

AĞIZ, DİŞ VE ÇENE RADYOLOJİSİ ALANINDA GÜNCEL GELİŞMELER VE TEMATİK İNCELEMELER

Editör

Doç. Dr. Doğan Ilgaz Kaya

Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Alanında Güncel Gelişmeler ve Tematik İncelemeler

Editör

Doç. Dr. Doğan Ilgaz Kaya

İmtiyaz Sahibi
Platanus Publishing®

Editör

Doç. Dr. Doğan Ilgaz Kaya

Kapak & Mizanpaj & Sosyal Medya
Platanus Yayın Grubu

Birinci Basım
Ekim, 2026

Yayımcı Sertifika No
45813

ISBN

978-625-6634-90-9

©copyright

Bu kitabın yayım hakkı Platanus Publishing'e aittir. Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin alınmadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Adres: Natoyolu Cad. Fahri Korutürk Mah. 157/B, 06480, Mamak,
Ankara, Türkiye.

Telefon: +90 312 390 1 118

web: www.platanuspublishing.com

e-mail: platanuskita@gmail.com



Platanus Publishing®

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1.....	5
Baş ve Boyun Radyoterapisi Sonrası Çiğneme Kaslarının Ultrasonografik Değerlendirilmesi	
Gizem Eğilmez Özkılıç.....	5
BÖLÜM 2.....	29
Odontojenik Kistler ve Tümörler	
Semih Tanrıverdi	
BÖLÜM 3.....	49
Baş-Boyun Radyoterapisi Sonrası Ağız İçi ve Çene Kemiği Bulguları	
Hasibe Taşkın	

BÖLÜM 1

**Baş ve Boyun Radyoterapisi
Sonrası Çiğneme Kaslarının
Ultrasonografik Değerlendirilmesi**

Gizem Eğilmez Özkılıç¹

¹ Arş. Gör. Dt., Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Diyarbakır, Türkiye, ORCID: 0009-0008-4607-1396

1. Giriş

Baş ve boyun kanserlerinin tedavisinde radyoterapi, tek başına veya cerrahi ve sistemik tedavilerle birlikte yaygın olarak kullanılmaktadır. Modern teknikler hedef hacimde yüksek doz sağlarken çevredeki normal dokuların korunmasını artırmış olsa da, tümörün yerleşimine bağlı olarak çiğneme kasları tedavi alanına girebilmektedir. Radyasyona maruz kalan kas, fasya, damar ve sinirlerde gelişen hasar; ağrı, sertlik, kas gücünde azalma ve mandibular hareket kısıtlılığı gibi geç dönem sorunlara neden olabilir (Brook, 2020; Delanian & Lefaix, 2004; Ramia vd., 2022). Bu etkiler beslenme, konuşma, oral hijyen ve diş tedavilerinin uygulanabilirliğini olumsuz etkileyerek hastaların yaşam kalitesini düşürebilir (Bensadoun vd., 2010; Dijkstra vd., 2006; Kent vd., 2008).

Radyasyona bağlı kas hasarı tek bir biyolojik olaydan oluşmaz. Akut dönemde inflamasyon ve ödem ön plandayken, ilerleyen aylarda mikrovasküler bozulma, oksidatif stres, fibroblast aktivasyonu, ekstrasellüler matriks birikimi ve kas lifi kaybı gelişebilir. Sürecin kronikleşmesi atrofi ve fibrozisle sonuçlanabilir (Delanian & Lefaix, 2004; Ramia vd., 2022). Masseter, temporal, medial pterigoid ve lateral pterigoid kasların etkilenme düzeyi; tümörün yeri, ısınlanan hacim, toplam doz, eş zamanlı tedaviler, cerrahi girişimler ve hastaya ait özelliklere göre değişir (Gebre-Medhin vd., 2016; Kent vd., 2008; Kraaijenga vd., 2019; Lindblom vd., 2014; Pettersson vd., 2024; Rao vd., 2016).

Çiğneme kaslarındaki değişikliklerin klinik değerlendirilmesinde ağız açıklığı ölçümü, palpasyon, ağrı sorgulaması ve çene fonksiyonuna ilişkin hasta bildirimleri önemlidir. Ancak bu yöntemler kas dokusunun morfolojik ve mekanik özelliklerini doğrudan göstermez. Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve bilgisayarlı tomografi (BT) derin anatomik yapıların incelenmesine olanak sağlarken, ultrasonografi (USG) yüzeysel kasların gerçek zamanlı, invaziv olmayan ve tekrarlanabilir değerlendirilmesini mümkün kılar (Al-Saleh vd., 2013; Gehani vd., 2021; Reis Durão vd., 2017). B-mod USG kas kalınlığı ve iç yapıyı; Doppler yöntemleri vasküler özellikleri; elastografi ise doku sertliğini değerlendirebilir (Ariji vd., 2001; Ariji vd., 2016; Blicharz vd., 2021; Chang vd., 2020; Chen vd., 2023; Creze vd., 2018; Gawriolek vd., 2021; Lee vd., 2024; Nitta vd., 2021; Olchowy vd., 2020; Olchowy vd., 2021; Shiina vd., 2015).

Radyoterapi sonrası çiğneme kaslarını doğrudan inceleyen ultrasonografik araştırmaların sayısı sınırlıdır. Mevcut bilgilerin bir bölümü sağlıklı bireylerde veya temporomandibular bozukluğu bulunan hastalarda gerçekleştirilen masseter çalışmalarına, bir bölümü ise radyoterapi sonrası servikal kas ve yumuşak dokularda yapılan incelemelere dayanmaktadır (Blicharz vd., 2021; Chang vd., 2020; Chen vd., 2023; Gawriolek vd., 2021; Helou vd., 2026; Khodadadi vd., 2025; Lee vd., 2024; Liu vd., 2014; Olchowy vd., 2020; Reis Durão vd., 2017; Renslo vd., 2024; Verbeelen vd., 2026; Yang vd., 2015). Bu nedenle bulguların çiğneme kaslarına aktarılmasında dikkatli olunmalıdır.

