36
4.2	Postoperatif Ağrı Bulguları.....	36
4.3	Analjezik Kullanım Bulguları.....	38
5.	TARTIŞMA	40
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	49
	KAYNAKLAR.....	50

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1. İki çalışma grubundaki bireylere ait temel demografik bilgiler ve p değerleri	36
Tablo 2. İki farklı hızda preparasyonu takiben 6, 24, 48 ve 72 saat zaman aralıklarında oluşan ağrı skorlarının ortalama (Ort), medyan (Med), çeyrekler açıklığı (IQR), minimum (min), maksimum (maks) ve p değerleri	37
Tablo 3. İki çalışma grubuna ait hastaların 6, 24, 48 ve 72 saatlik zaman dilimlerinde kullandıkları analjezik sayıları, yüzdeleri ve p değerleri	39

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. Görsel Analog Ölçek.....	26
Şekil 2. Sayısal Derecelendirme Ölçeği.....	26
Şekil 3. Sözlü Derecelendirme Ölçeği	27
Şekil 4. Yüzler Ağrı Ölçeği-Revize (FPS-R)	28
Şekil 5. Hasta Akış Şeması	29
Şekil 6. Ağrı değerlendirme formu	31
Şekil 7. Propex Pixi elektronik apeks bulucu.....	32
Şekil 8. FKG Rooter®X 3000 endomotor.....	33
Şekil 9. XP-endo Rise Glider ve XP-endo Rise Shaper	34
Şekil 10.İki farklı hızda preparasyonu takiben 6, 24, 48 ve 72 saat zaman aralıklarında oluşan ağrı skorları	38

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamalarıyla aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

>

Büyük

<

Küçük

=

Eşit

°

Derece

%

Yüzde

Kısaltmalar

Açıklama

ark

Arkadaşları

CW

Saat yönünde

CCW

Saat yönünün tersine

CHX

Klorheksidin

dk

Dakika

EDM

Elektriksel Deşarj İşleme

EDTA

Etilendiamin tetra asetik asit

FPS-R

Yüz Ağrı Ölçeği-Revize

GG

Gates Glidden

IASP

Uluslararası Ağrı Çalışmaları Derneği

ISO

International Organization for Standardization

IQR

Çeyrekler Açıklığı

Max

Maksimum

med

Medyan

min	Minimum
ml	Mililitre
mm	Milimetre
NaOCl	Sodyum hipoklorit
Ncm	Newton santimetre
NiTi	Nikel Titanyum
NRS	Sayısal Derecelendirme Ölçeği
ort	Ortalama
p	İstatistiksel anlamlılık
PTN	ProTaper Next
Rpm	Dakikaki devir sayısı
SAF	Self-Adjusting File
SS	Standart Sapma
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
VAS	Görsel Analog Ölçeği
VRS	Sözlü Derecelendirme Ölçeği
XP	XP-endo Rise
XPS	XP-endo Rise Shaper

1. GİRİŞ

Kök kanal tedavisinin en sık görülen komplikasyonlarından biri olan postoperatif ağrının yaygınlığı %3 ile %58 arasında değişmektedir (Sathorn ve ark., 2008). Postoperatif ağrının birçok nedeni olmakla beraber en önemli nedenlerinden biri olan apikal periodontitis, kök kanal sistemi içinde kalan mikroorganizmaların ve yan ürünlerinin, enfekte dentin artıklarının ve irrigasyon solüsyonlarının periapikal dokuya iyatrojenik ekstrüzyonunun bir sonucu olarak gelişebilir (Haapasalo ve ark., 2003; Siqueira Jr, 2003). Apikal debris ekstrüzyonunu etkileyen faktörler arasında eğe tasarımı ve kinematiği önemli bir rol oynamaktadır (Koçak ve ark., 2013). Ege sistemlerinin farklı tekniklerle kullanılması durumunda oluşan debris ekstrüzyon miktarlarına dair pek çok çalışma yapılmış olmasına rağmen, henüz bir fikir birliğine varılamamıştır (Bürklein ve Schäfer, 2012; Üstün ve ark., 2015; Kherlakian ve ark., 2016). Tek eğe sistemi olan XP-endo Rise Shaper (XPS; FKG Dentaire SA, La Chaux-de-Fonds, İsviçre)'in minimal debris ekstrüzyonu oluşturduğu ve yüksek döngüsel direnciyle diğer sistemlerden daha hızlı bir klinik performans sergilediği bildirilmiştir (Azim ve ark., 2017; Adıgüzel ve ark., 2018; Alves ve ark., 2018; Elnaghy ve Elsaka, 2018; Uslu ve ark., 2018; Versiani ve ark., 2018; Üreyen Kaya ve ark., 2019).

XPS'nin üreticisi eğenin 1000 rpm ve 1Ncm tork ile kullanımını önermektedir. Bununla birlikte son yıllarda yapılan bazı çalışmalar, XPS'nin çalışma prensibinin üreticinin tavsiyelerinin ötesine geçebileceğini göstermiştir (Webber ve ark., 2020). De-Deus ve ark., XPS'nin çalışma süresinin arttırılmasının kök kanallarında eğenin temas etmediği alanları azalttığını göstermiştir (De-Deus ve ark., 2019). Azim ve ark., çalışma hızının 1000 rpm'den 3000 rpm'ye çıkarılmasının, diğer tek eğe döner sistemlerle karşılaştırıldığında herhangi bir olumsuz etki olmaksızın daha etkili bir kanal yenileme tedavisi ile sonuçlandığını bildirmiştir (Azim ve ark., 2018). Weber ve ark.'nın XPS'nin 3000 rpm ve 1000 rpm hızlarında kullanarak yaptıkları çalışmada; 3000 rpm hızda kullanıldığında, çalışma boyuna ulaşmak için daha az zaman ve daha az vuruş gerektirdiğini ve çalışma boyuna uygun gutta perka konun yerleştirilmesinde başarı oranının daha yüksek olduğunu göstermiştir (Webber ve ark., 2020). Ayrıca yüksek hızda kullanılan eğelerde diğerlerine göre eğe deformasyonu açısından bir fark görülmediği

bildirilmiş ve XPS'nin kullanımı için önerilen protokolün (rehber yol olmadan 3000 rpm), in vitro eğimli kanalları hazırlamak için üreticinin önerdiği protokolden daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Webber ve ark., 2020).

Literatür incelendiğinde XPS'nin farklı hızlarda kullanımı ile ilgili bazı çalışmalar mevcut olmasına rağmen postoperatif ağrıya etkisini inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu tez çalışmasında, kök kanal tedavisinde XPS'nin farklı hızlarda kullanımının semptomatik geri dönüşümsüz pulpitisli dişlerde postoperatif ağrıya etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Sıfır hipotezi, XPS'nin farklı hızlarda kullanımının semptomatik geri dönüşümsüz pulpitisli dişlerde postoperatif ağrı üzerinde hiçbir etkisinin olmayacağıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Endodontide Kök Kanal Preparasyonu

Kök kanal tedavisi; kök kanal sisteminin temizlenmesi, şekillendirilmesi, üç boyutlu olarak doldurulması ve ardından koronal restorasyonun yapılması işlemlerinden oluşur (Ray ve Trope, 1995). Kök kanal tedavisinin en önemli aşamalarından biri kök kanal preparasyonudur (Schilder, 1974). Kök kanal preparasyonu; mekanik preparasyonun ve kimyasal dezenfeksiyonun bir bütün olarak yapılmasını gerektirdiğinden dolayı çoğu zaman kemomekanik veya biyomekanik preparasyon olarak adlandırılmaktadır (Hülsmann ve ark., 2005).

Schilder, kök kanallarının preparasyonu gerçekleştirilirken dikkate alınması gereken beş tasarım kriteri ile beraber beş biyolojik kriter tanımlamıştır (Schilder, 1974).

Schilder'in Tasarım Kriterleri:

- I.** Korondan apekse doğru daralan konik bir form elde edilmelidir.
- II.** Preparasyonun enine kesit çapı apikale doğru gittikçe her noktada daha dar olmalıdır.
- III.** Kök kanal preparasyonu orijinal kanalın şekliyle uyumlu olmalıdır.
- IV.** Apikal foramenin orijinal pozisyonu korunmalıdır.
- V.** Apikal açıklık mümkün olduğunca küçük tutulmalıdır.

Schilder'in Biyolojik Kriterleri:

- I.** Enstrümantasyon apikal foramenle sınırlandırılmalı, periapikal dokulara ulaşmamalıdır.
- II.** Nekrotik debrisler apikal foramenden periapikal dokulara taşmamalıdır.
- III.** Kök kanal sisteminden tüm doku artıkları uzaklaştırılmalıdır.
- IV.** Kök kanallarının şekillendirilmesi ve temizlenmesi tek seansta bitirilmelidir.

V. Kanal içi ilaçlar için yeterli alan oluşturulmalıdır.

2.1.1 Kök Kanal Preparasyonunun Amaçları ve Önemi

Kök kanal preparasyonunun temel amacı; periradiküler hastalığın önlenmesi ve periradiküler hastalığın mevcut olduğu durumlarda ise iyileşmenin sağlanmasıdır. Kök kanal preparasyonu ile hedeflenen amaçlar şunlardır (Hülsmann ve ark., 2005):

- Kök kanalından vital ve nekrotik dokuların çıkarılması.
- İrrigasyon ve medikament uygulaması için yeterli alan oluşturulması.
- Apikal kanal anatomisinin bütünlüğünün ve konumunun korunması.
- Kök kanal sisteminde ve kökün yapısında iyatrojenik hasarın önlenmesi.
- Kök kanal dolumunun kolaylaştırılması.
- Periradiküler dokuların irritasyonunun ve enfeksiyonunun önlenmesi.
- Dişin uzun süreli fonksiyonunu sürdürmesini sağlamak için kök dentininin korunması.

Araştırmalar, mekanik enstrümantasyonun kök kanal sisteminde kalan mikroorganizma sayısını büyük ölçüde azalttığını göstermiştir. Mekanik enstrümantasyonun, irrigantlar veya medikamentler olmadan bile bakteri sayısını azalttığı gösterilmiştir (Ingle ve Zeldow, 1958; Byström ve Sundqvist, 1981). Mekanik enstrümantasyon ve irrigasyonun kombinasyonu ise mikroorganizma sayısını 100 ile 1000 kat daha azaltmıştır (Byström ve Sundqvist, 1981).

Bu bilgiler ışığında kök kanalının mekanik preparasyonu ve irrigasyonu, başarılı bir endodontik tedavinin temel bileşenleridir (Reig ve ark., 1952; Haga, 1968). Başarılı bir endodontik tedavi de sağlıklı periradiküler dokuları beraberinde getirecektir.

2.1.2 Kök Kanal Preparasyonunda Kullanılan Aletler

2.1.2.1 Frezler

Gates-Glidden Frezler: Yüksek kesme kabiliyeti, kolay uygulama ve düşük maliyeti nedeniyle kök kanal preparasyonunda koronal genişletme amacıyla kullanılan aletlerdir (Coutinho-Filho ve ark., 2008). Kök kanallarının koronal üçte birinde kullanılan

Gates Glidden (GG) frezlerinin, kanal duvar kalınlığını önemli ölçüde azaltmayacağı savunulsa da (Zuckerman ve ark., 2003; Duarte ve ark., 2011), GG frezlerinin boyutu ve penetrasyon derinliği ne olursa olsun, mandibular molarların furkasyon alanını zayıflattığını bildiren kaynaklar da mevcuttur (Wu ve ark., 2005). Bu frezlerin eğimli kanalların preparasyonunda kullanımı, dentin kalınlığını azaltabileceği ve perforasyon riskini artırabileceği bildirilmiştir (Wu ve ark., 2005).

Peeso Reamer Frezler: Koronal genişletme veya post boşluğu oluşturmak için kullanılan frezlerdir. Kesici ve kesici olmayan uç tasarımları mevcuttur (Berman ve Hargreaves, 2021).

Endo Z Frezler: Konik ve kesme özelliği olmayan bir uca sahip tungsten karbit frezlerdir. Bu frezlerin popüler olma sebebi, kesmeyen ucunun perforasyon riski olmadan pulpa tabanında güvenli bir şekilde kullanılabilmesidir (Patel ve Rhodes, 2007; Ruddle, 2007). Endo Z frezinin lateral kesici kenarları, iç aksiyal duvarları genişletmek ve düzleştirmek için kullanılmaktadır (Ruddle, 2007).

Mueller Frezleri: 32 mm uzunluğunda hazırlanan, karbit yuvarlak ucu uzun boyuna bağlanarak tasarlanmış frezlerdir. Mueller frezleri, kanal ağzlarında dentin tabakalarını talaş oluşturmada kaldıran ve görüşü artırmayı sağlayan frezlerdir (Alaçam, 2012).

LN Frezleri: 28 mm uzunluğunda tungsten çeliğinden hazırlanan, dik açılı, uzun boyunlu, yuvarlak frezlerdir (Alaçam, 2012).

LN frezi ve Mueller frezi, özellikle kalsifiye kök kanallarının yerini tespit etmek için kullanılmaktadır (Vertucci, 2005).

2.1.2.2 El Eğeleri

Günümüzde endodontik aletlerin üretiminde, başlıca paslanmaz çelik ve nikel-titanyum alaşımları kullanılmaktadır. El eğelerinin çoğu paslanmaz çelikten üretilmektedir ve kırılmaya karşı dirençlidirler (Berman ve Hargreaves, 2021).

K-tipi Reamerlar:

K tipi reamerlar ve K tipi eğelerin üretilme süreçleri benzerdir. Üreticiye ve ISO (International Organization for Standardization) boyutuna bağlı olarak, kare veya üçgen telin bükülmesiyle elde edilmektedir. K tipi reamerler, K tipi eğelerden daha az kesici kenar ve daha az spirale sahiptir. Reamerlar, dönme hareketinde kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Kanala girdikten sonra, saat yönünde çeyrek ya da yarım tur döndürülerek ve dentine saplandıktan sonra geri çekilerek kesme işlemini gerçekleştirirler (Schilder, 1974; Cohen ve Burns, 1991; Hoppe ve ark., 1993; Ingle ve Bakland, 1994).

K-tipi Eğeler:

K-tipi reamerlar gibi kare veya üçgen telin bükülmesiyle üretilirler. K-tipi eğeler, kök kanallarında ilerlemek ve kök kanallarını genişletmek için etkilidirler (Berman ve Hargreaves, 2021). Kanala yerleştirilip çeyrek tur çevirip çekme hareketi ile kullanılırlar (Alaçam, 2012). K-tipi eğeler, eğimli kanalların preparasyonunda orijinal kanal eğriliğini koruma konusunda başarılı bulunmuştur (Schilder, 1974; Weine, 1989; Löst ve ark., 1992).

H-tipi Eğeler:

H-tipi eğeler, yaklaşık olarak dairesel bir kesite (damla şeklinde kesit) sahiptir ve çevresinde spiral oluklar taşır (Weine, 1989; Tronstad, 1991; Ingle ve Bakland, 1994). H-tipi eğelerin kesici kenar ile uzun eksenleri arasındaki açı 60°-65° arasındadır, bu da eğeye çekme hareketi ile kesme özelliği sağlar. K-tipi eğelerden çok daha verimlidirler, daha fazla kesme etkinliğine sahiptirler (Alaçam, 2012).

2.1.2.3 Döner Eğe Sistemleri

Nikel-Titanyum (NiTi) aletler, ağırlıkça %55 nikel ve %45 titanyumdan oluşan bir alaşımdan üretilmektedir. Bu da NiTi aletlere şekil hafızası ve üstün elastikiyet özellikleri kazandırmaktadır. NiTi alaşımlarının elastisite modülü çelikten önemli ölçüde daha düşüktür, bu nedenle çelik aletlerle karşılaştırıldığında kök dentini üzerine çok daha az kuvvet uygulanır. Bu özellikler, NiTi'nin şekil hafızalı alaşım olması ve iki farklı kristal formda (östenit ve martensit) bulunmasıyla ilgilidir. Östenitik faz, sabit bir sıcaklıkta gerilmeye martensitik faza dönüşür ve bu formda bükülme için yalnızca hafif kuvvete ihtiyaç duyar. Gerilimlerin serbest bırakılmasından sonra östenitik faza geri döner ve eğe

orijinal formunu geri kazanır (Hülsmann ve ark., 2005). NiTi'nin metalik özellikleri nedeniyle, çelik aletler için standart olan %2'den daha büyük konikliğe sahip aletler tasarlamak mümkün hale gelmiştir (Gambarini, 2001).

2.1.2.3.1 Birinci Jenerasyon Döner Eğe Sistemleri

Dr. John McSpadden tarafından ilk döner NiTi eğe 0.02 koniklikte tasarlanmış ve 1992 yılında piyasaya sürülmüştür. 1994 yılında Dr. Johnson, 0.04 koniklikte ProFile olarak bilinen bir döner eğe tanıtmıştır ve bunu kısa bir süre sonra da 0.06 koniklikte ProFile döner eğeleri takip etmiştir (Haapasalo ve Shen, 2013).

Bu nesildeki en büyük gelişmelerden biri, alet konikliğiyle ilgili oluşan paradigma değişikliğidir. NiTi alaşımının paslanmaz çeliğe kıyasla esnekliği, aletin konikliğini artırmayı sağlamıştır ve bu sayede kök kanallarının güvenli bir şekilde mekanik preparasyonunu mümkün kılmıştır (Arias ve Peters, 2022).

Birinci jenerasyon döner eğeler, kök kanalında kılavuz görevi gören yuvarlatılmış kesmeyen uçlarıyla karakterizedir. Klasik kesit tasarımı, konik bir NiTi telinin şaftı etrafındaki eşit aralıklı U şeklindeki üç oluğun işlenmesiyle meydana gelmiştir. Her oluğun yanında bulunan radyal alanlar, döner eğenin kanal içinde sıkışmasını engellemektedir (Arias ve Peters, 2022).

İlerleyen süreçte kendi avantajlarıyla ön plana çıkarılan yeni döner eğeler piyasaya sunulmuştur. Bu jenerasyondan eğelere örnek olarak; Dr. John McSpadden ve Dr. Johnson tarafından geliştirilip yaygın olarak kullanılan ProFile (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ve daha sonra Dr. Steve Senia ve Dr. William Wildey tarafından geliştirilen LightSpeed (şu anda Kerr, Brea, CA, ABD tarafından üretilmektedir), Dr. John McSpadden tarafından geliştirilen Quantec (Kerr, Brea, CA, ABD) ve Dr. Steve Buchanan tarafından geliştirilen Greater Taper (Dentsply Maillefer) eğeleri verilebilir (Arias ve Peters, 2022).

2.1.2.3.2 İkinci Jenerasyon Döner Eğe Sistemleri

1990'lı yılların sonunda, ikinci jenerasyon NiTi döner aletler piyasaya sunulmuştur. Bu aletlerin en önemli özelliği; radyal alanları olmayan aktif kesici

kenarlara sahip olmaları ve bir kanalın preparasyonu için daha az alet ihtiyacı gerektirmesidir. Kesici kenar ile aletin uzunlamasına eksenindeki açı, birinci jenerasyon eğelerden daha küçüktür ve bu da kullanım sırasında vidalama etkisi eğilimini büyük ölçüde azaltmaktadır (Haapasalo ve Shen, 2013).

İkinci jenerasyon NiTi eğeleri tanımlayan en güzel örnek, diğer tüm pasif veya aktif kesme kenarına sahip NiTi eğelerin aksine, tek bir eğe üzerinde artan ve azalan boyutta birden fazla konikliğe sahip olan ProTaper (Dentsply Tulsa) döner eğeleridir (Haapasalo ve Shen, 2013; Arias ve Peters, 2022). Bu jenerasyona ait diğer döner eğeler; bir tür radyal alanı koruyan tek sistem olan K3 sistemi (Kerr), üçgen kesitlere sahip EndoSequence (Brasseler ABD) ve RaCe (FKG Dentaire) eğeleridir (Arias ve Peters, 2022).

Bu dönemde üreticilerin yaptığı bir diğer yenilik de NiTi eğelerinin yüzeyini, döngüsel yorgunluğa karşı direncini ve kesme verimliliğini artırmak için iyon implantasyonu ve elektrokimyasal parlatma işlemleridir (Haapasalo ve Shen, 2013; Arias ve Peters, 2022).

2.1.2.3.3 Üçüncü Jenerasyon Döner Eğe Sistemleri

İkinci jenerasyon, aletlerin tasarımındaki değişikliklerle öne çıkarken, üçüncü jenerasyon ise alaşımın yapısındaki gelişmeler ile ön plana çıkmıştır.

NiTi tel boşluklarına uygulanan bir dizi termomekanik işlem, hem esneklik hem de dayanıklılık açısından NiTi'nin mikro yapısının iyileştirilmesini ve daha iyi alet özellikleri göstermesini sağlamıştır (Johnson ve ark., 2008; Larsen ve ark., 2009; Ye ve Gao, 2012; Arias ve ark., 2014). Bu gelişme, NiTi alaşımının sıcaklığa ve uygulanan gerginliğe bağlı olarak farklı kristal konfigürasyonları (martensitik ve östenitik) edinme yeteneğine dayanmaktadır (Pereira ve ark., 2015; Abouelenien ve ark., 2018).