Bu bölümün amacı; baş ve boyun radyoterapisi sonrasında çiğneme kaslarında gelişebilecek değişiklikleri açıklamak, bu değişikliklerin USG ve elastografiyle değerlendirilmesine ilişkin yöntemleri tanımlamak ve ultrasonografinin klinik izlemedeki potansiyel yerini güncel kanıtlar doğrultusunda tartışmaktır.

2. Çiğneme Kaslarının Anatomisi ve Fonksiyonu

Çiğneme sistemi mandibula, temporomandibular eklem, dişler, periodontal dokular, çiğneme kasları ve nöromüsküler kontrol mekanizmalarının birlikte çalışmasıyla işlev görür. Temel çiğneme kasları masseter, temporal, medial pterigoid ve lateral pterigoid kaslardır. Bu kasların motor innervasyonu trigeminal sinirin mandibular dalı aracılığıyla sağlanır. Kasların eşgüdümlü aktivitesi mandibulanın elevasyon, depresyon, protrüzyon, retrüzyon ve lateral hareketlerini oluşturur (Bakke, 2006; van der Bilt, 2011).

2.1. Masseter kası

Masseter, zigomatik ark ile mandibula ramusu ve angulusu arasında uzanan, yüzeyel yerleşimli güçlü bir elevatör kastır. Yüzeyel ve derin bölümlerinin lif yönleri farklı olduğundan mandibular elevasyonun yanı sıra protrüzyon ve stabilizasyona katkıda bulunur. Yüzeyel konumu, belirgin fasyal sınırları ve mandibular korteksle olan ilişkisi nedeniyle ultrasonografik incelemeye en uygun çiğneme kasıdır (Blicharz vd., 2021; Chang vd., 2020; Gawriołek vd., 2021; Reis Durão vd., 2017).

Kas kalınlığı istirahat ve maksimum istemli kontraksiyon sırasında farklıdır. Kontraksiyon sırasında liflerin kısalması ve kasın genişlemesiyle kalınlık artar. Bu değişim kasın fonksiyonel kapasitesine ilişkin dolaylı bilgi verebilir; ancak ısırma kuvveti yalnızca masseter kalınlığına bağlı değildir. Oklüzyon, diş sayısı, ağrı, nöromüsküler aktivasyon ve diğer elevatör kasların katkısı da dikkate alınmalıdır (Bakke, 2006; Kiliaridis & Kålebo, 1991; Raadsheer vd., 1996; Rohila vd., 2012; van der Bilt, 2011).

2.2. Temporal Kas

Temporal kas temporal fossadan başlar ve koronoid prosese tutunur. Ön lifleri mandibular elevasyonda, arka lifleri retrüzyonda daha belirgindir. Anterior bölümü yüzeyel olduğu için USG ile incelenebilir; bununla birlikte temporal kemiğin eğimli yüzeyi, kasın yelpaze biçimi ve bölgesel kalınlık farklılıkları ölçüm düzleminin hassas biçimde standardize edilmesini gerektirir (Blicharz vd., 2021; Chang vd., 2020; Chen vd., 2023; Lee vd., 2024).

2.3. Pterigoid Kaslar

Medial pterigoid kas mandibula ramusunun medial yüzünde yer alır ve masseterle birlikte mandibulayı iki taraftan destekleyen fonksiyonel bir askı oluşturur. Elevasyon, protrüzyon ve karşı tarafa lateral harekete katkıda bulunur. Lateral pterigoid kasın üst ve alt başları mandibula kondili, eklem diski ve

kapsülle ilişkilidir; protrüzyon, ağız açma ve disk-kondil koordinasyonunda rol oynar.

Pterigoid kaslar derin yerleşimleri nedeniyle standart ekstraoral USG ile bütünüyle değerlendirilemez. Buna karşın radyoterapi planlarında yüksek doza maruz kalabilmeleri ve medial pterigoid dozunun trismusla ilişkilendirilmesi klinik önemlerini artırmaktadır (Gebre-Medhin vd., 2016; Kraaijenga vd., 2019; Rao vd., 2016). Bu kaslara ilişkin sorularda MRG ve planlama BT'si ultrasonografiyi tamamlar (Al-Saleh vd., 2013; Gehani vd., 2021).

2.4. Fonksiyonel Değerlendirmede Dikkate Alınması Gereken Değişkenler

Kas morfolojisi ile fonksiyon arasında doğrusal bir ilişki beklenmemelidir. Masseter kalınlığı büyüme paterni ve kraniyofasiyal morfolojiyle ilişkili olabilir; yaş, cinsiyet ve beden yapısı da ölçümleri etkiler (Kiliaridis & Kålebo, 1991; Raadsheer vd., 1996; Rohila vd., 2012). Diş kaybı, tek taraflı çiğneme, protez kullanımı, ağrı ve yumuşak diyet kas yükünü değiştirerek taraflar arasında asimetri oluşturabilir. Bu nedenle radyoterapi sonrası bir ölçüm yorumlanırken tedavi öncesi durum ve fonksiyonel kullanım mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

Çiğneme döngüsü boyunca kaslar sabit bir kuvvet üretmez. Besinin özelliklerine ve mandibulanın konumuna göre motor ünite katılımı değişir; periodontal ve temporomandibular reseptörlerden gelen duyuşal geri bildirim kuvvetin ayarlanmasına katkıda bulunur. Radyoterapi sonrasında ağrı, mukozal hassasiyet veya diş kaybı ortaya çıktığında bu nöromüsküler strateji değişebilir. Dolayısıyla kas kalınlığının korunmuş olması normal çiğneme koordinasyonunun korunduğu anlamına gelmez. Morfolojik USG bulgularının ısıрма kuvveti, çiğneme performansı ve hasta bildirimiyle birlikte değerlendirilmesi bu nedenle önemlidir (Bakke, 2006; van der Bilt, 2011).