2007 yılında NiTi tel boşluklarına bir dizi ısı işlem uygulanarak üretilen M wire alaşımı (SportsWire, Langley, OK) piyasaya sunulmuştur. M wire alaşımından elde edilen aletler arasında Dentsply'in ProFile GT Series X, ProFile Vortex ve Vortex Blue eğeleri bulunmaktadır (Haapasalo ve Shen, 2013).

2010 yılında esnek özelliklere sahip yeni bir NiTi alaşımı olan CM wire (DS Dental, Johnson City, TN) tanıtılmıştır. CM wire alaşımından üretilen NiTi eğeler, materyalin hafızası kontrol edilerek özel bir termomekanik işlem ile üretildiği için son derece esnek hale gelmiştir ancak diğer NiTi eğelerinin şekil hafızasına sahip değildir. CM wire alaşımından üretilen eğeler arasında HyFlex ve Typhoon eğeleri bulunmaktadır (Haapasalo ve Shen, 2013).

2.1.2.3.4 Dördüncü Jenerasyon Döner Eğe Sistemleri

Kök kanallarını şekillendirmek için kullanılan mevcut eğelerin büyük çoğunluğu NiTi'den üretilmekte ve sürekli rotasyon hareketiyle çalıştırılmaktadır. Tekrarlayan ileri geri hareket olarak tanımlanan resiprokasyon hareketi, 1958'den beri aslında paslanmaz çelik eğeleri çalıştırmak için kullanılmıştır. Başlangıçta resiprokasyon hareketi ile çalışan motorlar, eğeleri saat yönünde (CW) ve saat yönünün tersine (CCW) 90°'lik büyük eşit açılarla döndürmekteydi. Zamanla, piyasadaki hemen hemen tüm resiprokasyon ile hareket eden sistemler daha küçük, ancak eşit CW/CCW rotasyon açılarını kullanmaya başlamıştır. M4 (SybronEndo), Endo-Eze AET (Ultradent) ve Endo Express (Essential Dental Systems) eğeleri, küçük ve eşit 30° CW/CCW rotasyon açılarını kullanan resiprokasyonla hareket eden sistemlere örnektir (Haapasalo ve Shen, 2013; Arias ve Peters, 2022).

2011 yılında, M wire alaşımından üretilen WaveOne (Dentsply Tulsa Dental Specialties ve Dentsply Maillefer) ve Reciproc (VDW) eğeleri resiprokasyon hareketi ile çalışan tek eğe sistemleri olarak piyasaya sunulmuştur. Resiprokasyon teknolojisindeki bu yenilikler, dördüncü jenerasyon döner eğelerin ortaya çıkmasını sağlamıştır (Haapasalo ve Shen, 2013). WaveOne eğeleri, kök kanallarında güvenli bir şekilde ilerlemeyi sağlayan kesmeyen uçlara sahiptir (Berutti ve ark., 2012). Reciproc eğeleri, diğer birçok eğeye kıyasla 11mm'lik kısa shaft boyları sayesinde molar dişlere daha rahat erişim sağlarlar. Saniyede 10 resiprokasyon hareketiyle yaklaşık 300 rpm'de kullanılırlar. CW ve CCW dönüşlerinin değerleri farklıdır. Alet kesme yönünde döndüğünde kanalda ilerleyerek dentine temas ederken, ters yönde döndüğünde (daha küçük dönüş) dentinden hemen ayrılır. Bu da vidalama etkisi olmadan aletin kanalda rahatça ilerlemesini sağlamaktadır (Haapasalo ve Shen, 2013).

Self-adjusting file (SAF; ReDent-Nova, Raanana, İsrail) sistemi, geleneksel NiTi döner eğelerden farklı olarak mekanik preparasyon boyunca eş zamanlı olarak irrigasyon da yapan içi boş, resiprokasyon ile çalışan dördüncü jenerasyona ait diğer bir döner ege sistemidir. SAF, transline hareketiyle kullanılmakta ve yapısındaki aşındırıcı yüzeyleri sayesinde dentinin düzgün bir şekilde çıkarılmasını sağlamaktadır. SAF, kök kanalına yerleştirildiğinde kanalın şekline üç boyutlu olarak uyum sağlayabildiği savunulmaktadır (Metzger ve ark., 2010).

2.1.2.3.5 Beşinci Jenerasyon Döner Ege Sistemleri

Beşinci jenerasyon döner ege sistemleri, kütle merkezi ve/veya rotasyon merkezi hareketli olacak şekilde tasarlanmıştır (Haapasalo ve Shen, 2013). Bu offset tasarımı, aletin kök kanalının içinde asimetrik ilerlemesine izin vererek dönüş sırasında mekanik bir hareket dalgası üretmektedir. Bu tasarım aletin kanal duvarları boyunca temas noktalarını azaltır, bazı kenarların kanallara temas etmemesini sağlayarak aletin kanal içinde sıkışmasını engeller ve debrislerin daha iyi çıkarılmasını sağlar (Hashem ve ark., 2012; Arias ve Peters, 2022).

Bu jenerasyondaki döner ege sistemlerine örnek olarak; Revo-S, One Shape (Micro-Mega, Besançon, Fransa) ve ProTaper Next (PTN; Dentsply Tulsa Dental Specialties/Dentsply Maillefer) verilebilir (Arias ve Peters, 2022).

ProTaper Next, ProTaper Universal sisteminin devamı niteliğindedir. Kanalları şekillendirmek için farklı uzunluklarda beş PTN egesi mevcuttur. PTN sistemi, tek bir ege üzerinde çeşitli koniklikler, M wire teknolojisi ve offset tasarımı olmak üzere üç önemli tasarım özelliğini taşımaktadır. Revo-S, üç egeden oluşan bir sistemdir. Revo-S eğelerinin asimetrik kesiti, "yılan benzeri" bir hareketle penetrasyonu kolaylaştırır ve alet üzerindeki torsiyonel stresi azaltmayı amaçlar. One Shape egesi, kök kanal preparasyonları için sürekli rotasyon hareketiyle çalışan NiTi tek ege sistemidir ve kök kanalının üç bölgesinde optimum kesme özelliğine sahip değişken bir kesit tasarımı sunmaktadır (Haapasalo ve Shen, 2013).

2.1.2.3.6 Altıncı Jenerasyon Döner Eğе Sistemleri

Kök kanallarının preparasyonundan önce rehber yol oluşturulması için motorla çalışan enstrümanların dahil edildiğı yeni konsept ile altıncı jenerasyon döner eğeleri ortaya çıkmıştır. Rehber yol hazırlığı başlangıçta manuel eğelerle gerçekleştirilmekteydi, ancak daha sonra süreci basitleştirmek için bu amaçla ilk NiTi döner aletler 2009 yılında piyasaya sürülmüştür. İlk aletler, küçük koniklikler ve çaplarla tasarlanırken zaman geçtikçe kök kanalının preparasyonuna katkıda bulunacak daha büyük koniklikte aletler üretilmeye başlanmıştır. Daha sonra kök kanallarının preparasyonu için değil de başka amaçlar için yeni aletler geliştirilmiştir. Örneğin, ProTaper Retreatment Kiti (Dentsply Maillefer), gutta perkanın çıkarılmasını hızlandırmaya yönelik bir tasarıma sahiptir. Daha sonra aynı amaç için başka aletler de tasarlanmıştır. Son olarak, irrigasyon etkinliğini geliştirilen aletler de altıncı nesilde gruplandırılabilir. Bunlar arasında her ikisi de özel üretim gerektiren, SAF ve XP-endo Finisher (FKG, Dentaire) yer almaktadır (Arias ve Peters, 2022).

2.1.2.3.7 Yedinci Jenerasyon Döner Eğе Sistemleri

Döner eğe sistemleri; geliştirilmiş tasarım özellikleri, farklı ısıtma ve soğutma işlemleri ile NiTi alaşımının mikro yapısının optimizasyonu ve önerilen yeni hareketlerle beş jenerasyondan sonra büyük ölçüde değiştikten sonra, yedinci jenerasyon da yeni üretim süreçlerinin dahil edilmesiyle ön plana çıkmaktadır (Arias ve Peters, 2022).

Üreticiler; bükme, şekil verme ve elektriksel deşarj işleme (EDM) gibi farklı üretim yöntemleri geliştirmiştir. Geleneksel taşlama yöntemi ile üretilmeyen ilk alet, 2008'de piyasaya sürülen Twisted File (Kerr) olarak adlandırılan alettir. Bu alet, NiTi telinde mikro çatlaklara yol açabilecek mikro taşlamanın oluşturacağı taşlama izlerinden kaçınmak için telin bükülmesiyle üretilmiştir (Gambarini ve ark., 2012).

Daha sonraki zamanlarda, farklı tasarımların gerçekleşmesini sağlayan çeşitli üretim süreçleri geliştirilmiştir. Örneğin, ince NiTi bağlantılarına sahip içi boş bir tüp olan SAF, metali hassas bir şekilde çıkarabilen lazer kesimi ile yeni bir üretim süreci gerektirmiştir (Arias ve Peters, 2022).

Bir diğerk işleml ise, bir tel boşluğundan üç boyutlu bir şekil oluşturulmasına olanak tanıyan şekil ayarlamadır. Bu üretim yönteminin alete sağladığı yuvarlak olmayan şekil sayesinde, oval kök kanallarının üç boyutlu geometrisine uygun olarak şekillendirilmesi sağlanmaktadır (Arias ve ark., 2018). NiTi alaşımının şekil ayarlaması, mikro frezleme ile üretilmeyen şekiller oluşturmak için kontrollü basınç ve sıcaklıkların uygulanmasını gerektirir. Bu işlemlle üretilen aletlere örnek olarak, klinik olarak ilgili sıcaklık aralıklarında kararlı olan TRUShape (Dentsply Tulsa) ve XP-endo Shaper (FKG, Dentaire) verilebilir. Uygun koşullar altında, XP-endo Finisher gibi sıcaklık değişiminde şekillerini değiştiren aletler oluşturmak da mümkündür (Arias ve Peters, 2022).

EDM, bir diğerk farklı üretim yöntemidir. EDM süreci boyunca aletler, bir dielektrik sıvının varlığında bir elektrot ve bir iş parçası arasında oluşan kontrollü kıvılcımlar aracılığıyla temassız termal erozyonla üretilmektedir. Her kıvılcım, malzeme buharlaşana kadar ısıtılarak hem elektrottan hem de iş parçasından malzemeyi uzaklaştırır. Bu işleml sayesinde ilk kez, bir üretim süreci ile malzemeyi uzaklaştırmak için fiziksel temas kullanmadan aletlerin özelliklerinin iyileştirilmesi sağlanmıştır (Jameson, 2001).

2.2 Endodontide Postoperatif Ağrı

Endodontik postoperatif ağrı, kök kanal tedavisinin başlangıcından sonra oluşan herhangi bir derecedeki rahatsız edici his veya hassasiyet olarak tanımlanmaktadır (Sathorn ve ark., 2008; Pawar ve ark., 2022). Postoperatif ağrı yaygın olarak görülmekte ve endodontik tedavi gören hastaların %3'ü ile %58'ini etkilemektedir (Sathorn ve ark., 2008).

2.2.1 Postoperatif Ağrıya Etki Eden Faktörler

Postoperatif ağrıya etki eden birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörler; hasta ile ilgili faktörler ve kanal tedavisi prosedürleri ile ilgili faktörler olmak üzere iki başlık altında incelenebilir.

2.2.1.1 Hasta ile İlgili Faktörler

2.2.1.1.1 Preoperatif Ağrı

Literatürde yapılmış klinik çalışmalar, preoperatif ağrı varlığı ile postoperatif ağrı insidansı arasında güçlü bir korelasyon olduğunu göstermektedir (Genet ve ark., 1986; Pak ve White, 2011). Pak ve White'ın yapmış oldukları sistematik inceleme, ağrı yaygınlığının ve şiddetinin kanal tedavisinden sonra önemli ölçüde azaldığını ortaya koymuştur. Hastaların kanal tedavisi öncesi %81'inde ağrı görülürken, ağrının tedaviden 24 saat sonra % 40'a ve tedaviden 1 hafta sonra %11'e düştüğü saptanmıştır (Pak ve White, 2011). Diğer bir çalışmada, kanal tedavisinin yapılacağı günde preoperatif ağrısı olmayan vakaların %23'ünde postoperatif ağrı görülürken, preoperatif ağrısı olan vakaların %65'inde postoperatif ağrı görüldüğü bildirilmiştir (Genet ve ark., 1986).

2.2.1.1.2 Yaş

Postoperatif ağrı ve yaş ilişkisi farklı çalışmalarda farklı sonuçlar göstermektedir. Ali ve ark., genç hasta grubuna (15-40 yaş) kıyasla yaşlı hasta grubunda (41-65 yaş) postoperatif ağrı sonuçlarını daha yüksek bulmuştur. Bunun nedenlerinin, yaşlı hastalarda ağrı toleransının daha az olması, azalmış kan akışı ve iyileşmenin gecikmesinden kaynaklanabileceğini savunmuşlardır (Ali ve ark., 2012). Torabinejad ve ark., yaşlı hastalarda genç hastalara göre daha fazla postoperatif ağrı tespit etmişlerdir. Bu sonucu, gençlerin dental deneyimlerinin daha az olması ve ağrıya karşı daha hoşgörülü bir tutumda olmalarıyla açıklamışlardır (Torabinejad ve ark., 1988). Arias ve ark. da postoperatif ağrının yaşlılarda daha çok görüldüğünü çalışmalarında sunmuştur (Arias ve ark., 2013).

Bu çalışmaların aksine postoperatif ağrının genç hastalarda yaşlı hastalara göre daha fazla görüldüğünü destekleyen çalışmalar da mevcuttur (Watkins ve ark., 2002; ElMubarak ve ark., 2010).

Literatürde postoperatif ağrı ile yaş arasında bir ilişkinin olmadığını gösteren çalışmalar da bulunmaktadır (Mulhern ve ark., 1982; Segura-Egea ve ark., 2009).

2.2.1.1.3 Cinsiyet

Postoperatif ağrının cinsiyet ile ilişkini inceleyen çalışmaların birçoğu kadınlarda postoperatif ağrının erkeklere göre daha fazla olduğunu göstermiştir (Torabinejad ve ark., 1988; Ryan ve ark., 2008; Ali ve ark., 2012). Ali ve ark., postoperatif ağrı sonuçlarını kadınlarda (%7,4) erkeklere (%1,8) göre çok daha yüksek bulmuştur. Cinsiyetler arasındaki biyolojik farklılıklar, kadınlardaki daha yüksek postoperatif ağrı prevalansının ve daha uzun süreli postoperatif ağrının olası nedeni olabilmektedir (Fillingim ve Maixner, 1995; Arias ve ark., 2013). Kadınların pelvik ve üreme organlarındaki farklılıklar, enfeksiyona elverişli bir ortam sağlamakta ve bu da olası bir lokal veya uzak hiperaljeziye yol açabilmektedir. Ayrıca kadınlardaki menstrual periyot, hormonal replasman tedavisi, oral kontraseptif kullanımı gibi faktörlerin serotonin ve noradrenalin seviyelerindeki değişimi tetiklemesi ile postoperatif ağrının artmasına neden olabileceği düşünülmektedir (Ali ve ark., 2012).

Bu çalışmaların aksine Segura-Egea ve ark. çalışmalarında kadınlar ve erkekler arasında postoperatif ağrı ile ilişkili bir fark bulamamıştır (Segura-Egea ve ark., 2009).

2.2.1.1.4 Diş Tipi ve Lokalizasyonu

Ali ve ark., alt çene molar dişlerde (%6) görülen postoperatif ağrı sonuçlarını, üst çene molar dişlerine (%2,2) kıyasla önemli ölçüde daha yüksek bulmuştur. Bunun nedenini, alt çenedeki kemiğin yoğun bir trabekülasyona sahip olmasından dolayı kan dolaşımının daha az olması ve iyileşmenin gecikmesine yol açabilmesi olarak açıklamıştır (Ali ve ark., 2012).

Torabinejad ve ark. çalışmalarında alt çene dişlerinde daha yüksek postoperatif ağrı varlığını göstermiştir. Alt çenenin kalın kortikal yapısı sebebiyle eksudanın yayılacağı boşluk bulamaması ve basıncın artmasıyla ağrıya neden olabileceğini belirtmiştir (Torabinejad ve ark., 1988).

Nagendrababu ve ark., postoperatif ağrı insidansının molar dişlerde, diğer dişlere kıyasla daha yüksek olduğunu bulmuştur. Bunun nedenini de molar dişlerin apikal üçte birindeki karmaşık kök kanal anatomisinin, dezenfeksiyon ve preparasyon işlemlerinde zorluğa sebep olabilmesine dayandırmıştır. Ayrıca, hastaların alt çene molar dişlerinde üst

çene molar dişlere göre daha fazla postoperatif ağrı yaşadığını, bunun da kalın kortikal kemiğin iyileşmede gecikmeye yol açabileceğine neden olduğunu savunmuştur (Nagendrababu ve Gutmann, 2017).

Segura-Egea ve ark., alt çenede postoperatif ağrının daha yüksek olmasının sebebini sinir bloğu enjeksiyonlarının infiltrasyon enjeksiyonlarına kıyasla teknik olarak daha zor olmasıyla açıklamıştır (Segura-Egea ve ark., 2009).

2.2.1.1.5 Periapikal Lezyon Varlığı

Genet ve ark., periapikal lezyon boyutunun postoperatif ağrıya etkisini analiz etmiş ve 5 mm'den büyük periapikal lezyonu olan dişlerin, lezyonu olmayan veya daha küçük lezyonu olan dişlere göre daha yüksek ağrı prevalansı ile ilişkili olduğunu bulmuştur (Genet ve ark., 1987).

Bunun aksine Ng ve ark., 3 mm'den büyük periapikal lezyonu olan dişlerin, daha küçük lezyonu olan dişlere göre postoperatif ağrının önemli ölçüde daha az olduğunu bulmuştur. Bu tutarsızlık, Genet ve ark.'nın çalışmasında bazı dişlerin periapikal lezyona sahip olmaması, Ng ve ark.'nın çalışmasında ise tüm dişlerin periapikal lezyonla ilişkili olmasıyla açıklanabilir. Ng ve ark. çalışmalarının sonucunu; büyük periapikal lezyonların, kök kanal tedavisi sırasında mekanik veya kimyasal yaralanmaları gelişen inflamatuvar yanıt sırasında oluşan eksüdaya bağlı basınç oluşumuna karşı bir tampon görevi görebileceği ve bu nedenle postoperatif ağrının daha düşük olabileceği ile açıklamıştır (Ng ve ark., 2004).

Torabinejad ve ark., periapikal lezyonu olmayan veya küçük periapikal lezyonu olan hastalarda postoperatif ağrı sıklığını, daha büyük lezyonu olan hastalara göre daha yüksek bulmuştur (Torabinejad ve ark., 1988). Fox ve ark., periapikal lezyonu olmayan dişlerin, periapikal lezyonu olanlara göre daha fazla postoperatif ağrı ile ilişkili olduğunu göstermiştir (Fox ve ark., 1970).

2.2.1.1.6 Pulpanın Durumu

Gotler ve ark., kanal tedavisinden 6.saat sonraki postoperatif ağrı insidansını ve şiddetini pulpalı dişlerde nekrotik pulpalı dişlere göre daha yüksek bulmuştur. Vital

pulpalı dişlerin kanal tedavisi sırasında periapikal dokunun yaralanmasını takiben prostaglandinler, lökotrienler, serotonin, histamin ve bradikinin gibi inflamatuvar mediatörlerin daha yoğun salgılanmasını teşvik etmesinin daha çok postoperatif ağrıya sebep olabileceğini açıklamıştır (Gotler ve ark., 2012).

Bu bulgunun aksine, nekrotik pulpalı dişlerin tedavisinden sonra daha fazla postoperatif ağrı insidansı bildiren çalışmalar da vardır (Clem, 1970; Albashaireh ve Alnegrish, 1998).

Arias ve ark. pulpanın durumuyla ilişkili apikal açıklığın korunduğu ve korunmadığı postoperatif ağrı çalışmasında, apikal açıklığın korunduğu devital pulpalı dişlerde postoperatif ağrıyı daha düşük bulurken, vital pulpalı dişlerde bir fark görmemiştir. Postoperatif ağrının nedenini, apikal foramenden itilen ve periapikal dokuları irrite eden debris veya mikroorganizmaların dışarı çıkmasına bağlamıştır (Arias ve ark., 2013).

Ali ve ark., dişin vital veya devital olmasının postoperatif ağrının yoğunluğunu ve sıklığını etkilemediğini söylemiştir (Ali ve ark., 2012).

2.2.1.1.7 Sinüs Yolu Varlığı

Torabinejad ve ark., sinüs yolu varlığının postoperatif ağrı olasılığını azalttığını bulmuştur. Sinüs yollarının, kök kanal sisteminin dezenfeksiyonu ve şekillendirilmesinden sonra oluşan eksüdanın drenajına imkan vererek basıncın düşmesini sağladığını savunmuştur (Torabinejad ve ark., 1988). Clem ve ark.'ı da sinüs yolu varlığının, postoperatif ağrı olasılığını önemli ölçüde azalttığını söylemiştir (Clem, 1970).

2.2.1.1.8 Preoperatif İlaç Kullanımı

Gopikrishna ve ark., kök kanal tedavisinden önce 50 mg rofekoksib'in profilaktik olarak verilmesinin, 600 mg ibuprofen veya plasebo ile karşılaştırıldığında, tedavinin başlamasından 12 ve 24 saat sonra postoperatif ağrıyı azaltmada daha etkili olduğunu bulmuştur (Gopikrishna ve Parameswaran, 2003).

Menke ve ark., kök kanal tedavisinden önce 600 mg ibuprofen verilmesinin, 400 mg etodolak ve plasebo ile karşılaştırıldığında, tedavinin başlamasından 4 ve 8 saat sonra postoperatif ağrıyı azaltmada daha etkili olduğunu bulmuştur (Menke ve ark., 2000).

Attar ve ark.'nın yaptıkları çalışmada, kök kanal tedavisinden önce ibuprofen 600 mg'ın sıvı jel veya tablet formülasyonlarının verilmesi ile plasebo grubu arasında önemli bir fark görülmemiştir; bu da tek doz preoperatif nonsteroid antiinflamatuvar ilaç tedavisinin, postoperatif ağrıyı önemli ölçüde azaltmayacağını göstermektedir (Attar ve ark., 2008).

Aslan ve ark. yaptıkları çalışmada, kök kanal tedavisinden önce 20 mg tenoksikam veya 200 mg ibuprofen verilmesinin plasebo grubuna göre postoperatif ağrıyı azaltmada daha etkili olduğunu bulmuştur (Arslan ve ark., 2011).

2.2.1.2 Kanal Tedavisi Prosedürleri ile İlgili Faktörler

2.2.1.2.1 Çalışma Uzunluğu Tespiti

Çalışma uzunluğunun tespiti postoperatif ağrıda önemli bir rol oynamaktadır. Kök kanallarının taşkın preparasyonu, periradiküler dokularda irritasyona sebep olabilmektedir. Bu da kimyasal mediyatörlerin salınmasına ve akut inflamatuvar reaksiyonun gelişmesine neden olabilmektedir (Seltzer, 1986).

Çalışma uzunluğunun tespiti için kullanılan en yaygın yöntemler, intraoral periapikal radyografi ve elektronik apeks buluculardır (Nagendrababu ve Gutmann, 2017). Kara Tuncer ve ark., çalışma uzunluğunu tespit etme yöntemleri (digital radyografi ve elektronik apeks bulucu) ile postoperatif ağrı arasındaki ilişkiyi değerlendirdikleri çalışmada, yöntemler arasında postoperatif ağrı açısından bir fark bulamamıştır (Tuncer ve Gerek, 2014).

Fox ve ark., apekten 1mm veya daha fazla taşkın preparasyon ve ardından kanal dolumu yapılan dişlerin ideal kanal boyunda dolumu yapılan tedavili dişlere göre postoperatif ağrının daha fazla geliştiğini göstermiştir (Fox ve ark., 1970).

2.2.1.2.2 Kök Kanallarının Preparasyonu

Kök kanal tedavisinde farklı preparasyon yöntemlerinin kullanımından sonra hastaların postoperatif ağrı seviyeleri çeşitli çalışmalarda incelenmiştir (Nekoofar ve ark., 2015; Shokraneh ve ark., 2017). Hangi sistemin daha fazla ekstrüzyona sebep olduğu konusunda bir fikir birliğine varılamamıştır (Bürklein ve Schäfer, 2012; Üstün ve ark., 2015). Farklı preparasyon yöntemlerinin ve farklı eğe sistemlerinin farklı seviyelerde ekstrüzyona neden olduğu bildirilmiştir (Kherlakian ve ark., 2016). Eğe tasarımları, eğe uç çapı, koniklik ve preparasyon yöntemi gibi faktörler apikal ekstrüzyon miktarını etkileyebilmektedir (Çiçek ve ark., 2017; Shokraneh ve ark., 2017).

Fava yaptığı çalışmada, tek seans kanal tedavilerinde modifiye double flare, basınçsız crown-down ve balanced-force enstrümantasyon teknikleri kullanıldıktan sonra postoperatif ağrı insidansında aralarında bir fark olmadığını göstermiştir (Fava, 1995).

Arias A. ve ark., paslanmaz çelik el eğeleriyle karşılaştırıldığında NiTi döner eğelerde postoperatif ağrı insidansını daha az bulmuştur (Arias ve ark., 2015). Reddy ve Hicks'e göre de rotasyon hareketiyle çalışan döner eğeler, el eğelerinden daha az apikal bölgeye debris ekstrüzyonuna neden olmaktadır (Reddy ve Hicks, 1998). Döner eğeler genellikle crown-down tekniği ile çalışmakta ve kesici kısımları debris kurondan uzaklaştıracak şekilde tasarlandığı için debrislerin apikalden ekstrüzyon olasılığının daha düşük olabileceği bildirilmiştir (Bidar ve ark., 2004).

Relvas ve ark., postoperatif ağrı açısından resiprokasyon ve rotasyon teknikleri arasında bir fark olmadığını gösterirken (Relvas ve ark., 2016), Neelakantan ve ark. resiprokasyon tek eğe sisteminde rotasyon tek eğe sistemine göre postoperatif ağrının daha az olduğunu göstermiştir (Neelakantan ve Sharma, 2015).

Caviedes-Bucheli ve ark., tek eğe sistemlerinin kullanımının, çoklu eğe sistemleriyle karşılaştırıldığında debris ekstrüzyonunun daha fazla olduğunu göstermiştir (Caviedes-Bucheli ve ark., 2016).

2.2.1.2.3 Kök Kanallarının Dolum Tekniği

Kök kanallarına yerleştirilen dolgu materyalleri apikal foraminalar, lateral kanallar gibi yollar ile periodontal dokulara ulaşarak periodonsiyumdaki iyileşme sürecini etkileyebilmekte ve lokal bir inflamasyona neden olabilmektedir. Bu durum da postoperatif ağrıyla sonuçlanmaktadır (Graunaite ve ark., 2018).

Alonso-Ezpeleta ve ark. Thermafill obturasyon tekniği ile kök kanallarının dolumunda, soğuk lateral kondenzasyon tekniğine kıyasla daha fazla postoperatif ağrı görüldüğünü bildirmiştir (Alonso-Ezpeleta ve ark., 2012). Thermafill tekniğinde daha fazla postoperatif ağrı görülmesinin sebebi, gutta perkanın apeksten ekstrüzyonu olabilmektedir. Da Silva ve ark., obturasyon materyalinin ekstrüzyonunun Thermafil obturasyonunda daha yaygın olduğunu söylemiştir (Da Silva ve ark., 2002).

Demirci ve ark. periapikal lezyonlu dişlerde Thermafil tekniği ve soğuk lateral kondenzasyon tekniğini postoperatif ağrı açısından karşılaştırmıştır. İlk 24 saat içinde fark görülmemesine rağmen, 48 saatin sonunda Thermafill tekniği ile kanal dolumu yapılan dişlerde daha fazla postoperatif ağrı bildirilmiştir (Demirci ve Çalışkan, 2016).

Harrison ve ark.'nın yaptıkları çalışmada, periapikal lezyonu olmayan dişlerde, dolgu materyalinin ekstrüzyonu, radyografik apeksten 1 mm kısa bir mesafeye kadar obturasyon yapılmasına kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek bir postoperatif ağrı insidansı ve derecesi ile sonuçlanmıştır (Harrison ve ark., 1983).

2.2.1.2.4 Kanal İçi Medikament Uygulaması

Kalsiyum hidroksit, çok seanslı kök kanal tedavilerinde mikroorganizmalara karşı etkili ve en yaygın kullanılan kanal içi medikament olarak bilinmektedir (Sjögren ve ark., 1991; Wong ve ark., 2014). Bu tür kanal içi medikamentlerin, hem kök kanallarında bulunan mikroorganizmaların toplam sayısını azaltarak, hem de yeni patojenlerin büyümesini önleyerek periapikal enfeksiyonu azaltabildiği bilinmektedir (Wong ve ark., 2014).

Hedge ve ark., kalsiyum hidroksitin tek başına kanal içi medikament olarak kullanılmasının postoperatif ağrı sıklığı ve şiddetini azaltmada çok etkili olmadığını

ancak klorheksidin gibi diğer medikamentlerle birlikte kullanıldığında etkinliğinin artabileceğini bildirmiştir (Hegde ve ark., 2023).

Ahmad Sadaf ve ark.'nın yaptıkları çalışma, kalsiyum hidroksitin randevular arası ağrıyı kontrol etmek için etkili bir kanal içi medikament olabileceğini göstermektedir. Kalsiyum hidroksitin diğer medikamentlerle kombinasyon tedavileri, kalsiyum hidroksiti tek başına kullanmaktan daha etkili görünmektedir. (Ahmad ve ark., 2022)

Ehrmann Messe ve ark. yaptıkları çalışma, nekrotik pulpaya sahip semptomatik dişlere kortikosteroid/antibiyotik patı (Ledermix) ile pansuman yapılan hastalarda, dişleri kalsiyum hidroksit ile pansuman yapılan veya dişleri pansuman yapılmayan hastalara göre ilk randevudan sonra daha az postoperatif ağrı yaşadıklarını göstermiştir (Ehrmann ve ark., 2003).

Khan Gangoo ve ark. yaptıkları çalışmada kalsiyum hidroksit, klorheksidin ve kontrol gruplarına kıyasla üçlü antibiyotik patı ile nekrotik dişlerde yapılan kanal içi medikament uygulamalarında diğerlerine göre etkili bir ağrı kontrolü göstermiştir (Khan ve ark., 2023).

Abouelenien Ibrahim ve ark. yaptıkları çalışmada, nekrotik kök kanallarında kalsiyum hidroksit ve ikili antibiyotik patı kullanımı karşılaştırılmış ve kullanılan kanal içi medikamentler, postoperatif ağrıyı azaltmada birbirlerinden farklı olmayacak şekilde etkili bulunmuştur (Abouelenie ve ark., 2018).

2.2.1.2.5 İrrigasyon Solüsyonu ve Tekniği

Kök kanal tedavisi sırasında kullanılan en yaygın irrigasyon solüsyonları sodyum hipoklorit (NaOCl) ve klorheksidindir (CHX). NaOCl, antimikrobiyal özelliklere sahip bir organik çözücüdür ve periapikal dokularda irritasyona sebep olabilmektedir (de Sermeño ve ark., 2009; Cobankara ve ark., 2010; Tulsani ve ark., 2014; Arias-Moliz ve ark., 2015). CHX de antimikrobiyal özelliklere sahip bir irrigasyon solüsyonudur (Ma ve ark., 2015; Zhang ve ark., 2015).

Bashetty ve Hedge, NaOCl ve CHX ile irrigasyondan sonra postoperatif ağrıyı karşılaştırdıkları çalışmalarında NaOCl'de daha yüksek ağrı prevalansı gözlemlemişlerdir

(Bashetty ve Hegde, 2010). Bunun aksine Almeida ve ark., pulpa nekrozu olan asemptomatik apikal periodontitisli dişlerin tek seanslı kök kanal tedavisinde NaOCl ve CHX arasında postoperatif ağrı açısından anlamlı bir fark olmadığını bulmuştur (Almeida ve ark., 2012). Da Silva ve ark., %5,25 NaOCl veya %2 CHX jel kullanımının, resiprokasyon sistemi kullanılarak yapılan enstrümantasyondan sonra postoperatif ağrı açısından bir fark olmadığını göstermiştir (Silva ve ark., 2015).

Gondim ve ark.'nın NaOCl ile yapılan irrigasyonda EndoVac sistemi ile geleneksel irrigasyon sistemini karşılaştırdıkları çalışmalarında, EndoVac ile irrigasyon yapılan dişlerde daha az postoperatif ağrı tespit etmişlerdir (Gondim ve ark., 2010). EndoVac kullanımı, irrigasyon solüsyonlarının apikal ekstrüzyonunu azalttığından dolayı daha az postoperatif ağrıya neden olabilmektedir (Mitchell ve ark., 2010).

NaOCl, güçlü hücre toksisite özelliği göstermesi nedeniyle periapikal dokulara ulaştığında ciddi ağırlı postoperatif komplikasyonlara yol açabilmektedir (Hülsmann ve Hahn, 2000; Gernhardt ve ark., 2004; Mehdipour ve ark., 2007). Mostafa ve ark., NaOCl'nin yüksek konsantrasyonlarda, daha fazla randevular arası ağrıya neden olduğunu savunurken (Mostafa ve ark., 2020), Demenech ve ark., kök kanal tedavisi tek seansta tamamlandığında konsantrasyonun (%2,25-8,25) postoperatif ağrıyla ilişkili olmadığını bildirmiştir (Demenech ve ark., 2021).

Ramamoorthi ve ark., EndoActivator kullanılarak yapılan irrigasyonda geleneksel iğne ile kullanılarak yapılan irrigasyona göre, daha az postoperatif ağrı geliştiğini gözlemlemiştir (Ramamoorthi ve ark., 2015). Bu sonuç, açık uçlu iğnenin daha fazla irrigasyon solüsyonu ekstrüzyonuna neden olmasıyla açıklanabilmektedir (Psimma ve ark., 2013).

Gündoğar ve ark. yaptığı çalışmada; geleneksel iğne, endoaktivatör, pasif ultrasonik ve EDDY ile yapılan irrigasyonların postoperatif ağrı üzerine etkilerini incelenmiştir. 24 saatin sonunda en yüksek postoperatif ağrı geleneksel iğne irrigasyonu grubunda, en düşük ise EDDY grubunda tespit edilmiştir. Tüm irrigasyon yöntemlerinde, ağrı 24. saatten sonra azalmış ve irrigasyon yöntemleriyle ilişkili postoperatif ağrı seviyeleri arasındaki fark ortadan kalkmıştır (Gündoğar ve ark., 2021).

2.2.1.2.6 Lazer Kullanımı

Koba ve ark., Nd:YAG lazer kullanımı ile yapılan kök kanal tedavisinden sonra postoperatif ağrıyı gözlemlemiştir. Lazer tedavisi yapılan grupta geleneksel kök kanal tedavisi yapılan gruba kıyasla daha az perküsyon ağrısı tespit edilmiştir (Koba ve ark., 1999). Lazer uygulamasının, kök kanallarında iyi bir dezenfeksiyon sağladığı ve postoperatif ağrıyı azalttığı savunulmaktadır (Nagendrababu ve Gutmann, 2017).

Gündoğar ve ark. yaptıkları çalışmada, lazerle aktive edilen irrigasyon sistemlerinin diğer aktivasyon sistemlerine kıyasla daha düşük postoperatif ağrı skorları ve seviyeleri gösterdiğini bildirmiştir (Erkan ve ark., 2022).

2.2.1.2.7 Tedavi Seans Sayısı

Kök kanal tedavisinin tek seansta veya çok seansta yapılması hakkında henüz fikir birliği sağlanamamıştır (Bergenholtz ve Spångberg, 2004).

Tek seans kök kanal tedavisi; flare-up oranının azalması, kanal tedavisi prosedürlerinin sayısının azalması, geçici restorasyonlar yoluyla randevular arası sızıntı riskinin olmaması gibi çeşitli avantajlar sunmaktadır (Walton ve Fouad, 1992; Albashaireh ve Alnegrish, 1998; Cohen ve Burns, 1998). Ancak randevular arasında kalsiyum hidroksit kullanılmadan mikroorganizma dezenfeksiyonunun sağlanması ile iyileşme potansiyelini olumsuz etkileyebilmesi gibi dezavantajı da mevcuttur (Spangberg, 2001).

Kök kanal tedavisinde seans sayısı ve postoperatif ağrı arasındaki ilişkiyi inceleyen birçok çalışma, tek seansta yapılan kanal tedavilerinde postoperatif ağrı oranını daha düşük tespit ederken (Ferranti, 1959; Roane ve ark., 1983; Albashaireh ve Alnegrish, 1998), bunun aksine birçok çalışma da tek seansta yapılan kanal tedavilerinde postoperatif ağrı oranını daha yüksek bulmuştur (Ng ve ark., 2004; Yoldas ve ark., 2004; Alomaym ve ark., 2019).

Seans sayısı ile postoperatif ağrı arasında bir ilişkiye varılamayan çalışmalar da mevcuttur (Fava, 1995; Ince ve ark., 2009; Wong ve ark., 2014).

2.2.1.2.8 Oklüzal Uyumlama

Oklüzal uyumlama, uzun süredir kök kanal tedavisinde postoperatif ağrıyı önleme yöntemi olarak uygulanmaktadır. Oklüzal temasların yok edilmesinin periodontal ligamentte bulunan duyarlı nosiseptörlerin mekanik uyarımını azalttığı ileri sürülmektedir (Rosenberg, 2002). Ancak, farklı klinik çalışmaların genel sonuçları tutarsız ve genellikle çelişkilidir.

Arias ve ark., dişin oklüzyon yokluğunda oklüzyon varlığına kıyasla daha az postoperatif ağrı geliştiğini göstermiştir (Arias ve ark., 2013).

Rosenberg ve ark., oklüzal uyumlamanın enstrümantasyon sonrasındaki ağrıyı azalttığını tespit etmiştir. Oklüzal uyumlama; vital dişleri olan hastalarda, perküsyonda ağrı varlığında, periradiküler radyolüsensi yokluğunda ve preoperatif ağrı varlığında enstrümantasyon sonrası ağrıyı azaltmada etkilidir. Bu koşullardan herhangi birinin veya birkaçının varlığı oklüzal uyumlamaya ihtiyaç olduğunu göstermek için yeterlidir (Rosenberg ve ark., 1998).

Parirokh ve ark., geri dönüşümsüz pulpitis ve perküsyona karşı hafif hassasiyeti olan dişlerde oklüzal uyumlama ile postoperatif ağrı arasında bir ilişki olmadığını göstermiştir (Parirokh ve ark., 2013).

2.2.1.2.9 Anestezik solüsyon

Parirokh ve ark., bupivakain (uzun etkili anestezik madde) kullanımının akut geri dönüşümsüz pulpitisli dişlerde tek seanslı kök kanal tedavisinden sonra postoperatif ağrıyı lidokainden daha iyi azalttığını göstermiştir (Parirokh ve ark., 2013). Bupivakain, kök kanal tedavisi sonrası inflamasyonun erken evresinde santral hiperaljeziyi önlemek için nosiseptif uyarıların barajını daha uzun süre bloke etmektedir (Keiser ve Hargreaves, 2002; Parirokh ve ark., 2013).

2.2.2 Postoperatif Ağrı-Kök Kanal Preparasyon İlişkisi

Kök kanal tedavisinin en sık görülen komplikasyonlarından biri postoperatif ağrıdır. Postoperatif ağrının en önemli nedenlerinden biri, kemomekanik preparasyon sırasında enfekte dentin artıkları, pulpa dokusu, mikroorganizmalar ve irrigasyon

solüsyonlarının kök apeksinden ekstrüzyonudur. Bu da periapikal dokularda hasara neden olabilmektedir. Periapikal dokulardaki hasar seviyesine bağlı olarak, postoperatif ağrı yüksek veya düşük seviyelerde olabilmektedir (Kherlakian ve ark., 2016; Adiguzel ve Tufenkci, 2019).

Ağrı, artan vasküler geçirgenlik ve buna bağlı ödem nedeniyle periradiküler bölgede inflamatuvar mediyatörlerin salınması ve bunun sonucunda da o bölgedeki sinir liflerinin sıkışmasıyla oluşur (Siqueira ve ark., 2002). Klinik olarak, inflamatuvar mediyatörlerin varlığı ile kök kanallarının preparasyonuna bağlı olan oluşan debrislerin ekstrüzyonu arasında bir ilişki vardır (Caviedes-Bucheli ve ark., 2016). Ekstrüze olan debris miktarı kullanılan enstrümantasyon sistemine göre değişiklik göstermektedir (Boijink ve ark., 2018). Eğe tasarımları, uç çapı, koniklik ve preparasyon yöntemi gibi faktörler apikal ekstrüzyon miktarını etkilemektedir (Cicek ve ark., 2017; Shokrane ve ark., 2017). Döner enstrümantasyon ve metalurjideki ilerlemeler yeni sistemlerin tanıtılmasını sağlamıştır. Ancak mevcut tüm preparasyon teknikleri ve enstrümanlar debris ekstrüzyonunu engelleyememiştir (Ferraz ve ark., 2001; Bürklein ve Schäfer, 2012; Kirchhoff ve ark., 2015). Çalışma uzunluğunun kontrolü, apikal foramenden debrislerin ve irrigasyon solüsyonlarının ekstrüzyonunu azaltabilmekte ancak bunu yine de tamamen engelleyememektedir (Seltzer ve Naidorf, 1985).