3. Radyoterapinin Çiğneme Kasları Üzerindeki Etkileri

İyonizan radyasyon kas dokusunda doğrudan hücresel hasara ve dolaylı mikrovasküler değişikliklere yol açar. DNA hasarı ve reaktif oksijen türlerinin oluşumu hücresel stres yanıtını başlatırken, inflamatuvar mediyatörler ve profibrotik sitokinler fibroblast aktivasyonunu artırır. Süreğen hasar kollajen birikimi, ekstrasellüler matriks yeniden yapılanması ve dokunun esnekliğini kaybetmesiyle sonuçlanabilir (Delanian & Lefaix, 2004; Ramia vd., 2022).

3.1. Akut ve Subakut Dönem

Radyoterapi sırasında veya tedaviyi izleyen haftalarda inflamasyon, interstisyel ödem ve damar geçirgenliğinde artış görülebilir. Ağrı, mukozit ve yutma güçlüğü oral alımı ve çene hareketini azaltarak kasların işlevsel olarak daha az kullanılmasına neden olabilir (Brook, 2020; Kent vd., 2008). Bu

dönemde ultrasonografide saptanan kalınlık artışı kalıcı hipertrofi olarak değil, klinik bulgularla birlikte olası ödem açısından değerlendirilmelidir.

3.2. Geç Dönem

Aylar ve yıllar içinde mikrovasküler yetmezlik, kas liflerinde kayıp, yağlı değişim ve fibrotik matriks birikimi belirginleşebilir. Fibrozis yalnızca kası değil, çevre fasya, deri, bağ dokusu ve nörovasküler yapıları da etkileyebilir (Brook, 2020; Delanian & Lefaix, 2004; Ramia vd., 2022). Kasın uzayabilme kapasitesinin azalması mandibular hareketlerde direnç yaratırken, ağrı ve kullanım azalması sekonder atrofiye katkıda bulunur.

Geç etkilerin klinik şiddeti ışınlanan hacimle ve dozla ilişkilidir. Masseter ve medial pterigoid kasların yüksek doza maruz kalması, özellikle ağız açma kısıtlılığı açısından önemlidir (Gebre-Medhin vd., 2016; Kraaijenga vd., 2019; Lindblom vd., 2014; Pettersson vd., 2024; Rao vd., 2016). Bununla birlikte doz tek belirleyici değildir; cerrahi skar, rekonstrüksiyon, kemoterapi, beslenme bozukluğu, tümörün invazyonu ve başlangıçtaki çene hareketi klinik sonucu değiştirebilir (Aghajanzadeh vd., 2022; Lee vd., 2012; Pauli vd., 2013; Somay vd., 2024).

Fibrotik yanıt homojen değildir. Aynı kas içerisinde yüksek doz alan bölge, düşük doz alan bölgeden farklı yapısal özellikler gösterebilir; kası çevreleyen fasya ve subkutan dokular da sürece katılabilir. Bu heterojenlik, küçük bir ultrasonografik ROI'den elde edilen değer in bütün kası temsil etmesini güçleştirir. Ayrıca pasif kas sertliği yalnız kollajen miktarına değil, kasın o andaki uzunluğuna, eklem pozisyonuna ve istemsiz aktivasyona da bağlıdır (Brandenburg vd., 2014; Creze vd., 2018; Drakonaki vd., 2012; Nitta vd., 2021; Shiina vd., 2015). Radyasyon fibrozisinin ultrasonografik karşılığını araştıran çalışmalar bu biyolojik ve mekanik bileşenleri birbirinden ayıracak tasarımlar kullanmalıdır.

3.3. Kas Hasarı ile Trismus Arasındaki İlişki

Baş ve boyun onkolojisinde maksimum interinsizal açıklığın 35 mm veya daha az olması yaygın kullanılan trismus ölçütüdür (Dijkstra vd., 2006; van der Geer vd., 2019). Trismus, kas fibrozisinin yanında temporomandibular eklem tutulumu, skar kontraktürü, ağrı, sinir hasarı veya tümör nüksü gibi farklı mekanizmalarla gelişebilir. Bu nedenle ultrasonografide sertlik artışı görülmesi trismusun tek nedeninin kas fibrozisi olduğunu göstermez; aynı şekilde normal yüzeyel kas bulguları derin kas veya eklem kaynaklı kısıtlılığı dışlamaz (Al-Saleh vd., 2013; Bensadoun vd., 2010; Kent vd., 2008).

4. Klinik Bulgular ve Fonksiyonel Değerlendirme

Radyoterapi sonrası çiğneme sistemi etkilenimi; çene sertliği, ağız açmada güçlük, çiğneme sırasında ağrı, kas yorgunluğu, spazm, yüz asimetrisi ve katı

gıdalardan kaçınma şeklinde ortaya çıkabilir. İleri olgularda oral hijyen, dental tedavi, konuşma ve beslenme güçleşebilir (Aghajanzadeh vd., 2022; Bensadoun vd., 2010; Kamstra vd., 2017; Kent vd., 2008; Pauli vd., 2013).

Klinik değerlendirmede maksimum interinsizal açıklık milimetre cinsinden ölçülmeli; varsa vertikal örtüşme için kullanılan yöntemin açıklaması verilmelidir. Açma hareketinin doğrultusu, deviasyon, ağrı ve end-feel ayrıca kaydedilmelidir. Tek bir ölçüm yerine seri ölçümler değişimin yönünü göstermesi bakımından daha değerlidir. Hastanın çiğneme, konuşma ve günlük yaşamla ilişkili yakınmaları doğrulanmış hasta bildirim araçlarıyla değerlendirilebilir; Gothenburg Trismus Questionnaire bu amaçla geliştirilmiş araçlardan biridir (Johansson vd., 2020).

Muayenede masseter ve temporal kasların palpasyonla hassasiyeti, istirahat ve sıkma sırasındaki simetrisi, temporomandibular eklem bulguları, dentisyon, protezler ve oklüzal destek incelenmelidir. Kilo kaybı ve yetersiz beslenme genel kas kütesini etkileyebileceğinden beslenme değerlendirmesi görüntüleme yorumunun parçası olmalıdır (Somay vd., 2024; van der Bilt, 2011).

Semptomların başlangıç zamanı ayırıcı değerlendirmede yol göstericidir. Tedaviyle eş zamanlı gelişen ağrı ve kısıtlılık akut toksisiteyle ilişkili olabilirken, uzun süre stabil kalan bir hastada hızla ilerleyen tek taraflı yakınmalar yalnız geç radyasyon etkisiyle açıklanmamalıdır. Enfeksiyon, dental patoloji, temporomandibular eklem hastalığı, osteoradyonekroz ve tümör nüksü klinik bağlama göre araştırılmalıdır (Al-Saleh vd., 2013; Gehani vd., 2021; Purohit vd., 2014). Bu yaklaşım, özgül olmayan bir ultrasonografik sertlik artışının yanlış biçimde fibrozis tanısı olarak kullanılmasını önler.

Rehabilitasyon yaklaşımları aktif ve pasif germe egzersizleri, çene hareket cihazları ve seçilmiş hastalarda manuel terapiyi içerebilir. Kanıtlar programların içerik ve uygulama süresi bakımından heterojen olduğunu göstermektedir (Kamstra vd., 2017; McMillan vd., 2022). Ultrasonografi rehabilitasyon yanıtına ilişkin ek veri sağlayabilir; ancak tedavi başarısının temel ölçütleri ağız açıklığı, ağrı, beslenme ve hasta tarafından bildirilen fonksiyon olmalıdır.

5. Ultrasonografik İnceleme Yöntemleri

Çiğneme kası ultrasonografisinin güvenilirliği standardizasyona bağlıdır. Hasta rahat, dik veya yarı yatar pozisyonda bulunmalı; baş nötral konumda tutulmalı ve ölçümden önce kısa bir dinlenme süresi sağlanmalıdır. Aynı hastanın takip incelemelerinde cihaz, transdüser, görüntüleme düzlemi ve kas aktivitesi mümkün olduğunca aynı olmalıdır (Ariji vd., 2001; Ariji vd., 2016; Blicharz vd., 2021; Chang vd., 2020; Creze vd., 2018; Gawriolek vd., 2021; Nitta vd., 2021; Olchowy vd., 2020; Olchowy vd., 2021; Shiina vd., 2015).

5.1. B-mod Ultrasonografi

Yüksek frekanslı lineer transdüser yüzeyel masseter ve anterior temporal kas için uygundur. Masseter ölçümünde transdüser genellikle kas liflerine dik olacak biçimde, zigomatik ark ile mandibula angulusu arasındaki orta bölümde yerleştirilir. Kalınlık, yüzeyel ve derin fasya arasındaki en kısa dik mesafe olarak ölçülür. Temporal kas için sabit kraniyal referans noktaları kullanılmalı ve kemiğin eğimli yüzeyinin ölçümü değiştirebileceği dikkate alınmalıdır (Blicharz vd., 2021; Chang vd., 2020; Chen vd., 2023; Gawriolek vd., 2021; Lee vd., 2024; Reis Durão vd., 2017).

Ölçümler istirahat ve maksimum istemli kontraksiyonda yapılabilir. Diş temasının biçimi, kontraksiyon süresi ve tekrar sayısı protokolde tanımlanmalıdır. Her koşulda birden fazla ölçüm alınması ve ortalama ya da medyan değer raporlanması rastlantısal hatayı azaltır. Probun cilt üzerine aşırı bastırılması kası sıkıştırarak kalınlığı olduğundan düşük gösterebilir.

B-mod değerlendirmede kalınlığın yanı sıra ekoyapı, fasiküler düzen, fokal lezyon, fasyal sınırlar ve taraflar arası asimetri kaydedilebilir. Kasın ekogenitesindeki artış fibrozis veya yağlı değişimle ilişkili olabilir de cihaz kazancı, odak, dinamik aralık ve anisotropi görüntüyü etkiler. Bu nedenle subjektif ekogenite yorumları teknik ayarlar sabitlenmeden karşılaştırılmamalıdır.

Gri düzey temelli kantitatif analiz yapılacaksa ham görüntünün işlenme biçimi ayrıntılı olarak açıklanmalıdır. Otomatik kazanç, speckle azaltma ve kenar geliştirme gibi üreticiye özgü işlemler piksel dağılımını değiştirebilir. Aynı görüntüde seçilen ROI'nin fasya, damar veya kemik gölgesi içermesi ekotekstür sonuçlarını bozabilir. Bu nedenle görsel değerlendirme ile bilgisayar destekli doku analizinin aynı standardizasyon sorunlarını paylaşmadığı varsayılmalıdır (Blicharz vd., 2021; Chang vd., 2020; Gawriolek vd., 2021; Reis Durão vd., 2017; Yang vd., 2015).

5.2. Doppler Ultrasonografi

Renkli veya power Doppler kas içi ve çevresindeki vasküler sinyalleri gösterebilir. Masseter bölgesinde normal ve patolojik kan akımı özellikleri tanımlanmış olmakla birlikte, küçük damarların görüntülenmesi cihaz ayarlarına ve prob basısına duyarlıdır (Ariji vd., 2001). Düşük atım tekrarlama frekansı, uygun duvar filtresi ve hafif prob teması gerekebilir. Doppler bulguları radyasyon hasarını tek başına tanımlamaz; inflamasyon, kas aktivitesi ve sistemik hemodinamik koşullardan etkilenir. Bu nedenle temel morfolojik incelemeye yardımcı bir yöntem olarak kullanılmalıdır.

5.3. Strain Elastografi

Strain elastografi, dış bası veya fizyolojik hareketle oluşan doku deformasyonunu değerlendirir. Daha az deforme olan bölgeler göreceli olarak daha sert kabul edilir. Sonuçlar renk haritası, elastisite skoru veya hedef dokunun referans dokuya oranı biçiminde sunulabilir (Ariji vd., 2016; Olchowy vd., 2020; Shiina vd., 2015). Uygulanan basının büyüklüğü ve ritmi operatöre bağlı olduğu için tekrarlanabilirlik sınırlanabilir. Radyoterapi sonrası diffüz değişikliklerde güvenilir bir referans doku seçmek de güç olabilir.