Bu nedenle kök kanal tedavisinin temel amacı, kök kanallarındaki enfeksiyonu etkili bir şekilde ortadan kaldırmakla beraber postoperatif ağrı semptomlarını azaltmak için debris ekstrüzyonunun minimal düzeyde olmasını sağlayacak çalışma boyu kontrolü, preparasyonu tekniği, eğe sistemi, irrigasyon ve aktivasyon yöntemi gibi faktörlere dikkat etmek olmalıdır (Emara ve ark., 2021).

2.3 Ağrı Değerlendirme Ölçekleri

Uluslararası Ağrı Çalışmaları Derneği (IASP) ağrıyı "gerçek veya potansiyel doku hasarıyla ilişkili veya bu hasar açısından tanımlanan hoş olmayan duysal ve duygusal deneyim" olarak tanımlamıştır (Merskey, 1986). Ağrı deneyiminin öznel ve çok boyutlu doğası, ağrı değerlendirmesini zorlaştırmaktadır (Karcioglu ve ark., 2018). Hastanın kendi bildirimi, ağrının varlığı ve yoğunluğu hakkında en doğru, güvenilir kanıttır ve bu iletişim veya bilişsel eksikliklerden bağımsız olarak her yaştan hasta için geçerlidir

(Health ve Services, 1993). Ağrı puanları, bir hastanın ağrısını ve ağrı tedavisine verdiği yanıtı değerlendirmenin en doğru ve güvenilir ölçüsü olarak kabul görmektedir (Miner ve Burton, 2018). Hastaların eğitim düzeyi, bilişsel, konuşma ve duygusal bozuklukları ağrı ölçeklerinin kullanımını ve anlaşılmasını etkileyebilmektedir (Eechaute ve ark., 2007; McAuliffe ve ark., 2009).

Hastanın ağrısını ifade etmek için tasarlanmış ölçekler “Tek boyutlu ölçekler ve Çok boyutlu ölçekler” olarak 2 grupta değerlendirilebilir. Tek boyutlu ölçekler yalnızca yoğunluğu ölçüp, kapsamlı bir ağrı değerlendirmesi yapmamaktadır. Kapsamlı ağrı değerlendirmesinin hem ağrı yoğunluğunun tek boyutlu ölçümünü hem de ağrı algısının çok boyutlu değerlendirmesini yapan ölçekler çok boyutlu ölçeklerdir (Karcioglu ve ark., 2018).

Görsel Analog Ölçeği, Sayısal Derecelendirme Ölçeği, Sözlü Derecelendirme Ölçeği ve Yüzler Ağrı Ölçeği-Revize, klinisyenler ve araştırmacılar tarafından kullanılan en yaygın ağrı yoğunluğu ölçümleri arasındadır (Ferreira-Valente ve ark., 2011).

2.3.1 Görsel Analog Ölçeği (Visual Analogue Scale-VAS)

En sık kullanılan ağrı derecelendirme ölçeklerinden biri görsel analog ölçektir (VAS) (Price ve ark., 1994). Kullanımı kolaydır, sözlü veya okuma becerisi gerektirmez ve çeşitli ortamlarda kullanılabilecek kadar çok yönlüdür (Jensen ve ark., 1986; Ho ve ark., 1996; Collins ve ark., 1997). Tedavi etkilerini tespit etmede oldukça hassastır ve sonuçları parametrik testlerle analiz edilebilmektedir (Gallagher ve ark., 2001).

Ölçek yatay veya dikey olabilir. Genellikle 100 mm uzunluğunda bir çizgiden oluşur, "ağrı yok" ve "hayal edilebilecek en kötü ağrı" gibi temel tanımlayıcılar içerir. Hasta ağrı algısını yansıtan bir işaret koyar ve sol uç noktadan işarete olan mesafe mm olarak ölçülür (Heller ve ark., 2016).



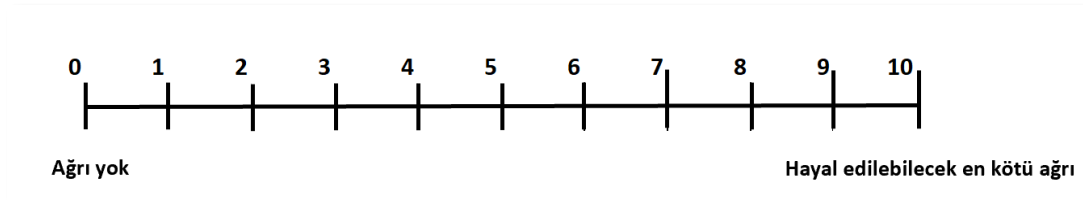
Şekil 1: Görsel Analog Ölçek

2.3.2 Sayısal Derecelendirme Ölçeği (Numerical Rating Scale-NRS)

Sayısal derecelendirme ölçeği (NRS), çok sayıda hasta tipinde yaygın olarak kullanılan tek bir 11 puanlık sayısal ölçektir. NRS aracılığıyla elde edilen veriler kolayca belgelendirilebilir, sezgisel olarak yorumlanabilir, ağrı değerlendirmesi ve dokümantasyonu için düzenleyici gereklilikleri karşılar (Marco ve Marco, 2008).

Bu ölçümün VAS'a göre güçlü yönleri, hem sözlü olarak hem de yazılı olarak uygulanabilmesi ve puanlamanın basit olmasıdır. NRS, hastanın ağrısını 0 ile 10 arasında bir ölçekte derecelendirmesini gerektirir. 0 hiç ağrı olmadığını, 10 ise olası en kötü ağrıyı yansıtır. Ağrı puanları şu şekilde yorumlanır (Karcioglu ve ark., 2018).

- 0=ağrı yok
- 1–3 = hafif ağrı
- 4–6=orta düzeyde ağrı
- 7–10 = şiddetli ağrı



Şekil 2: Sayısal Derecelendirme Ölçeği

2.3.3 Sözlü Derecelendirme Ölçeği (Verbal Rating Scale-VRS)

Sözlü derecelendirme ölçeği (VRS), artan ağrı yoğunluklarını tanımlayan bir dizi ifadeden oluşur. Hastalara ağrı yoğunluklarını en iyi tanımlayan kelimeyi seçmeleri söylenir. Kullanılan tanımlayıcı kelimelerin sayısı dört (hiçbiri, hafif, orta, şiddetli) ile on beş arasında değişmektedir (Gracely ve ark., 1978). En sık kullanılan kelimeler şunlardır: ağrı yok, hafif ağrı, orta ağrı ve şiddetli ağrı (Williamson ve Hoggart, 2005).

- () Ağrı yok
- () Hafif ağrı
- () Orta şiddette ağrı
- () Şiddetli ağrı

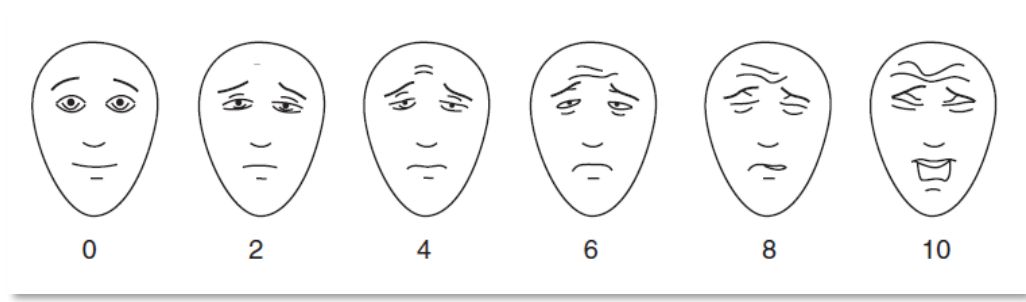
Şekil 3: Sözlü Derecelendirme Ölçeği

Yaşlı veya ileri derece hastalığı olan kişilerin VRS'yi anlamaları ve uygulamaları daha kolay olmaktadır (Jensen, 2011).

2.3.4 Yüzler Ağrı Ölçeği-Revize (Faces Pain Scale-Revised-FPS-R)

Yüzler ağrı ölçeği-revize (FPS-R), artan ağrı yoğunluğu seviyelerini temsil eden 6 farklı yüze sahip 6 puanlık bir ölçektir (Bieri ve ark., 1990; Hicks ve ark., 2001). Katılımcılardan, en soldaki yüzden (“Ağrı yok”) en sağdaki yüze (“Çok fazla ağrı”) kadar, ağrı yoğunluğunu en iyi şekilde tanımlayan ifadeyi seçmeleri istenir. Her bir şekil sayısal bir puana (0, 2, 4, 6, 8 veya 10) karşılık gelir.

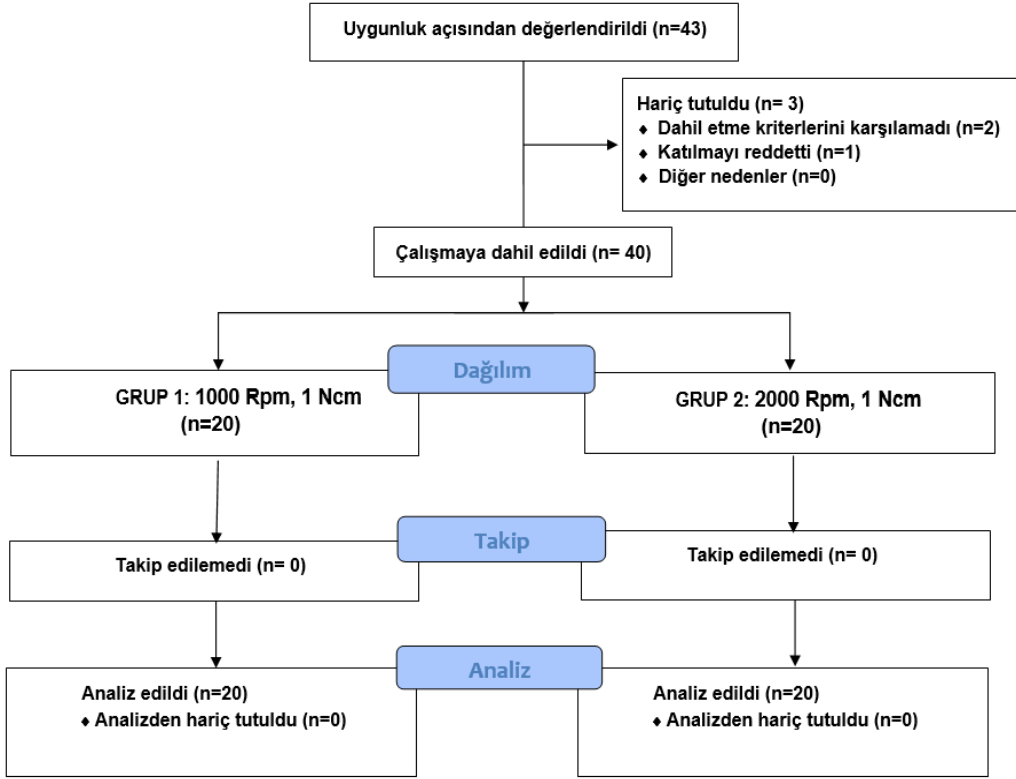
FPS-R, başlangıçta çocuklarda kullanılmak üzere geliştirilmiş olsa da, araştırmacılar tarafından bu ölçek bilişsel ve iletişim bozukluğu olan bireylerde de kullanılmaktadır (Ferreira-Valente ve ark., 2011).



Şekil 4: Yüzler Ağrı Ölçeği-Revize (FPS-R) (Hicks ve ark., 2001)

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışmasının protokolü, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun 28.02.2024 tarihli etik kurul toplantısında değerlendirilerek B.30.2.YYU.0.01.00.00/15 sayılı kararla onaylanmıştır.



Şekil 5: Hasta Akış Şeması

3.1 Örnek Sayısının Belirlenmesi ve Hasta Seçimi

G*Power V. 3.1.9.6 programı kullanılarak örnek genişliği hesaplanmıştır. %95 güven (1- α), %95 test gücü (1- β), f=0,5 etki büyüklüğü ile her bir grupta 18 olmak üzere toplamda minimum 36 örnek çalışmaya dahil edilmelidir. Ancak %10'luk potansiyel örnek kaybı göz önüne alınarak her deney grubu için 20 olmak üzere toplam 40 örnek ile çalışma yapılmasına karar verilmiştir (Xavier ve ark., 2021).

Çalışma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, Endodonti Kliniği'nde tanı alan yaşları 18-45 yaş arasında değişen toplam 40 hasta üzerinde yapılması planlanmıştır.

Hastaların çalışmaya dahil edilme kriterleri:

1. Herhangi bir sistemik hastalığı olmayan 18-45 yaş arasındaki bireyler
2. Semptomatik geri dönüşümsüz pulpitis tanısı alan ve perküsyon ağrısı olmayan alt çene birinci ve ikinci premolar dişleri olan hastalar
3. Soğuk pulpa testine uzun süreli ağrı yanıtı veren dişler
4. Normal periapikal görünümüne sahip, tek kök kanallı ve paralel periapikal radyografide 20°'den az kök kanal eğimine sahip dişler
6. 15 numaralı K tipi eğelerin çalışma boyuna ulaşmış, tam uyum gösterebileceği dişler
7. Çalışmaya bilgilendirilmiş onam formunu ve kullanılan ağrı değerlendirme ölçeğini anlayan ve onaylayan hastalar

Hastaların çalışmaya dahil edilmeme kriterleri:

1. Son 24 saat içinde analjezik veya antiinflamatuvar ilaç ve son 1 ay içinde antibiyotik kullanan hastalar
2. Hamile ve emziren hastalar
3. İleri periodontal hastalığı olan hastalar
4. Oklüzal teması olmayan dişler
5. Madde kaybı fazla ve rubber dam ile izole edilmesi zor dişler
6. Açık apeks varlığı, kalsifiye kök kanalı, kök rezorpsiyonu, krun ve/veya kök kırığı, birden fazla kök kanalı, post ve sinüs yolu bulunan dişler
7. Tedavi gerektiren birden fazla dişi olan hastalar

Çalışmaya dahil edilme kriterlerine uygun olan hastalar belirlenmiş, çalışmaya gönüllü hastalar dahil edilmiştir. Hastalara çalışmanın prosedürleri, faydaları ve olası riskleri hakkında bilgi verildikten sonra bilgilendirilmiş onam formu imzalatılmıştır.

Preoperatif ağrı seviyeleri ağrı değerlendirme formuna kaydedilmiştir. Çalışmada ağrı değerlendirmesi için kullanılacak sayısal derecelendirme ölçeği hastalara ayrıntılı bir şekilde anlatılmış, 6., 24., 48. ve 72. saatlerde hastaların ağrı seviyelerine karşılık gelecek sayıyı seçmeleri ve ağrı kesici kullanmaları gerekirse bunu da belirtmeleri istenmiştir. 3 günlük süreç sonunda ağrı değerlendirme formlarının hastalardan toplanması ve veriler için istatistiksel analizin yapılıp yorumlanması planlanmıştır.

Ağrı Değerlendirme Formu

İşlem öncesi	6.saat	24.saat (1. gün)	48.saat (2. gün)	72.saat (3. gün)

Tedaviden sonra tabloda belirtilen saatlerde ağrı skalasına göre ağrı şiddetinizi belirtiniz.

0: Hiç ağrı yok
1: Çok hafif ağrı var
2: Hafif ağrı var
3: Orta şiddette ağrı var
4: Hafif şiddetli ağrı var
5,6: Şiddetli ağrı var
7,8,9: Çok şiddetli ağrı var
10: Aşırı ağrı var

Tedaviden sonra ağrı kesici alırsanız hangi tarihte, saatte ve kaç adet aldığınızı lütfen belirtiniz:

Ağrı Kesici alımı	6.saat	24.saat (1. gün)	48.saat (2. gün)	72.saat (3. gün)

Şekil 6: Ağrı değerlendirme formu

3.2 Grupların Oluşturulması

Grupların dağılımının rastgele yapılabilmesi için zarf yöntemi kullanılmıştır. 1.grup yazılı 20 kapalı zarf ve 2.grup yazılı 20 kapalı zarf bir torbaya yerleştirilmiştir. Çalışmaya kör olan bir diş hekimi tarafından işlem öncesi torbadan bir zarf seçilerek tedavinin hemen öncesinde hastanın hangi gruba dahil olacağı belirlenmiştir.

3.3 Kök Kanal Tedavisi Protokolü

Kök kanal tedavisi uygulanacak dişlere, %4 artikain içeren 1:100000'lik epinefrin (Ultracaine DS Fort; Sanofi İlaç San. ve Ticaret A.Ş, Kırklareli, Türkiye) solüsyonu kullanılarak lokal anestezi sağlanmıştır. Giriş kavitesi, rubber dam izolasyonu altında, elmas rond frez kullanılarak hazırlanmıştır. Çalışma uzunluğu, 15 numaralı K tipi eğe (Mani Inc, Tochigi, Japonya) ile elektronik apeks bulucu (Propex Pixi, Dentsply Maillefer, İsviçre) (Şekil-7) kullanılarak tespit edilmiş ve periapikal radyografi ile bu uzunluğun apekten 1mm kısa olduğu doğrulanmıştır. Kemomekanik işlemler XPS'nin iki farklı hızda kullanımıyla gerçekleştirilmiştir.



Şekil 7: Propex Pixi elektronik apeks bulucu

Grup 1 (1000rpm ile 1Ncm tork): Kök kanalları öncelikle XP-endo Rise Glider (15/.04) ile 1000 rpm ve 1 Ncm'de, daha sonra XPS (30/.04) ile 1000 rpm hız ve 1 Ncm tork ile şekillendirilmiştir.

XP-endo® Rise (XP; FKG, La Chaux-de-Fonds, İsviçre) (Şekil 9) eğe sistemi FKG Rooter® X3000 (FKG Dentaire SA, La Chaux-de-Fonds, İsviçre) (Şekil 8) endomotora takılarak kullanılmıştır. Çalışma uzunluğunda rehber yol oluşturmak için XP-endo® Rise Glider (15/.04) ile 2-3mm'lik hafif vuruşlarla kanal şekillendirilmiştir. 2ml %3'lük NaOCl solüsyonu ile irrigasyon yapıldıktan sonra XPS (30/.04) ile uzun ve yumuşak 4 vuruş yapılarak çalışma boyuna ulaşılmaya çalışılmış ve 2ml %3'lük NaOCL solüsyonu ile irrigasyonun ardından 4 vuruş daha yapılmıştır. 8 vuruş sonrasında çalışma

boyuna ulaşılamayan durumda ek 4 vuruş daha yapılmıştır. İrrigasyon işleminde NaviTip irrigasyon iğnesi (30-G; Ultradent Products Inc, South Jordan, ABD) çalışma uzunluğundan 2mm kısa olacak şekilde kullanılmıştır. İrrigasyon protokolü; kök kanal şekillendirme sırasında her eğeleme sonrası 2ml %3'lük NaOCl olmak üzere toplam 6ml %3'lük NaOCL solüsyonu ile irrigasyon ve kök kanallarının doldurulması öncesinde son irrigasyon aşamasında EDTA ve NaOCl solüsyonları arasında 2,5 ml distile su kullanmak şartıyla toplam 5ml %17'lik EDTA, 5ml %3'lük NaOCl ve 5ml distile su ile irrigasyon tamamlanmıştır.



Şekil 8: FKG Rooter®X 3000 endomotor

Grup 2 (2000rpm ile 1Ncm tork): Kök kanalları öncelikle XP-endo® Rise Glider (15/.04) ile 1000 rpm ve 1 Ncm'de, daha sonra XPS (30/.04) ile 2000 rpm ve 1 Ncm'de şekillendirilmiştir. Diğer tüm işlemler Grup 1'deki gibi uygulanmıştır.



Şekil 9: XP-endo® Rise Glider ve XP-endo® Rise Shaper

Kemomekanik işlemler tamamlandıktan sonra kanallar steril kağıt konlar ile kurutulmuş ve lateral kondenzasyon tekniği kullanılarak gutta perka ve rezin içerikli kanal patı (Adseal, Meta Biomed, Cheongju, South Korea) ile doldurulmuştur. Daimi restorasyonlar ışıkla sertleşen kompozit (Gaenial, GC Corp., Tokyo, Japonya) ile tamamlanmıştır. Hastalara şiddetli ağrıları olması durumunda kullanmaları için 400 mg ibuprofen antiinflamatuvar ilaç reçete edilmiştir ve 6, 24, 48, 72. saatlerdeki ağrı seviyelerini kaydetmeleri için 10 cm kâğıt cetvel verilmiştir. Hastalara ağrı seviyelerini nasıl ifade edecekleri anlatılmış ve belirtilen saatlerde ağrı seviyelerini verilen cetvel üzerinde işaretlemeleri ve eğer ağrı kesici kullanırlarsa bunu da belirtmeleri istenmiştir. 3 günlük süreç sonunda cetveller hastalardan toplanmış ve veriler için istatistiksel analiz için hazırlanmıştır.