5.4. Kayma Dalgası Elastografisi

Kayma dalgası elastografisi (SWE), akustik radyasyon kuvvetiyle oluşturulan enine dalgaların dokudaki yayılım hızını ölçer. Daha sert dokularda dalga daha hızlı ilerler; sonuç shear-wave hızı veya cihazın fiziksel varsayımlarına bağlı olarak kilopaskal cinsinden elastisite değeriyle gösterilir (Brandenburg vd., 2014; Creze vd., 2018; Drakonaki vd., 2012; Nitta vd., 2021; Shiina vd., 2015). SWE, strain elastografiye göre daha nicel görünmekle birlikte ölçüm derinliği, lif yönü, pasif gerilim, kas kontraksiyonu, prob basısı, ilgi alanı ve cihaz algoritmasından etkilenir.

İlgi alanı kas fasyasını ve kemiği içermeyecek şekilde kas dokusu içine yerleştirilmelidir. Elastogram kararlı hâle geldikten sonra birden fazla ölçüm alınmalıdır. İstirahat ile kontraksiyon değerleri aynı veri setinde karıştırılmamalı; kasın durumu açıkça belirtilmelidir. Farklı cihazlardan elde edilen mutlak kPa değerlerinin doğrudan karşılaştırılması uygun değildir (Ariji vd., 2016; Creze vd., 2018; Nitta vd., 2021; Olchowy vd., 2020; Olchowy vd., 2021; Shiina vd., 2015).

Kas dokusu anizotropiktir; shear-wave yayılımı liflere paralel ve dik yönlerde aynı olmayabilir. Transdüserin küçük açısal değişiklikleri bile ölçülen sertliği etkileyebileceğinden görüntü düzlemi yalnız anatomik noktayla değil, lif yönüyle de tanımlanmalıdır (Brandenburg vd., 2014; Creze vd., 2018; Drakonaki vd., 2012; Nitta vd., 2021). Ölçüm kalitesini gösteren üretici göstergeleri varsa raporlanmalı, hareket artefaktı veya yetersiz renk dolumu bulunan elastogramlar önceden belirlenmiş ölçütlere göre dışlanmalıdır.

5.5. Güvenilirlik ve Raporlama

Araştırmalarda gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirlik bildirilmelidir. Sadece korelasyon katsayısı yerine sınıf içi korelasyon katsayısı, ölçüm hatası ve mümkünse Bland-Altman uyum sınırlarının sunulması gerekir. Takip çalışmalarında aynı anatomik noktanın yeniden bulunabilmesi için transdüser yerleşimi fotoğraf, şema veya anatomik uzaklıklarla belgelenebilir (Blicharz vd., 2021; Chang vd., 2020; Gawriołek vd., 2021; Olchowy vd., 2021).

Asgari raporlama seti; cihaz ve yazılım, transdüser frekansı, hasta pozisyonu, ölçüm düzlemi, kasın aktivite durumu, tekrar sayısı, ROI boyutu ve derinliği,

kullanılan elastografi modu, sonuç birimi ve özetleme yöntemini içermelidir. Böylece ölçümlerin yeniden üretilebilirliği ve çalışmalar arası karşılaştırılabilirliği artar.

5.6. Kalite Kontrolü ve Veri Saklama

Seri incelemelerde yalnız sonuç değerlerinin değil, ölçüme temel oluşturan görüntülerin de saklanması gerekir. Temsili B-mod görüntüleri ve elastogramlar; anatomik düzlem, ROI yerleşimi ve kalite göstergeleri sonradan denetlenebilecek biçimde arşivlenmelidir. Statik görüntüye ek olarak kısa cine kayıtlarının bulunması, kas sınırlarının ve olası hareket artefaktlarının yeniden değerlendirilmesini kolaylaştırabilir. Görüntü dışlama ölçütleri veri analizi başlamadan önce belirlenmeli; yetersiz elastogram, istemsiz kontraksiyon veya anatomik noktanın güvenilir biçimde gösterilememesi gibi nedenler kaydedilmelidir.

Araştırmalarda görüntüleri değerlendiren gözlemcinin mümkünse hastanın zaman noktası, semptom düzeyi ve doz grubuna kör olması ölçüm yanlılığını azaltır. Tekrarlanan ölçümlerin hangi kuralla özetlendiği ve aykırı değerlerin nasıl ele alındığı açıklanmalıdır. Cihaz yazılımı güncellendiğinde veya transdüser değiştirildiğinde önceki ölçümlerle karşılaştırılabilirlik ayrıca doğrulanmalıdır. Bu kalite kontrol yaklaşımı, biyolojik değişim ile teknik değişkenliğin ayrılmasına yardımcı olur (Blicharz vd., 2021; Chang vd., 2020; Gawriolek vd., 2021; Nitta vd., 2021; Olchoway vd., 2021; Shiina vd., 2015).

6. Radyoterapi Sonrası Ultrasonografik Değişiklikler

Radyoterapi sonrası kas değişikliklerinin ultrasonografik görünümü zamana bağlıdır. Akut dönemde ödem ve inflamasyon kas kalınlığında geçici artışa, ekoyapıda heterojenliğe ve vasküler sinyal değişikliklerine neden olabilir. Geç dönemde kas lifi kaybı ve kullanım azalması kalınlıkta azalmaya; fibrotik matriks birikimi ise sertlikte artışa yol açabilir (Brook, 2020; Delanian & Lefaix, 2004; Helou vd., 2026; Khodadadi vd., 2025; Liu vd., 2014; Ramia vd., 2022; Verbeelen vd., 2026; Yang vd., 2015). Bu paternler olası biyolojik açıklamalar sunar ancak radyasyon hasarına özgü değildir.

Servikal dokularda yapılan çalışmalar SWE'nin radyasyona bağlı sertlik farklılıklarını nicel olarak gösterebildiğini bildirmiştir (Liu vd., 2014; Renslo vd., 2024; Verbeelen vd., 2026). Nakagami görüntüleme gibi kantitatif ultrason teknikleri de boyun fibrozisini değerlendirmek amacıyla araştırılmıştır (Yang vd., 2015). Ardışık görüntü işleme yaklaşımları sternokleidomastoid kasta fibrozis öngörüsü için kullanılmıştır (Khodadadi vd., 2025). Bununla birlikte bu kasların anatomik yüklenmesi ve lif yapısı çiğneme kaslarından farklıdır; sonuçlar doğrudan masseter veya temporal kasa genellenmemelidir.

Yüzeyel kaslarda normal bulgu bulunması, derin pterigoid kaslarda veya çevre fasyada hasar olmadığını göstermez. Ayrıca fibrozis, ödem, denervasyon

ve tümöral infiltrasyon benzer kalınlık ya da sertlik değişiklikleri oluşturabilir. Bu nedenle tek bir ultrasonografik özellik yerine morfoloji, elastisite, klinik muayene ve önceki görüntülerin birlikte değerlendirilmesi gerekir (Al-Saleh vd., 2013; Gehani vd., 2021; Helou vd., 2026; Khodadadi vd., 2025; Liu vd., 2014; Purohit vd., 2014; Verbeelen vd., 2026; Yang vd., 2015).

Uzunlamasına yorumda üç farklı seyir düşünülebilir: başlangıçtan sonra normale dönen geçici değişim, belirli bir düzeyde stabil kalan kalıcı değişim ve takip boyunca artan progresif değişim. Bu seyirlerin klinik anlamı aynı değildir. Örneğin erken kalınlık artışının daha sonra gerilemesi ödemle uyumlu olabilirken, kalınlık azalmasına eşlik eden devamlı sertlik artışı kronik doku yeniden yapılanmasını düşündürülebilir. Bununla birlikte bu örüntüler henüz çığneme kasları için doğrulanmış tanısal sınıflamalar değildir; seri incelemeyi yapılandıran araştırma hipotezleri olarak ele alınmalıdır (Helou vd., 2026; Khodadadi vd., 2025; Liu vd., 2014; Renslo vd., 2024; Verbeelen vd., 2026; Yang vd., 2015).

7. Ultrasonografik Bulguları Etkileyen Faktörler

7.1. Radyasyon Dozu, Hacmi ve Tedavi Tekniği

Kasın aldığı ortalama ve maksimum dozun yanı sıra yüksek doz alan kas hacmi klinik etkilenimi belirleyebilir. Masseter ve medial pterigoid dozlarının trismusla ilişkisini gösteren çalışmalar bulunmakla birlikte, bildirilen doz parametreleri ve sonuç tanımları heterojendir (Gebre-Medhin vd., 2016; Kraaijenga vd., 2019; Lindblom vd., 2014; Pettersson vd., 2024; Rao vd., 2016). Modern planlama teknikleri mastikasyon yapılarına düşen dozu azaltabilir; ancak tümör kontrolünden ödün verilmeden uygulanabilecek korunma düzeyi anatomik koşullara bağlıdır (Pettersson vd., 2024).

7.2. Tedaviden Sonra Geçen Süre

Akut ödem ile geç dönem atrofi ve fibrozis aynı ultrasonografik sonucu vermeyebilir. Tedavi bitiminde elde edilen tek görüntü, değişimin yönünü açıklamak için yetersizdir. Uzunlamasına servikal kas çalışmaları sertliğin zaman içinde değişebildiğini göstermektedir (Khodadadi vd., 2025; Verbeelen vd., 2026). Bu nedenle takip süresi açıkça belirtilmeli ve karşılaştırmalar benzer zaman noktalarında yapılmalıdır.

7.3. Cerrahi ve Sistemik Tedaviler

Kas rezeksiyonu, mandibular cerrahi, boyun diseksiyonu, rekonstrüksiyon ve skar dokusu mandibular hareketi ve yüzey anatomisini değiştirebilir. Kemoterapi ve diğer sistemik tedaviler inflamasyon, nöropati, genel durum ve beslenme üzerinden kas fonksiyonunu etkileyebilir. Cerrahi uygulanmış hastalarda taraflar arası farklılık yalnızca radyasyon dozuna bağlanmamalıdır.

7.4. Hastaya Ait Faktörler

Yaş, cinsiyet, beden kütlesi, genel kas kütlesi, dentisyon ve kraniyofasiyal morfoloji kas kalınlığını etkiler (Bakke, 2006; Kiliaridis & Kålebo, 1991; Raadsheer vd., 1996; Rohila vd., 2012; van der Bilt, 2011). Yetersiz beslenme ve sistemik inflamasyon, kas kaybına katkıda bulunabilir; immün-beslenme-inflamasyon göstergelerinin trismus riskiyle ilişkisi araştırılmıştır (Somay vd., 2024). Tek taraflı çiğneme, bruksizm, ağrı ve egzersiz programına uyum da ölçümlerdeki değişimin yorumunu etkiler.

Karşı tarafın kontrol olarak kullanılması da her zaman güvenli değildir. Radyoterapi alanı orta hattı geçebilir veya saçılan doz iki tarafı farklı düzeylerde etkileyebilir. Hastanın dominant çiğneme tarafı ve cerrahi öyküsü başlangıçta asimetri oluşturabilir. Bu nedenle bilateral ölçüm değerli olmakla birlikte, “daha az etkilenen taraf” otomatik olarak sağlıklı referans kabul edilmemelidir. Mümkün olduğunda her iki tarafın tedavi öncesi ölçümleri ve ayrı doz verileri kullanılmalıdır (Gebre-Medhin vd., 2016; Kraaijenga vd., 2019; Lindblom vd., 2014; Pettersson vd., 2024; Rao vd., 2016).

7.5. Ölçüm Koşulları

Prob basısı, lif yönüne göre açı, ROI yerleşimi, cihaz algoritması ve kasın istemsiz kontraksiyonu özellikle elastografi sonuçlarında değişkenlik yaratır (Ariji vd., 2001; Ariji vd., 2016; Creze vd., 2018; Nitta vd., 2021; Olchowy vd., 2020; Olchowy vd., 2021; Shiina vd., 2015). Bu faktörler biyolojik belirleyicilerden ayrı olarak raporlanmalı; teknik farklılıklar klinik progresyon şeklinde yorumlanmamalıdır.