3.4 Postoperatif Ağrı Değerlendirmesi

Hastaların kök kanal tedavisi sonrası ağrı seviyeleri 6., 24., 48. ve 72. saatlerde NRS ile ölçülmüştür. Hastalara 6., 24., 48. ve 72. saatlerde ağrı seviyelerine karşılık gelecek sayıyı seçmeleri ve ağrı kesici kullanmaları gerekirse bunu da belirtmeleri istenmiştir. Ayrıca bu saatlerde telefon aracılığı ile hastalara hatırlatmalar yapılmış ve ağrı seviyeleri kaydedilmiştir. 3 günlük süreç sonunda ağrı değerlendirme formları hastalardan toplanmış ve veriler için istatistiksel analiz yapıp yorumlanmıştır.

3.5 İstatistiksel Analiz

Üzerinde durulan özelliklerden sürekli değişkenler için tanımlayıcı istatistikler; ortalama, standart sapma, medyan, minimum, maksimum ve IQR olarak ifade edilirken, kategorik değişkenler sayı ve yüzde olarak ifade edilmiştir. Yaş ve ağrı skorlamaları için ise Kolmogorov Smirnov testi uygulanmış, veriler normal dağılım göstermediği belirlenmiştir. Bu sebeple analizler için parametrik olmayan testler tercih edilmiştir. Gruplar arası karşılaştırmalarda Man Whitney U testi, grup içi (zaman dilimleri) karşılaştırmalarında Friedman testi uygulanmıştır. Kategorik değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemede Z testi ile oransal karşılaştırma ve Ki-kare testleri kullanılmıştır. Hesaplamalarda istatistiksel anlamlılık düzeyi %5 olarak alınmış ve hesaplamalar için SPSS (ver:23 Statistical Package for the Social Sciences) istatistik paket programı kullanılmıştır.

4. BULGULAR

4.1 Demografik Bulgular

Çalışma 2 gruptan oluşmaktadır ve 2 grup da 20'şer kişiden oluşmaktadır. Çalışmaya katılan kadınların oranı %65, erkeklerin oranı %35'tir. Gruplar arasında cinsiyet, yaş, preoperatif ağrı açısından istatistiksel anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Çalışma gruplarındaki bireylere ait temel demografik bilgiler ve p değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. İki çalışma grubundaki bireylere ait temel demografik bilgiler ve p değerleri

1000 rpm					2000 rpm					p
Cinsiyet	Kadın	13 (%65)				12 (%60)				0,744*
	Erkek	7 (%35)				8 (%40)				
Yaş		Ort±SS	Med (IQR)	Min	Max	Ort±SS	Med (IQR)	Min	Max	0,265#
		33,55±8,94	36 (16)	19	45	36,9±7,83	40 (10)	18	45	
Preoperatif Ağrı		3,10±2,57	3 (3)	1	10	3,5±2,21	3 (3)	1	9	0,414#

*Z testi

Mann Whitney U

4.2 Postoperatif Ağrı Bulguları

Gruplar arasında tüm zaman aralıklarında postoperatif ağrı açısından istatistiksel anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). XPS'nin 1000 rpm ve 2000 rpm hızlarında kullanımı postoperatif ağrıyı etkilememektedir. 1000 rpm grubunda zamana bağlı olarak postoperatif ağrıda istatistiksel bir fark bulunmamışken ($p= 0,999$), 2000 rpm grubunda 6.saatteki postoperatif ağrı değerinin diğer zamanlarla aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,001$). Gruplar içerisinde zamana bağlı olarak postoperatif ağrı gittikçe azalmış veya sıfırlanmıştır. Kadın ve erkek hastalar arasında postoperatif ağrı açısından herhangi bir zaman diliminde istatistiksel olarak anlamlı bir

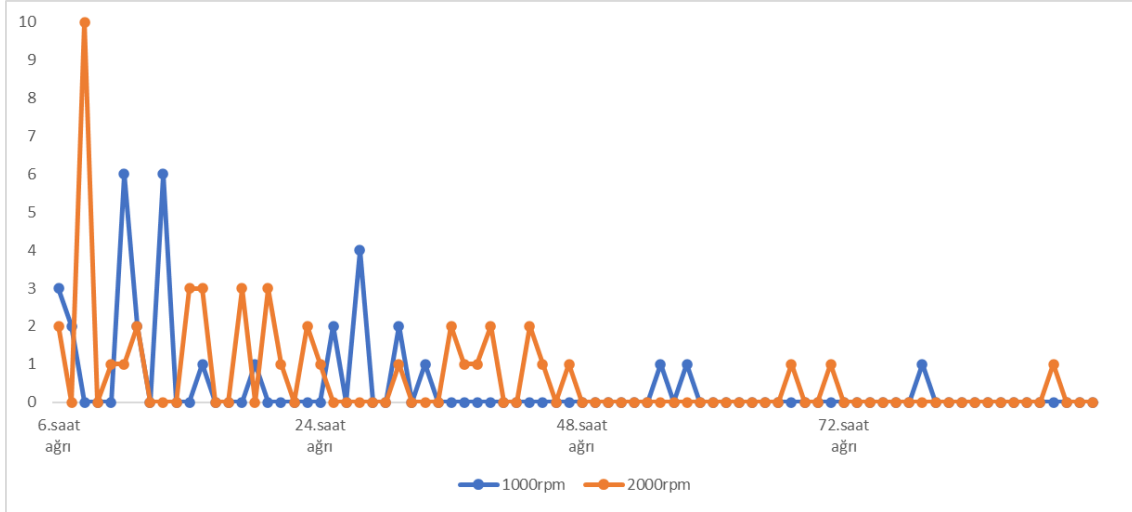
fark bulunmamıştır (6.saat için $p=0,146$, 24.saat için $p=0,180$, 48.saat için $p=0,804$, 72.saat için $p=0,705$). İki farklı hızda preparasyonu takiben 6, 24, 48 ve 72 saat zaman aralıklarında oluşan ağrı skorlarının ortalama (Ort), medyan (Med), çeyrekler açıklığı (IQR), minimum (min), maksimum (maks) ve p değerleri Tablo 2’de gösterilmiştir. İki farklı hızda preparasyonu takiben 6, 24, 48 ve 72 saat zaman aralıklarında oluşan ağrı skorları Şekil 10’da gösterilmiştir.

Tablo 2. İki farklı hızda preparasyonu takiben 6, 24, 48 ve 72 saat zaman aralıklarında oluşan ağrı skorlarının ortalama (Ort), medyan (Med), çeyrekler açıklığı (IQR), minimum (min), maksimum (maks) ve p değerleri.

	1000 rpm				2000 rpm				p [#]
	Ort±SS	Med (IQR)	Min	Maks	Ort±SS	Med (IQR)	Min	Maks	
6 s	1,05±1,9	0 (2) ^b	0	6	1,55±2,33	1 (3) ^b	0	10	0,301
24 s	0,45±1,05	0 (0) ^b	0	4	0,6±0,75	0 (1) ^c	0	2	0,277
48 s	0,1±0,31	0 (0) ^b	0	1	0,1±0,31	0 (0) ^c	0	1	0,999
72	0,05±0,22	0 (0) ^b	0	1	0,05±0,22	0 (09) ^c	0	1	0,999
p [*]	0,999				0,001				

↓ Aynı sütunda farklı harfi alan zaman dilimleri arasındaki fark anlamlıdır. (*Friedman Testi; $p<0,01$)

#Mann Whitney U Testi



Şekil 10: İki farklı hızda preparasyonu takiben 6, 24, 48 ve 72 saat zaman aralıklarında oluşan ağrı skorları

4.3 Analjezik Kullanım Bulguları

Gruplar arası tüm zaman aralıklarında analjezik kullanımı açısından istatistiksel bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Gruplar içerisinde zamana bağlı olarak analjezik kullanımı açısından istatistiksel bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). İki çalışma grubuna ait hastaların 6, 24, 48 ve 72 saatlik zaman dilimlerinde kullandıkları analjezik sayıları, yüzdeleri ve p değerleri Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3. İki çalışma grubuna ait hastaların 6, 24, 48 ve 72 saatlik zaman dilimlerinde kullandıkları analjezik sayıları, yüzdeleri ve p değerleri.

	1000 rpm (n=20)	2000rpm (n=20)	p *
Zaman Dilimi	Analjezik sayısı (%)	Analjezik sayısı (%)	
6 s	4 (%20)	3 (%15)	0,677
24 s	2 (%10)	1 (%5)	0,546
48 s	0	0	-
72 s	0	0	-
p	0,371	0,285	

*Z testi ile Oransal Karşılaştırma

5. TARTIŞMA

Kök kanal tedavisini takip eden süreçte, hekim prestiji ve hasta konforu açısından en istenmeyen sonuçlardan biri postoperatif ağrıdır. Kök kanal enstrümantasyonunda NiTi döner eğelerin kullanımının artması ve ege sistemlerinin her gün çoğalması, araştırmacıları bu sistemlerin ve farklı prosedürlerle kullanımının postoperatif ağrı üzerindeki etkisini çalışmaya sevk etmiştir. Literatür incelendiğinde XPS'nin farklı hızlarda kullanımı ile ilgili farklı çalışmalar mevcut olmasına rağmen postoperatif ağrıya etkisini inceleyen herhangi bir çalışma mevcut değildir. Bu nedenle bu çalışmada kök kanal tedavisinde XPS'nin farklı hızlarda kullanımının postoperatif ağrı üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Ng Glennon ve ark.'nın yaptıkları çalışma sonuçları, O'Keefe (O'Keefe, 1976) ve Yesilsoy ve ark. (Yesilsoy ve ark., 1988) tarafından yapılan çalışmalarla uyumlu olarak molar dişlerin kök kanal tedavisi sonrası ağrıya önemli ölçüde daha duyarlı olduğunu, tedavi edilen dişin molar diş olmasının diğer diş tipleriyle karşılaştırıldığında postoperatif ağrı olasılığını 1,7 kat artırdığını göstermiştir. Bunu da molar dişlerin apikaldeki karmaşık kök kanal morfolojisinin tedaviyi daha zor hale getirip, komplikasyonlara daha yatkın olabileceği ile savunmuştur (Ng ve ark., 2004). Karmaşık kök kanal morfolojisine sahip dişlerin postoperatif ağrı sonuçlarını etkileyebilme ihtimalinden dolayı, çalışmamızda karşılaştırdığımız gruplar arası hız değerleri dışındaki değişkenleri elimine etmek amacıyla basit kök kanal morfolojisine sahip diş grubu tercih edilmiştir. Bu sebeple beraber XPS eğelerinin apikalde 30.04'lük bir genişletme sağlaması molar dişlerin geniş kanallı distal köklerinde yetersiz olabileceğinden dolayı ve dişin tek kanallı olmasının kullanılan irrigasyon solüsyonunda bir standart sağlaması amacıyla tek köklü ve tek kanallı mandibular premolar dişler çalışmaya dahil edilmiştir.

Literatürdeki postoperatif ağrı çalışmaları incelendiğinde, yaş ve postoperatif ağrı arasındaki ilişki hakkında fikir birliği yoktur. Bazı çalışmalar gençlerde postoperatif ağrının daha yüksek olduğunu savunurken (Watkins ve ark., 2002; ElMubarak ve ark., 2010), bazı çalışmalar da yaşlılarda postoperatif ağrının daha yüksek olduğunu savunmuştur (Ali ve ark., 2012; Arias ve ark., 2013). Yaş ve postoperatif ağrı arasında bir ilişki olmadığını söyleyen çalışmalar da vardır (Mulhern ve ark., 1982; Segura-Egea ve

ark., 2009). Kök kanal sisteminde yaşa bağlı olarak dentin birikimi ve sekonder dentin oluşumu gibi faktörlerin neden olduğu değişiklikler söz konusu olabilir (Karobari ve ark., 2024). Genç yaş grupları, eksik kök gelişimi ve açık apekslerle ilişkili özellikler gösterebilirken, daha yaşlı yaş grupları artan kalsifikasyon belirtileri gösterebilir (Al-Helou, 2023). Bu sebeplerden dolayı çalışmamızda, kök kanal morfolojisinden kaynaklı tedaviyi etkileyebilecek faktörleri elimine etmek için hasta seçiminde yaş grubunu 18-45 yaş aralığında olacak şekilde sınırlandırdık.

Torabinejad ve ark. yaptıkları çalışmada alerji varlığının postoperatif ağrı üzerinde önemli bir etkisi olduğu sonucuna varmıştır (Torabinejad ve ark., 1988). Fouad ve ark., diyabetli hastalarda akut alevlenme riskinin daha yüksek olduğunu söylemiştir (Fouad ve Burleson, 2003). Sistemik hastalıkların postoperatif ağrıyı etkileyebileceğinden dolayı sistemik hastalığı olan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.

Literatürde, kök kanal tedavisi öncesi analjezik kullanımının postoperatif ağrıyı azalttığı (Menke ve ark., 2000; Arslan ve ark., 2011) ve kök kanal tedavisi öncesi antibiyotik kullanımının akut alevlenmeleri ve postoperatif ağrıyı azalttığını (Abbott ve ark., 1988; Morse ve ark., 1990; Torabinejad ve ark., 1994) gösteren çalışmalar mevcuttur. Bu nedenlerden dolayı kök kanal tedavisinden önce son 24 saat içinde analjezik veya antiinflamatuvar ilaç ve son 1 ay içinde antibiyotik kullanan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.

Postoperatif ağrının değerlendirildiği literatürdeki çalışmaların bir kısmında kök kanal tedavileri tek klinisyen tarafından gerçekleştirilirken (Bhardwaj ve ark., 2023; Kapoor ve ark., 2023; Thakur ve ark., 2023), bir kısmında da birden fazla klinisyen tarafından gerçekleştirilmiştir (ElMubarak ve ark., 2010; Aslan ve Dönmez Özkan, 2021; Kim ve ark., 2022). Birden fazla klinisyen tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda, tedavi prosedürlerinde tecrübeye ve el hassasiyetine bağlı değişiklik olabileceğinden dolayı tüm klinik prosedürler tek klinisyen tarafından gerçekleştirilmiştir.

Tek seansta ve çok seansta tamamlanan kök kanal tedavilerinin postoperatif ağrı üzerine etkilerinin değerlendirildiği birçok çalışmada istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı sonucuna varılmıştır (Oliet, 1983; DiRenzo ve ark., 2002; ElMubarak ve ark., 2010; Wang ve ark., 2010). Bazı çalışmalarda tek seanslık tedavide daha az postoperatif

ağrı bildirilirken (Risso ve ark., 2008; Su ve ark., 2011), bazı çalışmalarda ise birden fazla seansta daha az postoperatif ağrı bildirilmiştir (Ng ve ark., 2004). Kök kanal tedavisinin tek seansta bitirilmesi, minimal enstrümantasyon sağlaması ve seanslar arasında meydana gelebilecek yeniden enfeksiyonunun önüne geçtiği için postoperatif ağrının daha az olabileceği savunulmuştur (Albashaireh ve Alnegrish, 1998). Ayrıca tek seansta tamamlanacak tedavi, kanal içi medikamentlerin kök kanalından olası ekstrüzyon ihtimalini de ortadan kaldıracığından dolayı çalışmada seans sayısı ile ilişkili değişkenlerden kaçınmak için tedaviler tek seansta tamamlanmıştır.

Parirokh ve ark., semptomatik pulpitisli dişlerin tek seansta yapılan kök kanal tedavilerinde bupivakain (uzun etkili anestezi madde) kullanımının postoperatif ağrıyı lidokainden daha iyi azalttığını göstermiştir (Parirokh ve ark., 2013). Çalışmamızda anestezi solüsyonunun postoperatif ağrı sonuçlarını etkilemesini önlemek amacıyla uzun etkili anestezi solüsyon kullanılmamıştır.

Segura-Egea ve ark. yaptıkları çalışmada alt çenede postoperatif ağrının üst çeneye göre daha yüksek olmasının sebebini sinir bloğuna yapılan enjeksiyon tekniğinin infiltrasyon enjeksiyonuna göre daha zor olmasıyla açıklamıştır (Segura-Egea ve ark., 2009). Çalışmada yapılan tüm kanal tedavilerinde işlem öncesi infiltratif enjeksiyon ile lokal anestezi sağlanmıştır.

Endodontik tedavi sırasında rubber dam kullanımı; hastayı yabancı cisimlerden ve zararlı kimyasallardan korumak, hekim için görüş açısını artırmak, zaman verimliliğini artırmak, tükürük içermeyen kuru bir ortam sağlamak, ağız ortamı ve kök kanalları arasında enfeksiyon kontrolünü sağlamak gibi avantajlar sunmaktadır (Harrel ve Molinari, 2004; Wang ve ark., 2016). Kök kanal tedavisi sonrası postoperatif ağrı veya akut alevlenmenin önüne geçebilmek için kök kanallarına ağız içi mikroorganizmaların girişinin engellenmesi için rubber dam kullanılmalıdır (Siqueira, 2003). Postoperatif ağrıyı etkileyebilecek olan enfeksiyonun kontrolünün sağlanması amacıyla bu çalışmada kök kanal tedavisi işlemleri rubber dam izolasyonu altında yapılmıştır.

Endodontik tedavinin prognozu için çalışma uzunluğunun doğru belirlenmesi büyük önem taşımaktadır (Parekh ve Taluja, 2011). Kök kanal preparasyon teknikleri, biyomekanik enstrümantasyonu apikal daralımda sonlandırmayı amaçlar (Mancini ve

ark., 2011). Apikal daralım, periodontal ligamentin başladığı ve pulpanın sonlandığı anatomik ve histolojik dönüm noktasıdır (Lee ve ark., 2002; Hassanien ve ark., 2008). Kim ve ark., çalışma uzunluğu ölçümünde apeks bulucu ve geleneksel radyografinin kombine kullanılmasının %96 doğru sonuçlandığını bildirmiştir (Kim ve ark., 2008). Çalışma uzunluğunun en doğru şekilde tespit edilmesi için çalışmada, elektronik apeks bulucu ve periapikal radyografi kombine olarak kullanılmıştır.

Soğuk lateral kondenzasyon yöntemi, kök kanalının dolgu uzunluğunun kontrol edilebilir olması, göreceli kullanım kolaylığı, konservatif preparasyon gibi avantajları ile sıklıkla kullanılan bir yöntem olmasının yanında, gutta perka kütlesinin homojen olmaması, kanal duvarlarına ve düzensizliklerine tam olarak adapte olamaması gibi dezavantajlara da sahiptir (Luccy ve ark., 1990; Levitan ve ark., 2003). Lateral kondenzasyon yöntemindeki dezavantajları ortadan kaldırabilecek sıcak vertikal kondenzasyon yöntemi ise gutta perkanın kanal duvarlarına daha iyi adaptasyonu, daha homojen bir kanal dolgusu avantajlarını sunmaktadır (Luccy ve ark., 1990). Alonso-Ezpeleta ve ark., soğuk lateral kondenzasyon ve Thermafil tekniğini karşılaştırdığı çalışmada Thermafil dolum tekniğinin daha yüksek postoperatif ağrı seviyeleriyle ilişkili olduğunu göstermiştir (Alonso-Ezpeleta ve ark., 2012). Bu sonucu, Thermafil tekniği kullanıldığında sıklıkla oluşan gutta perka ekstrüzyonu ile açıklamışlardır (Scott ve Vire, 1992). Çalışmamızda postoperatif ağrıyı en az etkileyebilecek ve premolar dişlerin oval şekilli kanallarını iyi bir şekilde doldurabilecek teknik olan soğuk lateral kondenzasyon yöntemi kullanılmıştır.

Uygun bir ağrı ölçeğinin seçimi, belirli değerlendirme kriterlerine bağlıdır. Her ağrı ölçeğinin kendine özgü güçlü ve zayıf yönleri vardır (Robinson ve ark., 2024). NRS, geniş bir hasta kitlesinde yaygın olarak kullanılan tek bir 11 puanlık sayısal ölçektir ve elde edilen veriler kolayca belgelendirilebilir (Marco ve Marco, 2008). NRS'nin diğer ağrı ölçeklerinden daha duyarlı olduğunu destekleyen çalışmalar vardır (Alexandra ve ark., 2011). NRS'nin hem sözlü olarak hem de yazılı olarak uygulanabilmesi, puanlamanın basit olması, verilerin kaydedilmesinin kolaylığı gibi sebepler dolayısıyla çalışmamızda ağrı değerlendirmesi için NRS'yi kullandık.