8. Ultrasonografinin Diğer Görüntüleme Yöntemleriyle Karşılaştırılması

Ultrasonografi, MRG, BT ve PET/BT farklı sorulara yanıt verir; yöntemler birbirinin mutlak alternatifi değildir. Seçim, incelenmek istenen kasın derinliği, klinik şüphe ve takip amacına göre yapılmalıdır.

8.1. Ultrasonografi

USG iyonizan radyasyon içermez, yatak başında uygulanabilir ve dinamik kas kontraksiyonunu gösterebilir. Yüzeysel masseter ve temporal kasta tekrarlanan kalınlık ve sertlik ölçümleri için uygundur. Başlıca sınırlılıkları operatör bağımlılığı, kemik ve hava nedeniyle derin yapıların görüntülenememesi ve cihazlar arası elastografi farklarıdır (Ariji vd., 2001; Ariji vd., 2016; Blicharz vd., 2021; Chang vd., 2020; Chen vd., 2023; Creze vd., 2018; Gawrilek vd., 2021; Lee vd., 2024; Nitta vd., 2021; Olchowy vd., 2020; Olchowy vd., 2021; Reis Durão vd., 2017; Shiina vd., 2015).

8.2. Manyetik Rezonans Görüntüleme

MRG yumuşak doku kontrastı sayesinde derin pterigoid kasları, parafaringeal alanları, sinirleri ve tümör yatağını değerlendirmede üstündür. Ödem, yağlı değişim, denervasyon ve fibrotik değişiklikler sinyal özellikleri üzerinden incelenebilir; ancak radyoterapi sonrası bulgular her zaman özgül değildir (Al-Saleh vd., 2013; Gehani vd., 2021). MRG rutinde USG-SWE ile aynı biçimde doğrudan ve kolay tekrarlanabilir sertlik ölçümü sağlamaz; maliyet ve inceleme süresi de daha yüksektir.

8.3. Bilgisayarlı Tomografi ve Konik Işın BT

BT kas hacmi, yoğunluk, kemik yapılar ve radyoterapi doz haritalarıyla anatomik eşleştirme için değerlidir. Buna karşılık yumuşak doku kontrastı MRG'den düşüktür ve iyonizan radyasyon içerir (Gehani vd., 2021). Konik ışın BT dişler, mandibula ve temporomandibular eklemin kemik bileşenleri için yararlı olmakla birlikte yumuşak doku ve kas karakterizasyonunda uygun değildir.

8.4. PET/BT

PET/BT metabolik olarak aktif nüks veya metastazın değerlendirilmesinde kullanılır. Fizyolojik kas aktivitesi, inflamasyon ve tedavi sonrası değişiklikler FDG tutulumu oluşturabileceğinden yanlış pozitif yorumlara yol açabilir (Purohit vd., 2014). PET/BT kas fibrozisinin rutin seri izlemi için değil, onkolojik endikasyon doğrultusunda kullanılmalıdır.

Pratik yaklaşımda yüzeysel kasların uzunlamasına takibinde USG; derin anatomik değerlendirmede MRG; kemik ve doz-hacim ilişkilerinde BT; metabolik nüks şüphesinde PET/BT ön plana çıkar (Al-Saleh vd., 2013; Gehani vd., 2021; Purohit vd., 2014).

9. Klinik Kullanım ve İzlemede Ultrasonografinin Yeri

Ultrasonografinin klinik değeri, hastanın kendi başlangıç değerleriyle karşılaştırıldığı uzunlamasına izlemlerde en yüksektir. Tek bir toplum normu yerine tedavi öncesi ve sonrası standart ölçümlerin karşılaştırılması; yaş, cinsiyet, beden yapısı ve dentisyon gibi değişkenlerin etkisini kısmen azaltır (Blicharz vd., 2021; Chang vd., 2020; Chen vd., 2023; Gawriolek vd., 2021; Kiliaridis & Kålebo, 1991; Lee vd., 2024; Raadsheer vd., 1996; Rohila vd., 2012; van der Bilt, 2011). Baş ve boyun kanseri sağkalımına ilişkin konsensus, trismusun tedavi öncesi ve sonrasında objektif olarak değerlendirilmesini önermektedir (Goyal vd., 2022). USG bu izlemi tamamlar, ancak maksimum ağız açıklığının veya klinik muayenenin yerini almaz.

9.1. Hasta Seçimi

Ultrasonografik izlem özellikle çiğneme kasları yüksek doz alan, başlangıç ağız açıklığı sınırlı olan, cerrahi ve radyoterapiyi birlikte alan, ilerleyici çene sertliği veya ağrı geliştiren, rehabilitasyona alınan ve tek taraflı kas hacmi kaybı bulunan hastalarda düşünülebilir (Gebre-Medhin vd., 2016; Kraaijenga vd., 2019; Lee vd., 2012; Lindblom vd., 2014; Pauli vd., 2013; Pettersson vd., 2024; Rao vd., 2016; Somay vd., 2024). Hasta seçimi yalnız tümör bölgesine göre değil, bireysel doz-hacim verileri ve klinik riskler üzerinden yapılmalıdır.

9.2. Birlikte Kaydedilmesi Gereken Ölçümler

Çiğneme kaslarının ultrasonografik izlemi, görüntüleme bulgularının klinik ve dozimetrik verilerle birlikte kaydedilmesini gerektirir. Maksimum interinsizal açıklık trismusun objektif takibini; ağrı ve sertlik derecesi hareket kısıtlılığının klinik karşılığını; çiğneme, konuşma ve oral hijyen güclüğü günlük yaşam etkisini gösterir. Diyet kıvamı ve kilo değişimi, azalmış oral alım ile kas kaybının değerlendirilmesine yardımcı olur. B-mod USG’de kalınlık, ekoyapı ve simetri; elastografide sertlik veya kayma dalgası hızı kaydedilmelidir. Bu ölçümler ilgili kasın doz ve doz-hacim bilgileriyle eşleştirilerek maruziyet-sonuç ilişkisi incelenmelidir.