Literatürde yapılan postoperatif ağrı çalışmalarında ağrı değerlendirmeleri farklı saat ve günlerde yapılmıştır. Kök kanal tedavisi sonrası 24., 48., 72. saat ve 7.günde

değerlendirme yapılan çalışmalar olduğu gibi (Xavier ve ark., 2021; Jain ve ark., 2016; Adiguzel ve Tufenkci, 2019; Kapoor ve ark., 2023), 12., 24. ve 48. saatlerde yapılan çalışmalar (Ali ve ark., 2012) ve 6., 12., 24., 48. saat ve 7.günlerde yapılan çalışmalar da vardır (Arslan ve ark., 2011; Thakur ve ark., 2023). Kök kanal tedavisini takiben 6., 24., 48. ve 72. saatlerde ağrı değerlendirmesi yapılan çalışmalara benzer olarak çalışmamızda bu saat dilimlerinde postoperatif ağrı değerlendirmelerini gerçekleştirdik (Pawar ve ark., 2022; Bhardwaj ve ark., 2023; Abdel-Baset ve ark., 2024).

Nonsteroidal antiinflamatuvar ilaçlar, kök kanal tedavisi sonrası postoperatif ağrı kontrolü için tercih edilen ilaç olarak önerilmektedir (Jain ve ark., 2016). Postoperatif ağrı kontrolü için birçok çalışmada 400 mg ibuprofen ilaç reçete edilmiştir (Neelakantan ve Sharma, 2015; Adiguzel ve Tufenkci, 2019; Pawar ve ark., 2022). Çalışmamızda benzer olarak hastalara 400 mg ibuprofen ilaç reçete edildi ve postoperatif ağrıya bir etkisi olmaması için sadece gerektiği durumlarda kullanılması konusunda hastalar uyarıldı.

Klinik çalışmalarda endodontik amaçla kullanılan NaOCl konsantrasyonu %0,5 ile %8,25 arasında değişmektedir (Ulin ve ark., 2020; Demenech ve ark., 2021a). Kök kanal tedavisinde kullanılacak solüsyonun en uygun konsantrasyonunu seçmek önemlidir, çünkü NaOCl'nin antimikrobiyal etkinliği ve çözünme kapasitesi doğrudan konsantrasyonu ile ilişkilidir (Iandolo ve ark., 2019). Diğer bir yandan yüksek NaOCl konsantrasyonları solüsyonun sitotoksitesini artırır ve yanlılıkla ekstrüze olması durumunda periapikal dokular için toksik olabilir (Vouzara ve ark., 2016; Demenech ve ark., 2021b). Çalışmada, irrigasyonda kullanılacak solüsyon için antimikrobiyal etkinliğin yüksek olması ve aynı zamanda periapikal dokular üzerinde toksik etkinin fazla olmaması düşünülerek benzer çalışmalar gibi %3'lük NaOCl kullanılmıştır (Neelakantan ve Sharma, 2015; Topcuoglu ve ark., 2018; Voegeli ve ark., 2021).

EDTA, endodontik tedavide genellikle en etkili şelasyon maddesi olarak kabul edilmekte ve EDTA'nın %17'lik konsantrasyonu kök kanal tedavisi için yaygın olarak tercih edilmektedir (Serper ve Çalt, 2002). Çalışmada smear tabakasının etkili bir şekilde çıkarılması ve kök dentininde erozyon oluşturmaması için NaOCl ve EDTA solüsyonlarının arasında kök kanalları distile su ile irriga edilmiş, benzer çalışmalar gibi 1dk süre ile %17'lik konsantrasyonda EDTA son irrigasyon aşamasında kullanılmıştır (Aminsobhani ve ark., 2017; Voegeli ve ark., 2021; Bhardwaj ve ark., 2023).

Kapalı uçlu yandan perfore irrigasyon iğneleri, pozitif basınçlı irrigasyonda açık uçlu irrigasyon iğnelerinden daha güvenli irrigasyon sağlamaktadır (Park ve ark., 2013). Açık uçlu irrigasyon iğnelerinin çalışma uzunluğunun 2-3 mm, kapalı uçlu yandan perfore irrigasyon iğnelerinin çalışma uzunluğunun 1 mm gerisine yerleştirebileceği savunulmaktadır (Boutsioukis ve ark., 2010a; Boutsioukis ve ark., 2010b; Boutsioukis ve ark., 2010c; Chen ve ark., 2014). İrrigasyon sırasında solüsyonun kök kanalından periapikal dokulara ekstrüzyonunu engellemek ve postoperatif ağrı riskini önlemek için, çalışmamızda yandan perfore irrigasyon iğnesi ile çalışma uzunluğundan 2 mm kısa olacak şekilde irrigasyon gerçekleştirildi.

Literatürdeki çalışmalara bakıldığında; sert ve yumuşak doku kalıntılarının, bakterilerin veya biyofilmin ana kök kanalından çıkarılması, tek kök kanalı ve nispeten basit anatomiye sahip dişlerdeki apikal periodontitisin iyileşmesi açısından geleneksel iğne irrigasyonu ile negatif basınçlı irrigasyon, sonik ve ultrasonik aktivasyon gibi çeşitli diğer yöntemler arasında önemli bir fark bulunamamıştır (Brito ve ark., 2009; Bhuvu ve ark., 2010; Klyn ve ark., 2010; Adcock ve ark., 2011; Howard ve ark., 2011; Johnson ve ark., 2012; Sarno ve ark., 2012; Liang ve ark., 2013; Versiani ve ark., 2016). Buna karşılık, zıt sonuca ulaşan çalışmalar genellikle kanalları yeterli boyuta kadar genişletmemiş veya irrigasyon iğnelerini çalışma boyundan çok uzağa yerleştirmiştir (Nielsen ve Baumgartner, 2007; Hockett ve ark., 2008; Huang ve ark., 2008; McGill ve ark., 2008; Azim ve ark., 2016; Kishen ve ark., 2018; Villalta-Briones ve ark., 2021). Bu nedenle, geleneksel iğne irrigasyonu tek kök kanalı ve basit anatomiye sahip dişler için yeterli bir irrigasyon yöntemi gibi görünmektedir (Boutsioukis ve Arias-Moliz, 2022). Çalışmamıza dahil edilen dişlerin vital ve tek kök kanallı olmasının desteği ile çeşitli aktivasyon sistemlerinin meydana getirebileceği ekstrüzyon dolayısıyla ve postoperatif ağrıyı önlemek amacıyla kapalı uçlu yandan perfore irrigasyon iğneleri ile yapılacak irrigasyonun yeterli antimikrobiyal etkiyi sağlayabileceğini düşünerek irrigasyon aktivasyonu yapmadık.

Apikal açıklığın kontrolü, kök kanallarının apikal üçte birinde dentin debrislerinin ve yumuşak dokuların birikmesini önleyerek kök kanallarının tıkanmasını, transportasyon, basamak oluşumu ve perforasyon gibi prosedürel hataların oluşma olasılığını azaltmaktadır (Cailleteau ve Mullaney, 1997). Çalışma uzunluğunun

korunmasına yardımcı olduğu, irrigasyonu iyileştirdiği, klinisyenin dokunma hissini iyileştirdiği de bildirilmiştir (Buchanan, 1989; Vera ve ark., 2012). Diğer yandan, enfekte debrislerin ekstrüzyonuna ve periapikal dokularda irritasyona neden olabileceğini savunan çalışmalar da vardır (Ls, 1991; Vera ve ark., 2011). Bu çalışmada apikal açıklığın kontrolü ve postoperatif ağrıyı etkilememesi için 10 numaralı K tipi eğe kullanılmıştır.

Günümüzde birçok NiTi döner eğe üreticisi tarafından; orijinal kanal anatomisini korumak, prosedürel hataların ve debrislerin apikal ekstrüzyonunun sıklığını azaltmak için döner eğeler ile kök kanalının şekillendirilmesinden önce bir rehber yol oluşturulması önerilmektedir (Coelho ve ark., 2015; Gunes ve Yeter, 2018). Paslanmaz çelik K tipi eğeler ile manuel olarak yapılan rehber yol hazırlığı, metalurjik gelişmeler sonrasında özel olarak geliştirilen NiTi döner eğeler ile de yapılmaya başlanmıştır (Bürklein ve Schäfer, 2013; Lup ve ark., 2024). Çalışmamızda kök kanallarının şekillendirmesini yapacağımız XPS eğelerinden önce üretici firmanın önerileri doğrultusunda rehber yol hazırlığı için XP-endo Rise Glider (15/04) eğelerini kullandık.

Literatürde yapılan postoperatif ağrı çalışmalarında cinsiyet ve postoperatif ağrı arasındaki ilişki konusunda fikir birliğine varılamamıştır. Birçok çalışma, kadınlarda erkeklere göre daha fazla postoperatif ağrının olduğunu göstermiştir (Ryan ve ark., 2008; Ali ve ark., 2012; Ali ve ark., 2016). Çalışmamızda kadın ve erkek hastaların tüm zamanlarda bildirdiği postoperatif ağrı skorları ve analjezik alımları açısından aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bulgularımız, cinsiyetler arasında postoperatif ağrı açısından fark bulunmayan çalışmaların sonuçları ile uyumludur (Segura-Egea ve ark., 2009; Topçuoğlu ve ark., 2018).

Pak ve White'ın yaptıkları çalışmada en yüksek postoperatif ağrı seviyesinin kök kanal tedavisini takiben erken dönemde gözlemlendiği bildirilmiştir. Postoperatif ağrı insidansının ilk 24 saatte %40 olduğu, ilk 48 saatte önemli ölçüde azaldığı ve 7. günde %11 veya daha az olduğu gösterilmiştir (Pak ve White, 2011). Çalışmamızda 1000 rpm grubunda ve 2000 rpm grubunda zaman geçtikçe bildirilen postoperatif ağrı skorlarının azaldığı görülmüştür. En yüksek ağrı düzeyi ilk 24 saat içinde görülürken zaman geçtikçe ağrı seviyesi azalmıştır. Literatürde yapılan birçok çalışmada da postoperatif ağrının 24 saatten sonra giderek düştüğü görülmektedir (Pak ve White, 2011; Kherlakian ve ark., 2016; Mollashahi ve ark., 2017; Topçuoğlu ve ark., 2018; Al-Rawhani ve ark., 2020). İlk

24 saatlik süre içerisinde ağrı insidansının yüksek olmasının nedenleri arasında, periapikal dokuların irritasyonu sonucunda kimyasal mediyatörlerin salınımı ve periodontal ligament nosiseptif nöronların aktivasyonunun bu sürece denk gelmesi, lokal anestezi enjeksiyonu ve rubber dam klemp basıncının neden olabileceği bildirilmiştir (Atav Ates ve ark., 2019; Abdel-Baset ve ark., 2024).

Gruplar arası postoperatif 6. ve 24. saatlerde analjezik alımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bulgularımız literatürdeki bazı postoperatif ağrı çalışmalarıyla uyumlu görünmektedir (Adiguzel ve Tufenkci, 2019; Gündoğar ve ark., 2021). Çalışmamızda 48. ve 72. saatlerde analjezik kullanan hasta olmamıştır. Analjezik alımının gerçekleştiği saat dilimleri postoperatif ağrının da yüksek olduğu saat dilimleriyle örtüşmektedir.

Çalışmamızda gruplar arası tüm zaman aralıklarında postoperatif ağrı açısından istatistiksel anlamlı bir fark bulunmamıştır. Sıfır hipotezi, tek seansta endodontik tedavisi yapılan semptomatik geri dönüşümsüz pulpitisli dişlerde iki farklı hızda kullanılan XPS eğelerinin postoperatif ağrıya ve analjezik alımına bir etkisi olmayacağıydı. Bu çalışmanın bulgularına dayanarak, sıfır hipotezi kabul edildi.

Literatürde XPS'nin yüksek hızda kullanımının postoperatif ağrı üzerindeki etkisini araştıran herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle doğrudan karşılaştırma yapmamız mümkün değildir. Çalışmamızda XPS eğeleri ile 1000 rpm ve 2000 rpm hızlarında yaptığımız kanal tedavilerinde dişlerin preparasyon süreleriyle ilgili bir standart yoktu, amaçlanan hedef 30.04'lük gutta perka kon uyumunu sağlayacak kanal preparasyonunun tamamlanmasıydı. İki gruptaki dişlerin tamamının ideal kanal preparasyonunun tamamlanmış ve kanal içindeki bakterilerin elimine edilmiş olmasının postoperatif ağrı açısından gruplar arasında farklılık meydana getirmediğini düşünmekteyiz. Weber ve ark.'nın XPS'nin 1000 rpm ve 3000 rpm hızlarında kullanımı ile ilgili yaptıkları çalışmada; eğenin 3000 rpm hızda kullanıldığında çalışma boyuna ulaşmak için daha az zaman ve daha az vuruş gerektirdiği, çalışma boyuna uygun gutta perka konun yerleştirilmesinde başarı oranının daha yüksek olduğu, ege deformasyonu açısından da bir fark görülmediği sonucuna varılmıştır (Webber ve ark., 2020). Çalışma hızının arttırılması XPS eğelerinin performansını iyileştirdiği göz önünde bulundurularak, çalışmamızın sonuçlarına göre postoperatif ağrıyı da etkilememesinin

ışığında bu konuda daha fazla örneklemler büyüklüğü ile beraber klinik çalışmanın yapılmasının literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızın bulguları doğrultusunda sonuç ve öneriler aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

1. Gruplar arası tüm zaman aralıklarında postoperatif ağrı açısından istatistiksel anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). XPS'nin 1000 rpm ve 2000 rpm hızlarında kullanımı postoperatif ağrı üzerinde önemli bir etki oluşturmamaktadır. Aynı parametrelerle yapılacak bir debris ekstrüzyon çalışmasıyla sonuçlar desteklenebilir.
2. XPS'nin farklı hızlarda kullanımı sonrasında hastaların kullandığı analjezik miktarları benzerdir.
3. En yüksek ağrı skorları 0-6. saat dilimi aralığında oluşmuştur. Zamana bağlı olarak postoperatif ağrı her iki grupta da gittikçe azalmış veya sıfırlanmıştır.
4. Farklı cinsiyetler arasında postoperatif ağrı açısından herhangi bir zaman diliminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.
5. Kadın ve erkek hastalar arasında analjezik kullanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).
6. XPS eğelerinin yüksek hızda kullanımı, postoperatif ağrıyı etkilemeden daha hızlı klinik performans sağlayabileceği için tercih edilebilir.
7. XPS eğelerinin farklı hızlarda kullanımının postoperatif ağrı üzerine ve kök kanal tedavisindeki başarısına etkisini değerlendiren daha fazla klinik çalışmanın yapılması literatüre katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Abbott AA, Koren LZ, Morse DR, Sinai IH, Doo RS, Furst ML (1988) A prospective randomized trial on efficacy of antibiotic prophylaxis in asymptomatic teeth with pulpal necrosis and associated periapical pathosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* **66**(6), 722-733.
- Abdel-Baset ST, Fahmy SH, Obeid MF (2024) Can instrumentation kinematics affect postoperative pain and substance P levels? A randomized controlled trial. *BMC Oral Health* **24**(1), 102.
- Abouelenien SS, Ibrahim SM, Shaker OG, Ahmed GM (2018) Evaluation of postoperative pain in infected root canals after using double antibiotic paste versus calcium hydroxide as intra-canal medication: A randomized controlled trial. *F1000Research* **7**.
- Adcock JM, Sidow SJ, Looney SW *et al.* (2011) Histologic evaluation of canal and isthmus debridement efficacies of two different irrigant delivery techniques in a closed system. *J Endod* **37**(4), 544-548.
- Adiguzel M, Isken I, Pamukcu II (2018) Comparison of cyclic fatigue resistance of XP-endo Shaper, HyFlex CM, FlexMaster and Race instruments. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* **12**(3), 208.
- Adiguzel M, Tufenkci P (2019) Comparison of postoperative pain intensity following the use of three different instrumentation techniques: A randomized clinical trial. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* **13**(2), 133.
- Ahmad M.Z., Sadaf D, Merdad K.A., Almohaimeed A., Onakpoya I.J. (2022). Calcium hydroxide as an intracanal medication for postoperative pain during primary root canal therapy: a systematic review and meta-analysis with trial sequential analysis of randomised controlled trials. *J Evid Based Dent Pract* **22**(1), 1016
- Al-Helou N (2023) Contemporary endodontics for children and adolescents. Nature Publishing Group UK London.
- Al-Rawhani AH, Gawdat SI, Amin SAW (2020) Effect of diclofenac potassium premedication on postendodontic pain in mandibular molars with symptomatic irreversible pulpitis: a randomized placebo-controlled double-blind trial. *J Endod* **46**(8), 1023-1031.
- Alaçam T (2012) *ENDODONTİ*, Ankara: Özyurt Matbaacılık.
- Albashaireh Z, Alnegrish A (1998) Postobturation pain after single-and multiple-visit endodontic therapy. A prospective study. *J Dent* **26**(3), 227-232.
- Alexandra F-VM, Luís P-RJ, Jensen Mark P (2011) Validity of four pain intensity rating scales. *Pain* **152**(10), 2399-2404.

- Alí A, Olivieri JG, Duran-Sindreu F, Abella F, Roig M, García-Font M (2016) Influence of preoperative pain intensity on postoperative pain after root canal treatment: A prospective clinical study. *J Dent* **45**, 39-42.
- Ali SG, Mulay S, Palekar A, Sejjal D, Joshi A, Gufran H (2012) Prevalence of and factors affecting post-obturation pain following single visit root canal treatment in Indian population: A prospective, randomized clinical trial. *Contemp Clin Dent* **3**(4), 459-463.
- Almeida G, Marques E, De Martin AS, da Silveira Bueno CE, Nowakowski A, Cunha RS (2012) Influence of irrigating solution on postoperative pain following single-visit endodontic treatment: randomized clinical trial. *J Can Dent Assoc* **78**, c84.
- Alomaym MAA, Aldohan MFM, Alharbi MJ, Alharbi NA (2019) Single versus multiple sitting endodontic treatment: Incidence of postoperative pain–A randomized controlled trial. *J Int Soc Prev Community Dent* **9**(2), 172-177.
- Alonso-Ezpeleta LO, Gasco-Garcia C, Castellanos-Cosano L, Martín-González J, López-Frías FJ, Segura-Egea JJ (2012) Postoperative pain after one-visit root-canal treatment on teeth with vital pulps: comparison of three different obturation technique. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* **17**(4), e721.
- Alves FR, Paiva PL, Marceliano-Alves MF *et al.* (2018) Bacteria and hard tissue debris extrusion and intracanal bacterial reduction promoted by XP-endo Shaper and Reciproc instruments. *J Endod* **44**(7), 1173-1178.
- Aminsobhani M, Meraji N, Khoshdel A, Ghorbanzadeh A (2017) The effect of root canal preparation using single versus multiple endodontic rotary files on post-operative pain, a randomised clinical trial. *Eur Endod J* **2**(1), 1-5.
- Arias-Moliz M, Ordinola-Zapata R, Baca P *et al.* (2015) Antimicrobial activity of chlorhexidine, peracetic acid and sodium hypochlorite/etidronate irrigant solutions against *Enterococcus faecalis* biofilms. *Int Endod J* **48**(12), 1188-1193.
- Arias A, De la Macorra J, Hidalgo J, Azabal M (2013) Predictive models of pain following root canal treatment: a prospective clinical study. *Int Endod J* **46**(8), 784-793.
- Arias A, De La Macorra JC, Azabal M, Hidalgo JJ, Peters OA (2015) Prospective case controlled clinical study of post-endodontic pain after rotary root canal preparation performed by a single operator. *J Dent* **43**(3), 389-395.
- Arias A, Lee YH, Peters CI, Gluskin AH, Peters OA (2014) Comparison of 2 canal preparation techniques in the induction of microcracks: a pilot study with cadaver mandibles. *J Endod* **40**(7), 982-985.
- Arias A, Paqué F, Shyn S, Murphy S, Peters OA (2018) Effect of canal preparation with TRUShape and Vortex rotary instruments on three-dimensional geometry of oval root canals. *Aust Endod J* **44**(1), 32-39.

- Arias A, Peters OA (2022) Present status and future directions: Canal shaping. *Int Endod J* **55**, 637-655.
- Arslan H, Topcuoglu HS, Aladag H (2011) Effectiveness of tenoxicam and ibuprofen for pain prevention following endodontic therapy in comparison to placebo: a randomized double-blind clinical trial. *J Oral Sci* **53**(2), 157-161.
- Aslan T, Dönmez Özkan H (2021) The effect of two calcium silicate-based and one epoxy resin-based root canal sealer on postoperative pain: a randomized controlled trial. *Int Endod J* **54**(2), 190-197.
- Atav Ates A, Dumani A, Yoldas O, Unal I (2019) Post-obturation pain following the use of carrier-based system with AH Plus or iRoot SP sealers: a randomized controlled clinical trial. *Clin Oral Investig* **23**, 3053-3061.
- Attar S, Bowles WR, Baisden MK, Hodges JS, McClanahan SB (2008) Evaluation of pretreatment analgesia and endodontic treatment for postoperative endodontic pain. *J Endod* **34**(6), 652-655.
- Azim AA, Aksel H, Zhuang T, Mashtare T, Babu JP, Huang GT-J (2016) Efficacy of 4 irrigation protocols in killing bacteria colonized in dentinal tubules examined by a novel confocal laser scanning microscope analysis. *J Endod* **42**(6), 928-934.
- Azim AA, Piasecki L, da Silva Neto UX, Cruz ATG, Azim KA (2017) XP Shaper, a novel adaptive core rotary instrument: micro-computed tomographic analysis of its shaping abilities. *J Endod* **43**(9), 1532-1538.
- Azim AA, Wang HH, Tarrosh M, Azim KA, Piasecki L (2018) Comparison between single-file rotary systems: Part 1—Efficiency, effectiveness, and adverse effects in endodontic retreatment. *J Endod* **44**(11), 1720-1724.
- Bashetty K, Hegde J (2010) Comparison of 2% chlorhexidine and 5.25% sodium hypochlorite irrigating solutions on postoperative pain: a randomized clinical trial. *Indian J Dent Res* **21**(4), 523-527.
- Bergenholtz G, Spångberg L (2004) Controversies in endodontics. *Crit Rev Oral Biol Med* **15**(2), 99-114.
- Berman LH, Hargreaves KM (2021) Cohen's Pathways of the Pulp, 12th edition edn: Elsevier INE.
- Berutti E, Chiandussi G, Paolino DS *et al.* (2012) Canal shaping with WaveOne Primary reciprocating files and ProTaper system: a comparative study. *J Endod* **38**(4), 505-509.
- Bhardwaj A, Gupta RK, Ates AA *et al.* (2023) Comparison of postoperative pain after the utilization of different file systems in single visit endodontics. *Patient Preference Adherence* 1025-1034.

- Bhuva B, Patel S, Wilson R, Niazi S, Beighton D, Mannocci F (2010) The effectiveness of passive ultrasonic irrigation on intraradicular *Enterococcus faecalis* biofilms in extracted single-rooted human teeth. *Int Endod J* **43**(3), 241-250.
- Bidar M, Rastegar AF, Ghaziani P, Namazikhah MS (2004) Evaluation of apically extruded debris in conventional and rotary instrumentation techniques. *J Calif Dent Assoc* **32**(9), 665-671.
- Bieri D, Reeve RA, Champion GD, Addicoat L, Ziegler JB (1990) The Faces Pain Scale for the self-assessment of the severity of pain experienced by children: development, initial validation, and preliminary investigation for ratio scale properties. *Pain* **41**(2), 139-150.
- Boijink D, Costa DD, Hoppe CB, Kopper PMP, Grecca FS (2018) Apically extruded debris in curved root canals using the WaveOne Gold reciprocating and Twisted File Adaptive systems. *J Endod* **44**(8), 1289-1292.
- Boutsioukis C, Arias-Moliz MT (2022) Present status and future directions—irrigants and irrigation methods. *Int Endod J* **55**, 588-612.
- Boutsioukis C, Gogos C, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Van der Sluis L (2010a) The effect of apical preparation size on irrigant flow in root canals evaluated using an unsteady Computational Fluid Dynamics model. *Int Endod J* **43**(10), 874-881.
- Boutsioukis C, Lambrianidis T, Verhaagen B *et al.* (2010b) The effect of needle-insertion depth on the irrigant flow in the root canal: evaluation using an unsteady computational fluid dynamics model. *J Endod* **36**(10), 1664-1668.
- Boutsioukis C, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Wesselink PR, van der Sluis LW (2010c) Evaluation of irrigant flow in the root canal using different needle types by an unsteady computational fluid dynamics model. *J Endod* **36**(5), 875-879.
- Brito PR, Souza LC, de Oliveira JCM *et al.* (2009) Comparison of the effectiveness of three irrigation techniques in reducing intracanal *Enterococcus faecalis* populations: an in vitro study. *J Endod* **35**(10), 1422-1427.
- Buchanan L (1989) Management of the curved root canal. *J Calif Dent Assoc* **17**, 18-25.
- Bürklein S, Schäfer E (2012) Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *J Endod* **38**(6), 850-852.
- Bürklein S, Schäfer E (2013) Critical evaluation of root canal transportation by instrumentation. *Endod Topics* **29**(1), 110-124.
- Byström A, Sundqvist G (1981) Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Eur J Oral Sci* **89**(4), 321-328.
- Cailleteau JG, Mullaney TP (1997) Prevalence of teaching apical patency and various instrumentation and obturation techniques in United States dental schools. *J Endod* **23**(6), 394-396.

- Caviedes-Bucheli J, Castellanos F, Vasquez N, Ulate E, Munoz H (2016) The influence of two reciprocating single-file and two rotary-file systems on the apical extrusion of debris and its biological relationship with symptomatic apical periodontitis. A systematic review and meta-analysis. *Int Endod J* **49**(3), 255-270.
- Chen JE, Nurbakhsh B, Layton G, Bussmann M, Kishen A (2014) Irrigation dynamics associated with positive pressure, apical negative pressure and passive ultrasonic irrigations: a computational fluid dynamics analysis. *Aust Endod J* **40**(2), 54-60.
- Clem WH (1970) Posttreatment endodontic pain. *J Am Dent Assoc* **81**(5), 1166-1170.
- Cobankara FK, Ozkan HB, Terlemez A (2010) Comparison of organic tissue dissolution capacities of sodium hypochlorite and chlorine dioxide. *J Endod* **36**(2), 272-274.
- Coelho MS, Fontana CE, Kato AS, de Martin AS, da Silveira Bueno CE (2015) Effects of glide path on the centering ability and preparation time of two reciprocating instruments. *Iran Endod J* **11**(1), 33.
- Cohen S, Burns RC (1991) Pathways of the pulp, 5th edition St. Louis: Mosby.
- Cohen S, Burns RC (1998) Pathways of the pulp, 7th edition St. Louis: CV Mosby.
- Collins SL, Moore RA, McQuay HJ (1997) The visual analogue pain intensity scale: what is moderate pain in millimetres? *Pain* **72**(1-2), 95-97.
- Coutinho-Filho T, De-Deus G, Gurgel-Filho ED, Rocha-Lima AC, Dias KRC, Barbosa CA (2008) Evaluation of the risk of a stripping perforation with Gates-Glidden drills: serial versus crown-down sequences. *Braz Oral Res* **22**, 18-24.
- Da Silva D, Endal U, Reynaud A, Portenier I, Ørstavik D, Haapasalo M (2002) A comparative study of lateral condensation, heat-softened gutta-percha, and a modified master cone heat-softened backfilling technique. *Int Endod J* **35**(12).
- De-Deus G, Belladonna F, Simões-Carvalho M *et al.* (2019) Shaping efficiency as a function of time of a new heat-treated instrument. *Int Endod J* **52**(3), 337-342.
- de Sermeño RF, da Silva LAB, Herrera H, Herrera H, Silva RAB, Leonardo MR (2009) Tissue damage after sodium hypochlorite extrusion during root canal treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* **108**(1), e46-e49.
- Demenech LS, de Freitas JV, Tomazinho FSF, Baratto-Filho F, Gabardo MCL (2021a) Postoperative pain after endodontic treatment under irrigation with 8.25% sodium hypochlorite and other solutions: a randomized clinical trial. *J Endod* **47**(5), 696-704.
- Demenech LS, Tomazinho FS, Baratto-Filho F, Brancher JA, Pereira LF, Gabardo MC (2021b) Biocompatibility of the 8.25% sodium hypochlorite irrigant solution in endodontics: An in vivo study. *Microsc Res Tech* **84**(7), 1506-1512.

- Demirci GK, Çalışkan MK (2016) A prospective randomized comparative study of cold lateral condensation versus core/gutta-percha in teeth with periapical lesions. *J Endod* **42**(2), 206-210.
- DiRenzo A, Gresla T, Johnson BR, Rogers M, Tucker D, BeGole EA (2002) Postoperative pain after 1-and 2-visit root canal therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* **93**(5), 605-610.
- Duarte MAH, Bernardes RA, Ordinola-Zapata R, Vasconcelos BCd, Bramante CM, Moraes IGd (2011) Effects of Gates-Glidden, LA Axxess and orifice shaper burs on the cervical dentin thickness and root canal area of mandibular molars. *Braz Dent J* **22**, 28-31.
- Eechaute C, Vaes P, Van Aerschot L, Asman S, Duquet W (2007) The clinimetric qualities of patient-assessed instruments for measuring chronic ankle instability: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord* **8**, 1-11.
- Ehrmann E.H., Messer H.H., Adams G.G. (2003). The relationship of intracanal medicaments to postoperative pain in endodontics. *Int Endod J* **36**(12), 868-875.
- ElMubarak AHH, Abu-bakr NH, Ibrahim YE (2010) Postoperative pain in multiple-visit and single-visit root canal treatment. *J Endod* **36**(1), 36-39.
- Elnaghy A, Elsaka S (2018) Cyclic fatigue resistance of XP-endo Shaper compared with different nickel-titanium alloy instruments. *Clin Oral Investig* **22**, 1433-1437.
- Emara R, Gawdat S, El-Far H (2021) Effect of XP-endo Shaper versus conventional rotary files on postoperative pain and bacterial reduction in oval canals with necrotic pulps: a randomized clinical study. *Int Endod J* **54**(7), 1026-1036.
- Erkan E, Gündoğar M, Uslu G, Özyürek T (2022) Postoperative pain after SWEEPS, PIPS, sonic and ultrasonic-assisted irrigation activation techniques: a randomized clinical trial. *Odontology* **110**(4), 786-794.
- Cicek E, Koçak M.M, Koçak S, Sağlam B.C., Türker S.A. (2017). Postoperative pain intensity after using different instrumentation techniques: a randomized clinical study. *J Appl Oral Sci* **25**, 20-26.
- Fava L (1995) Single visit root canal treatment: incidence of postoperative pain using three different instrumentation techniques. *Int Endod J* **28**(2), 103-107.
- Ferranti P (1959) Treatment of the root canal of an infected tooth in one appointment: a report of 340 cases. *Dent Dig* **65**(11), 490-494.
- Ferraz C, Gomes N, Gomes B, Zaia A, Teixeira F, Souza-Filho F (2001) Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques. *Int Endod J* **34**(5), 354-358.
- Ferreira-Valente MA, Pais-Ribeiro JL, Jensen MP (2011) Validity of four pain intensity rating scales. *Pain®* **152**(10), 2399-2404.

- Fillangim, R. B., & Maixner, W. (1995, December). Gender differences in the responses to noxious stimuli. In *Pain forum* (Vol. 4, No. 4, pp. 209-221). Churchill Livingstone.
- Fouad AF, Burleson J (2003) The effect of diabetes mellitus on endodontic treatment outcome: data from an electronic patient record. *J Am Dent Assoc* **134**(1), 43-51.
- Fox J, Atkinson JS, Dinin AP *et al.* (1970) Incidence of pain following one-visit endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* **30**(1), 123-130.
- Gallagher EJ, Liebman M, Bijur PE (2001) Prospective validation of clinically important changes in pain severity measured on a visual analog scale. *Ann Emerg Med* **38**(6), 633-638.
- Gambarini G (2001) Cyclic fatigue of nickel-titanium rotary instruments after clinical use with low-and high-torque endodontic motors. *J Endod* **27**(12), 772-774.
- Gambarini G, Gergi R, Naaman A, Osta N, Al Sudani D (2012) Cyclic fatigue analysis of twisted file rotary NiTi instruments used in reciprocating motion. *Int Endod J* **45**(9), 802-806.
- Genet J, Hart A, Wesselink P, Thoden van Velzen S (1987) Preoperative and operative factors associated with pain after the first endodontic visit. *Int Endod J* **20**(2), 53-64.
- Genet J, Wesselink P, Van Velzen ST (1986) The incidence of preoperative and postoperative pain in endodontic therapy. *Int Endod J* **19**(5), 221-229.
- Gernhardt C, Eppendorf K, Kozlowski A, Brandt M (2004) Toxicity of concentrated sodium hypochlorite used as an endodontic irrigant. *Int Endod J* **37**(4), 272-280.
- Gondim Jr E, Setzer FC, Dos Carmo CB, Kim S (2010) Postoperative pain after the application of two different irrigation devices in a prospective randomized clinical trial. *J Endod* **36**(8), 1295-1301.
- Gopikrishna V, Parameswaran A (2003) Effectiveness of prophylactic use of rofecoxib in comparison with ibuprofen on postendodontic pain. *J Endod* **29**(1), 62-64.
- Gotler M, Bar-Gil B, Ashkenazi M (2012) Postoperative pain after root canal treatment: a prospective cohort study. *Int J Dent* **2012**(1), 310467.
- Gracely RH, McGrath P, Dubner R (1978) Ratio scales of sensory and affective verbal pain descriptors. *Pain* **5**(1), 5-18.
- Graunaite I, Skucaite N, Lodiene G, Agentiene I, Machiulskiene V (2018) Effect of resin-based and bioceramic root canal sealers on postoperative pain: a split-mouth randomized controlled trial. *J Endod* **44**(5), 689-693.
- Gunes B, Yeter KY (2018) Effects of different glide path files on apical debris extrusion in curved root canals. *J Endod* **44**(7), 1191-1194.

- Gündoğar M, Sezgin GP, Kaplan SS, Özyürek H, Uslu G, Özyürek T (2021) Postoperative pain after different irrigation activation techniques: a randomized, clinical trial. *Odontology* **109**, 385-392.
- Haapasalo M, Shen Y (2013) Evolution of nickel–titanium instruments: from past to future. *Endod Topics* **29**(1), 3-17.
- Haapasalo M, Udnæs T, Endal U (2003) Persistent, recurrent, and acquired infection of the root canal system post-treatment. *Endod Topics* **6**(1), 29-56.
- Haga CS (1968) Microscopic Measurements of Root Canal Preparations Following Instrumentation. *Int Endod J* **2**(3), 41-46.
- Harrel SK, Molinari J (2004) Aerosols and splatter in dentistry: a brief review of the literature and infection control implications. *J Am Dent Assoc* **135**(4), 429-437.
- Harrison JW, Baumgartner JC, Svec TA (1983) Incidence of pain associated with clinical factors during and after root canal therapy. Part 2. Postobturation pain. *J Endod* **9**(10), 434-438.
- Hashem AAR, Ghoneim AG, Lutfy RA, Foda MY, Omar GAF (2012) Geometric analysis of root canals prepared by four rotary NiTi shaping systems. *J Endod* **38**(7), 996-1000.
- Hassanien EE, Hashem A, Chalfin H (2008) Histomorphometric study of the root apex of mandibular premolar teeth: an attempt to correlate working length measured with electronic and radiograph methods to various anatomic positions in the apical portion of the canal. *J Endod* **34**(4), 408-412.
- Health UDo, Services H (1993) Acute pain management: operative or medical procedures and trauma. *Clinical Practice Guideline* **1**, 107.
- Hegde V.R., Jain A., Patekar S.B. (2023). Comparative evaluation of calcium hydroxide and other intracanal medicaments on postoperative pain in patients undergoing endodontic treatment: A systematic review and meta-analysis. *J Conserv Dent* **26**(2), 134-142.
- Heller GZ, Manuguerra M, Chow R (2016) How to analyze the Visual Analogue Scale: Myths, truths and clinical relevance. *Scand J Pain* **13**(1), 67-75.
- Hicks CL, von Baeyer CL, Spafford PA, van Korlaar I, Goodenough B (2001) The Faces Pain Scale–Revised: toward a common metric in pediatric pain measurement. *Pain* **93**(2), 173-183.
- Ho K, Spence J, Murphy MF (1996) Review of pain-measurement tools. *Ann Emerg Med* **27**(4), 427-432.
- Hockett JL, Dommisch JK, Johnson JD, Cohenca N (2008) Antimicrobial efficacy of two irrigation techniques in tapered and nontapered canal preparations: an in vitro study. *J Endod* **34**(11), 1374-1377.

- Hoppe W, Schäfer E, Tepel J (1993) Instrumentarium und Konzept für die manuelle Wurzelkanalaufbereitung. *Zahnärztl Welt* **102**(1), 764.
- Howard RK, Kirkpatrick TC, Rutledge RE, Yaccino JM (2011) Comparison of debris removal with three different irrigation techniques. *J Endod* **37**(9), 1301-1305.
- Huang TY, Gulabivala K, Ng YL (2008) A bio-molecular film ex-vivo model to evaluate the influence of canal dimensions and irrigation variables on the efficacy of irrigation. *Int Endod J* **41**(1), 60-71.
- Hülsmann M, Hahn W (2000) Complications during root canal irrigation—literature review and case reports. *Int Endod J* **33**(3).
- Hülsmann M, Peters OA, Dummer PM (2005) Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endod Topics* **10**(1), 30-76.
- Iandolo A, Dagna A, Poggio C, Capar I, Amato A, Abdellatif D (2019) Evaluation of the actual chlorine concentration and the required time for pulp dissolution using different sodium hypochlorite irrigating solutions. *J Conserv Dent* **22**(2), 108-113.
- Ince B, Ercan E, Dalli M, Dulgergil CT, Zorba YO, Colak H (2009) Incidence of postoperative pain after single-and multi-visit endodontic treatment in teeth with vital and non-vital pulp. *Eur J Dent* **3**(04), 273-279.
- Ingle JI, Zeldow BJ (1958) An evaluation of mechanical instrumentation and the negative culture in endodontic therapy. *J Am Dent Assoc* **57**(4), 471-476.
- Ingle JI, Bakland LK (1994) Endodontics, 4th edition Baltimore: Williams& Wilkins.
- Jain N, Pawar A, Gupta A (2016) Incidence and severity of postoperative pain after canal instrumentation with reciprocating system, continuous rotary single file system, versus SAF system. *ENDO (Lond Engl)* **10**(3), 153-160.
- Jameson EC (2001) *Electrical Discharge Machining*: Society of Manufacturing Engineers.
- Jensen MP, Karoly P, Braver S (1986) The measurement of clinical pain intensity: a comparison of six methods. *Pain* **27**(1), 117-126.
- Jensen MP (2011) Hypnosis for chronic pain management: Self-report measures assessing pain, pain-related beliefs and coping, and clinical success, Oxford University Press.
- Johnson E, Lloyd A, Kuttler S, Namerow K (2008) Comparison between a novel nickel-titanium alloy and 508 nitinol on the cyclic fatigue life of ProFile 25/. 04 rotary instruments. *J Endod* **34**(11), 1406-1409.
- Johnson M, Sidow SJ, Looney SW, Lindsey K, Niu L-n, Tay FR (2012) Canal and isthmus debridement efficacy using a sonic irrigation technique in a closed-canal system. *J Endod* **38**(9), 1265-1268.

- Jurcak JJ, Bellizzi R, Loushine RJ (1993) Successful single-visit endodontics during Operation Desert Shield. *J Endod* **19**(8), 412-413.
- Kapoor K, Grewal MS, Arya A, Grewal S, Shetty KP (2023) Incidence of postoperative pain after single visit root canal treatment using XP-endo Shaper, 2Shape and ProTaper Gold rotary systems: A prospective randomized clinical trial. *Eur Endod J* **8**(1), 47.
- Karcioglu O, Topacoglu H, Dikme O, Dikme O (2018) A systematic review of the pain scales in adults: which to use? *Am J Emerg Med* **36**(4), 707-714.
- Karobari MI, Iqbal A, Batul R *et al.* (2024) Exploring age and gender variations in root canal morphology of maxillary premolars in Saudi sub population: a cross-sectional CBCT study. *BMC Oral Health* **24**(1), 543.
- Keiser K, Hargreaves KM (2002) Building effective strategies for the management of endodontic pain. *Endod Topics* **3**(1), 93-105.
- Khan A.M., Gangoo I.K.A., Ali N.A., Khan M., Javed M.Q., AlAttas M.H., ... Yahya R.S.A. (2023). The effect of calcium hydroxide, triple antibiotic paste and chlorhexidine on pain in teeth with symptomatic apical periodontitis: a randomised controlled trial. *Int J Environ Res Public Health* **20**(4), 3091.
- Kherlakian D, Cunha RS, Ehrhardt IC, Zuolo ML, Kishen A, da Silveira Bueno CE (2016) Comparison of the incidence of postoperative pain after using 2 reciprocating systems and a continuous rotary system: a prospective randomized clinical trial. *J Endod* **42**(2), 171-176.
- Kim E, Marmo M, Lee C-Y, Oh N-S, Kim I-K (2008) An in vivo comparison of working length determination by only root-ZX apex locator versus combining root-ZX apex locator with radiographs using a new impression technique. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* **105**(4), e79-e83.
- Kim J-h, Cho S-Y, Choi Y, Kim D-h, Shin S-J, Jung I-Y (2022) Clinical efficacy of sealer-based obturation using calcium silicate sealers: a randomized clinical trial. *J Endod* **48**(2), 144-151.
- Kirchhoff AL, Fariniuk LF, Mello I (2015) Apical extrusion of debris in flat-oval root canals after using different instrumentation systems. *J Endod* **41**(2), 237-241.
- Kishen A, Shrestha A, Del Carpio-Perochena A (2018) Validation of biofilm assays to assess antibiofilm efficacy in instrumented root canals after syringe irrigation and sonic agitation. *J Endod* **44**(2), 292-298.
- Klyn SL, Kirkpatrick TC, Rutledge RE (2010) In vitro comparisons of debris removal of the EndoActivator™ System, the F File™, ultrasonic irrigation, and NaOCl irrigation alone after hand-rotary instrumentation in human Mandibular molars. *J Endod* **36**(8), 1367-1371.

- Koba K, Kimura Y, Matsumoto K *et al.* (1999) Post-operative symptoms and healing after endodontic treatment of infected teeth using pulsed Nd: YAG laser. *Dent Traumatol* **15**(2), 68-72.
- Koçak S, Koçak MM, Sağlam BC, Türker SA, Sağsen B, Er Ö (2013) Apical extrusion of debris using self-adjusting file, reciprocating single-file, and 2 rotary instrumentation systems. *J Endod* **39**(10), 1278-1280.
- Larsen CM, Watanabe I, Glickman GN, He J (2009) Cyclic fatigue analysis of a new generation of nickel titanium rotary instruments. *J Endod* **35**(3), 401-403.
- Lee SJ, Nam KC, Kim Y-J, Kim DW (2002) Clinical accuracy of a new apex locator with an automatic compensation circuit. *J Endod* **28**(10), 706-709.
- Levitan ME, Himel VT, Luckey JB (2003) The effect of insertion rates on fill length and adaptation of a thermoplasticized gutta-percha technique. *J Endod* **29**(8), 505-508.
- Liang Y-H, Jiang L-M, Jiang L *et al.* (2013) Radiographic healing after a root canal treatment performed in single-rooted teeth with and without ultrasonic activation of the irrigant: a randomized controlled trial. *J Endod* **39**(10), 1218-1225.
- Löst C, Wesselink P, Winkler R (1992) Grundlagen und Prinzipien moderner Endodontie. *Endodontie* **1**, 7-18.
- Lo B (1991) Cleaning and shaping the root canal system. *Pathways of the pulp*, 166-192.
- Luccy CT, Weller RN, Kulild JC (1990) An evaluation of the apical seal produced by lateral and warm lateral condensation techniques. *J Endod* **16**(4), 170-172.
- Lup VM, Malvicini G, Gaeta C, Grandini S, Ciavoi G (2024) Glide path in endodontics: a literature review of current knowledge. *Dent J* **12**(8), 257.
- Ma J, Tong Z, Ling J, Liu H, Wei X (2015) The effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine irrigants on the antibacterial activities of alkaline media against *Enterococcus faecalis*. *Arch Oral Biol* **60**(7), 1075-1081.
- Mancini M, Felici R, Conte G, Costantini M, Cianconi L (2011) Accuracy of three electronic apex locators in anterior and posterior teeth: an ex vivo study. *J Endod* **37**(5), 684-687.
- Marco CA, Marco AP (2008) Assessment of pain. *Emergency Department Analgesia: An Evidence-Based Guide*, pp. 10-18: Cambridge University Press.
- McAuliffe L, Nay R, O'Donnell M, Fetherstonhaugh D (2009) Pain assessment in older people with dementia: literature review. *J Adv Nurs* **65**(1), 2-10.
- McGill S, Gulabivala K, Mordan N, Ng YL (2008) The efficacy of dynamic irrigation using a commercially available system (RinsEndo®) determined by removal of a collagen 'bio-molecular film' from an ex vivo model. *Int Endod J* **41**(7), 602-608.

- Mehdipour O, Kleier D, Averbach D, Kleier DJ, Averbach RE (2007) Anatomy of sodium hypochlorite accidents. *Choice* **5**(8), 9.
- Menke ER, Jackson CR, Bagby MD, Tracy TS (2000) The effectiveness of prophylactic etodolac on postendodontic pain. *J Endod* **26**(12), 712-715.
- Merskey H (1986) Pain terms: a current list with definitions and notes on usage. *Pain* **3**, 217-221.
- Metzger Z, Teperovich E, Cohen R, Zary R, Paqué F, Hülsmann M (2010) The self-adjusting file (SAF). Part 3: removal of debris and smear layer—a scanning electron microscope study. *J Endod* **36**(4), 697-702.
- Metzger Z, Teperovich E, Zary R, Cohen R, Hof R (2010) The self-adjusting file (SAF). Part 1: respecting the root canal anatomy—a new concept of endodontic files and its implementation. *J Endod* **36**(4), 679-690.
- Miner JR, Burton JH (2018) Pain management, 9th edition Elsevier Canada.
- Mitchell RP, Yang S-E, Baumgartner JC (2010) Comparison of apical extrusion of NaOCl using the EndoVac or needle irrigation of root canals. *J Endod* **36**(2), 338-341.
- Mollashahi NF, Saberi EA, Havaei SR, Sabeti M (2017) Comparison of postoperative pain after root canal preparation with two reciprocating and rotary single-file systems: A randomized clinical trial. *Iran Endod J* **12**(1), 15.
- Morse DR, Furst ML, Lefkowitz RD, D'Angelo D, Esposito JV (1990) A comparison of erythromycin and cefadroxil in the prevention of flare-ups from asymptomatic teeth with pulpal necrosis and associated periapical pathosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* **69**(5), 619-630.
- Mostafa M, El-Shrief Y, Anous W *et al.* (2020) Postoperative pain following endodontic irrigation using 1.3% versus 5.25% sodium hypochlorite in mandibular molars with necrotic pulps: a randomized double-blind clinical trial. *Int Endod J* **53**(2), 154-166.
- Mulhern JM, Patterson SS, Newton CW, Ringel AM (1982) Incidence of postoperative pain after one-appointment endodontic treatment of asymptomatic pulpal necrosis in single-rooted teeth. *J Endod* **8**(8), 370-375.
- Nagendrababu V, Gutmann JL (2017) Factors associated with postobturation pain following single-visit nonsurgical root canal treatment: A systematic review. *Quintessence Int* **48**(3).
- Neelakantan P, Sharma S (2015) Pain after single-visit root canal treatment with two single-file systems based on different kinematics—a prospective randomized multicenter clinical study. *Clin Oral Investig* **19**, 2211-2217.

- Nekoofar MH, Sheykhrezae MS, Meraji N *et al.* (2015) Comparison of the effect of root canal preparation by using WaveOne and ProTaper on postoperative pain: a randomized clinical trial. *J Endod* **41**(5), 575-578.
- Ng YL, Glennon J, Setchell D, Gulabivala K (2004) Prevalence of and factors affecting post-obturation pain in patients undergoing root canal treatment. *Int Endod J* **37**(6), 381-391.
- Nielsen BA, Baumgartner JC (2007) Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *J Endod* **33**(5), 611-615.
- O'Keefe EM (1976) Pain in endodontic therapy: preliminary study. *J Endod* **2**(10), 315-319.
- Oliet S (1983) Single-visit endodontics: a clinical study. *J Endod* **9**(4), 147-152.
- Pak JG, White SN (2011) Pain prevalence and severity before, during, and after root canal treatment: a systematic review. *J Endod* **37**(4), 429-438.
- Parekh V, Taluja C (2011) Comparative study of periapical radiographic techniques with apex locator for endodontic working length estimation: an ex vivo study. *J Contemp Dent Pract* **12**(2), 131-134.
- Parirokh M, Rekabi AR, Ashouri R, Nakhaee N, Abbott PV, Gorjestani H (2013) Effect of occlusal reduction on postoperative pain in teeth with irreversible pulpitis and mild tenderness to percussion. *J Endod* **39**(1), 1-5.
- Park E, Shen Y, Khakpour M, Haapasalo M (2013) Apical pressure and extent of irrigant flow beyond the needle tip during positive-pressure irrigation in an in vitro root canal model. *J Endod* **39**(4), 511-515.
- Patel S, Rhodes J (2007) A practical guide to endodontic access cavity preparation in molar teeth. *Br Dent J* **203**(3), 133-140.
- Pawar AM, Bhardwaj A, Zanza A *et al.* (2022) Severity of post-operative pain after instrumentation of root canals by XP-endo and SAF full sequences compared to manual instrumentation: A randomized clinical trial. *J Clin Med* **11**(23), 7251.
- Pereira ÉSJ, Viana ACD, Buono VTL, Peters OA, de Azevedo Bahia MG (2015) Behavior of nickel-titanium instruments manufactured with different thermal treatments. *J Endod* **41**(1), 67-71.
- Price DD, Bush FM, Long S, Harkins SW (1994) A comparison of pain measurement characteristics of mechanical visual analogue and simple numerical rating scales. *Pain* **56**(2), 217-226.
- Psimma Z, Boutsioukis C, Kastrinakis E, Vasiliadis L (2013) Effect of needle insertion depth and root canal curvature on irrigant extrusion ex vivo. *J Endod* **39**(4), 521-524.

- Ramamoorthi S, Nivedhitha MS, Divyanand MJ (2015) Comparative evaluation of postoperative pain after using endodontic needle and EndoActivator during root canal irrigation: A randomised controlled trial. *Aust Endod J* **41**(2), 78-87.
- Ray H, Trope M (1995) Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *Int Endod J* **28**(1), 12-18.
- Reddy SA, Hicks ML (1998) Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation techniques. *J Endod* **24**(3), 180-183.
- Reig R, Laiolo J, Navia A, Reboredo E, Romelli J (1952) Histological study of instrumentation in root canals. *Int Endod J* **3**, 24-29.
- Relvas J, Bastos M, Marques A, Garrido A, Herkrath FJ, Sponchiado Jr EC (2016) Erratum to: Assessment of postoperative pain after reciprocating or rotary NiTi instrumentation of root canals: A randomized, controlled clinical trial. *Clin Oral Investig* **20**, 1995.
- Risso PdA, Cunha A, Araujo M, Luiz R (2008) Postobturation pain and associated factors in adolescent patients undergoing one-and two-visit root canal treatment. *J Dent* **36**(11), 928-934.
- Roane JB, Dryden JA, Grimes EW (1983) Incidence of postoperative pain after single- and multiple-visit endodontic procedures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* **55**(1), 68-72.
- Robinson CL, Phung A, Dominguez M *et al.* (2024) Pain scales: what are they and what do they mean. *Curr Pain Headache Rep* **28**(1), 11-25.
- Rosenberg PA (2002) Clinical strategies for managing endodontic pain. *Endod Topics* **3**(1), 78-92.
- Rosenberg PA, Babick PJ, Schertzer L, Leung A (1998) The effect of occlusal reduction on pain after endodontic instrumentation. *J Endod* **24**(7), 492-496.
- Ruddle CJ (2007) Endodontic Access Preparation: The Tools for Success, Santa Barbara, CA: Ruddle Group.
- Ryan JL, Jureidini B, Hodges JS, Baisden M, Swift JQ, Bowles WR (2008) Gender differences in analgesia for endodontic pain. *J Endod* **34**(5), 552-556.
- Sarno MU, Sidow SJ, Looney SW, Lindsey KW, Niu L-n, Tay FR (2012) Canal and isthmus debridement efficacy of the VPro EndoSafe negative-pressure irrigation technique. *J Endod* **38**(12), 1631-1634.
- Sathorn C, Parashos P, Messer H (2008) The prevalence of postoperative pain and flare-up in single- and multiple-visit endodontic treatment: a systematic review. *Int Endod J* **41**(2), 91-99.

- Schilder H (1974) Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* **18**(2), 269-296.
- Scott AC, Vire DE (1992) An evaluation of the ability of a dentin plug to control extrusion of thermoplasticized gutta-percha. *J Endod* **18**(2), 52-57.
- Segura-Egea JJ, Cisneros-Cabello R, Llamas-Carreras JM, Velasco-Ortega E (2009) Pain associated with root canal treatment. *Int Endod J* **42**(7), 614-620.
- Seltzer S (1986) Pain in endodontics. *J Endod* **12**(10), 505-508.
- Seltzer S, Naidorf IJ (1985) Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. *J Endod* **11**(11), 472-478.
- Serper A, Çalt S (2002) The demineralizing effects of EDTA at different concentrations and pH. *J Endod* **28**(7), 501-502.
- Shokraneh A, Ajami M, Farhadi N, Hosseini M, Rohani B (2017) Postoperative endodontic pain of three different instrumentation techniques in asymptomatic necrotic mandibular molars with periapical lesion: a prospective, randomized, double-blind clinical trial. *Clin Oral Investig* **21**, 413-418.
- Silva EJNLd, Monteiro MR, Belladonna FG, Almeida JF, De-Deus G, Neves AdA (2015) Postoperative pain after foraminal instrumentation with a reciprocating system and different irrigating solutions. *Braz Dent J* **26**(3), 216-221.
- Siqueira Jr JF (2003) Microbial causes of endodontic flare-ups. *Int Endod J* **36**(7), 453-463.
- Siqueira Jr JF, Rôças IN, Favieri A *et al.* (2002) Incidence of postoperative pain after intracanal procedures based on an antimicrobial strategy. *J Endod* **28**(6), 457-460.
- Sjögren U, Figdor D, Spångberg L, Sundqvist G (1991) The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. *Int Endod J* **24**(3), 119-125.
- Spangberg L (2001) Evidence-based endodontics: the one-visit treatment idea. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **91**(6), 617-618.
- Su Y, Wang C, Ye L (2011) Healing rate and post-obturation pain of single-versus multiple-visit endodontic treatment for infected root canals: a systematic review. *J Endod* **37**(2), 125-132.
- Thakur B, Bhardwaj A, Wahjuningrum DA *et al.* (2023) Incidence of post-operative pain following a single-visit pulpectomy in primary molars employing adaptive, rotary, and manual instrumentation: a randomized clinical trial. *Medicina* **59**(2), 355.
- Topçuoğlu HS, Topçuoğlu G, Arslan H (2018) The effect of apical positive and negative pressure irrigation methods on postoperative pain in mandibular molar teeth with

- symptomatic irreversible pulpitis: a randomized clinical trial. *J Endod* **44**(8), 1210-1215.
- Topçuoğlu HS, Topçuoğlu G, Arslan H (2018) The effect of different irrigation agitation techniques on postoperative pain in mandibular molar teeth with symptomatic irreversible pulpitis: a randomized clinical trial. *J Endod* **44**(10), 1451-1456.
- Torabinejad M, Cymerman JJ, Frankson M, Lemon RR, Maggio JD, Schilder H (1994) Effectiveness of various medications on postoperative pain following complete instrumentation. *J Endod* **20**(7), 345-354.
- Torabinejad M, Kettering JD, McGraw JC, Cummings RR, Dwyer TG, Tobias TS (1988) Factors associated with endodontic interappointment emergencies of teeth with necrotic pulps. *J Endod* **14**(5), 261-266.
- Tronstad L (1991) Clinical Endodontics, Stuttgart: G. Thieme-Verlag.
- Tulsani S, Chikkanarasaiah N, Bethur S (2014) An in vivo comparison of antimicrobial efficacy of sodium hypochlorite and Biopure MTAD™ against enterococcus faecalis in primary teeth: A qPCR study. *J Clin Pediatr Dent* **39**(1), 30-34.
- Tuncer AK, Gerek M (2014) Effect of working length measurement by electronic apex locator or digital radiography on postoperative pain: a randomized clinical trial. *J Endod* **40**(1), 38-41.
- Ulin C, Magunacelaya-Barria M, Dahlén G, Kvist T (2020) Immediate clinical and microbiological evaluation of the effectiveness of 0.5% versus 3% sodium hypochlorite in root canal treatment: A quasi-randomized controlled trial. *Int Endod J* **53**(5), 591-603.
- Uslu G, Özyürek T, Yılmaz K, Gündoğar M, Plotino G (2018) Apically extruded debris during root canal instrumentation with Reciproc Blue, HyFlex EDM, and XP-endo Shaper nickel-titanium files. *J Endod* **44**(5), 856-859.
- Üreyen Kaya B, Erik C, Sesli Çetin E, Köle M, Maden M (2019) Mechanical reduction in intracanal Enterococcus faecalis when using three different single-file systems: an ex vivo comparative study. *Int Endod J* **52**(1), 77-85.
- Üstün Y, Çanakçı B, Dinçer A, Er O, Düzgün S (2015) Evaluation of apically extruded debris associated with several Ni–Ti systems. *Int Endod J* **48**(7), 701-704.
- Vera J, Arias A, Romero M (2011) Effect of maintaining apical patency on irrigant penetration into the apical third of root canals when using passive ultrasonic irrigation: an in vivo study. *J Endod* **37**(9), 1276-1278.
- Vera J, Hernández EM, Romero M, Arias A, van der Sluis LW (2012) Effect of maintaining apical patency on irrigant penetration into the apical two millimeters of large root canals: an in vivo study. *J Endod* **38**(10), 1340-1343.

- Versiani MA, Alves F, Andrade-Junior C *et al.* (2016) Micro-CT evaluation of the efficacy of hard-tissue removal from the root canal and isthmus area by positive and negative pressure irrigation systems. *Int Endod J* **49**(11), 1079-1087.
- Versiani MA, Carvalho KK, Mazzi-Chaves JF, Sousa-Neto MD (2018) Micro-computed tomographic evaluation of the shaping ability of XP-endo Shaper, iRaCe, and EdgeFile systems in long oval-shaped canals. *J Endod* **44**(3), 489-495.
- Vertucci FJ (2005) Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endod Topics* **10**(1), 3-29.
- Villalta-Briones N, Baca P, Bravo M *et al.* (2021) A laboratory study of root canal and isthmus disinfection in extracted teeth using various activation methods with a mixture of sodium hypochlorite and etidronic acid. *Int Endod J* **54**(2), 268-278.
- Voegeli G, Di Bella E, Mekki M, Machtou P, Bouillaguet S (2021) Effect of a modified irrigation protocol on the cleanliness of moderately curved canals. *Eur J Dent* **15**(01), 090-095.
- Vouzara T, Koulaouzidou E, Ziouti F, Economides N (2016) Combined and independent cytotoxicity of sodium hypochlorite, ethylenediaminetetraacetic acid and chlorhexidine. *Int Endod J* **49**(8), 764-773.
- Walton R, Fouad A (1992) Endodontic interappointment flare-ups: a prospective study of incidence and related factors. *J Endod* **18**(4), 172-177.
- Wang C, Xu P, Ren L, Dong G, Ye L (2010) Comparison of post-obturation pain experience following one-visit and two-visit root canal treatment on teeth with vital pulps: a randomized controlled trial. *Int Endod J* **43**(8), 692-697.
- Wang Y, Li C, Yuan H *et al.* (2016) Rubber dam isolation for restorative treatment in dental patients. *Cochrane Database Syst Rev* (9).
- Watkins CA, Logan HL, Kirchner HL (2002) Anticipated and experienced pain associated with endodontic therapy. *J Am Dent Assoc* **133**(1), 45-54.
- Webber M, Piasecki L, Jussiani EI *et al.* (2020) Higher speed and no glide path: a new protocol to increase the efficiency of XP Shaper in curved canals—an in vitro study. *J Endod* **46**(1), 103-109.
- Weine FS (1989) *Endodontic Therapy*, 4th edition St. Louis: Mosby.
- Williamson A, Hoggart B (2005) Pain: a review of three commonly used pain rating scales. *J Clin Nurs* **14**(7), 798-804.
- Wong AW, Zhang C, Chu C-h (2014) A systematic review of nonsurgical single-visit versus multiple-visit endodontic treatment. *Clin Cosmet Investig Dent* 45-56.

- Wu M-K, van der Sluis LW, Wesselink PR (2005) The risk of furcal perforation in mandibular molars using Gates-Glidden drills with anticurvature pressure. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **99**(3), 378-382.
- Xavier F, Zuolo M, Nevares G, Kherlakian D, Velozo C, de Albuquerque D (2021) Postoperative pain after use of the WaveOne Gold and XP-endo Shaper systems: a randomized clinical trial. *J Endod* **47**(10), 1550-1556.
- Ye J, Gao Y (2012) Metallurgical characterization of M-Wire nickel-titanium shape memory alloy used for endodontic rotary instruments during low-cycle fatigue. *J Endod* **38**(1), 105-107.
- Yesilsoy C, Koren LZ, Morse DR, Rankow H, Bolanos OR, Furst ML (1988) Post-endodontic obturation pain: a comparative evaluation. *Quintessence Int* **19**(6).
- Yoldas O, Topuz A, Isçi AS, Oztunc H (2004) Postoperative pain after endodontic retreatment: single-versus two-visit treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **98**(4), 483-487.
- Zhang R, Chen M, Lu Y, Guo X, Qiao F, Wu L (2015) Antibacterial and residual antimicrobial activities against *Enterococcus faecalis* biofilm: A comparison between EDTA, chlorhexidine, cetrimide, MTAD and QMix. *Sci Rep* **5**(1), 1-5.
- Zuckerman O, Katz A, Pilo R, Tamse A, Fuss Z (2003) Residual dentin thickness in mesial roots of mandibular molars prepared with Lightspeed rotary instruments and Gates-Glidden reamers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **96**(3), 351-355.