9.3. İzlem Zamanları

Çiğneme kası USG’si için doğrulanmış evrensel bir takvim bulunmamaktadır. Pragmatik bir yaklaşım olarak radyoterapi öncesi başlangıç incelemesi; tedaviden yaklaşık 3, 6 ve 12 ay sonraki kontroller ve devamında risk veya semptomla göre yıllık değerlendirmeler düşünülebilir. Tedavi sırasında inceleme, araştırma protokolü veya belirgin semptom varlığında yapılabilir. Bu zamanlama bir kılavuz zorunluluğu değil, akut ödem ile geç etkileri ayırmayı amaçlayan klinik öneridir (Goyal vd., 2022; Helou vd., 2026; Khodadadi vd., 2025; Liu vd., 2014; Verbeelen vd., 2026; Yang vd., 2015).

9.4. Bulgudan Klinik Karara Geçiş

Ağız açıklığı azalırken kas sertliği de artıyorsa gelişen fibromusküler kısıtlılık olasılığı güçlenir ve erken rehabilitasyon değerlendirmesi gündeme gelir. Ağız açıklığı azalmasına rağmen yüzeysel kas bulguları değişmiyorsa eklem, skar, ağrı, dental nedenler veya derin kas tutulumu araştırılmalıdır. Klinik yakınma olmadan saptanan küçük elastisite farkı aynı protokolle doğrulanmadan progresyon kabul edilmemelidir.

SWE için bütün cihaz ve hastalarda geçerli bir kPa eşiği bulunmamaktadır (Ariji vd., 2016; Creze vd., 2018; Liu vd., 2014; Nitta vd., 2021; Olchowy vd., 2020; Olchowy vd., 2021; Renslo vd., 2024; Shiina vd., 2015). Klinik anlamlı değişim; aynı protokolle tekrarlanmalı, yöntemin ölçüm hatasını aşmalı ve fonksiyonel seyirle birlikte yorumlanmalıdır. Rehabilitasyon başarısı yalnız

sertliğin azalmasıyla tanımlanamaz; ağız açıklığı, ağrı, çiğneme ve hasta bildirimi temel sonuçlardır (Johansson vd., 2020; Kamstra vd., 2017; McMillan vd., 2022).

Takipte karar, tek bir sayısal değışkene dayandırılmamalıdır. Ağız açıklığı ve semptomlar stabilken küçük bir USG farkı öncelikle teknik tekrar ölçüm gerektirir. Fonksiyon kötüleşiyor ve aynı zamanda kalınlık azalıyor veya sertlik artıyorsa rehabilitasyon ve beslenme değerlendirmesi öne çıkar. Klinik kötüleşmeyle birlikte fokal, düzensiz ya da hızla ilerleyen bir ultrasonografik değışiklik görülmesi ise benign fibrozis varsayımıyla izlenmemeli, ileri görüntülemeye yönlendirilmelidir (Al-Saleh vd., 2013; Gehani vd., 2021; Goyal vd., 2022; Purohit vd., 2014).

Rehabilitasyon öncesi ve sonrası ölçümlerin zamanı da standardize edilmelidir. Egzersizin hemen ardından oluşan kan akımı ve kas tonusu değışiklikleri uzun dönem doku yanıtıyla karıştırılabilir. Kronik etki araştırılıyorsa benzer dinlenme süresi kullanılmalı; akut egzersiz yanıtı araştırılıyorsa ölçüm zamanı ayrıca tanımlanmalıdır (Ariji vd., 2001; Creze vd., 2018; Nitta vd., 2021).

9.5. İleri Görüntüleme Gerektiren Durumlar

Yeni veya ilerleyici tek taraflı ağrı, palpabl kitle, hızla gelişen asimetri, kraniyal sinir bulgusu, kemik invazyonu veya osteoradyonekroz şüphesi ve beklenmeyen hızlı ağız açıklığı kaybında USG ile yetinilmemelidir. Derin kas veya sinir değerlendirmesi için MRG, kemik patolojisi için BT ve onkolojik endikasyonda PET/BT kullanılabilir (Al-Saleh vd., 2013; Gehani vd., 2021; Purohit vd., 2014).

9.6. Multidisipliner Yaklaşım ve Raporlama

Radyasyon onkoloğu doz-hacim verilerini, görüntüleme uzmanı kas morfolojisi ve sertliğini, diş hekimi dental ve oklüzal durumu, rehabilitasyon ekibi fonksiyonel kaybı, diyetisyen ise beslenme ve kas kütlesi riskini değerlendirir. Raporda tedaviden sonra geçen süre, incelenen kas ve taraf, kasın aktivite durumu, ölçüm düzlemi, kalınlık, ekoyapı, elastografi tekniğı, tekrar sayısı, önceki incelemeye göre değışim ve klinik korelasyon belirtilmelidir.

10. Gelecekteki Araştırma Alanları

Doğrudan radyoterapi uygulanmış çiğneme kaslarını inceleyen USG araştırmaları azdır. Gelecek çalışmalar, servikal kaslardan elde edilen bulguları genellemek yerine tedavi öncesinden başlayan, çiğneme kasına özgü ve klinik sonuçlarla bağlantılı tasarımlar kullanılmalıdır (Helou vd., 2026; Khodadadi vd., 2025; Liu vd., 2014; Verbeelen vd., 2026; Yang vd., 2015).

10.1. Standardizasyon ve Referans Değerler

Hasta pozisyonu, transdüser düzlemi, prob basısı, ROI, kas aktivitesi ve cihaz algoritması için ortak protokoller geliştirilmelidir (Ariji vd., 2001; Ariji vd., 2016; Blicharz vd., 2021; Chang vd., 2020; Chen vd., 2023; Creze vd., 2018; Gawriolek vd., 2021; Lee vd., 2024; Nitta vd., 2021; Olchowy vd., 2020; Olchowy vd., 2021; Shiina vd., 2015). Sağlıklı geniş örneklerde yaş, cinsiyet, beden yapısı ve dentisyona göre referans aralıkları oluşturulabilir. Bununla birlikte bireysel takip için test-tekrar test güvenilirliği, standart ölçüm hatası, en küçük saptanabilir değişim ve Bland-Altman uyum sınırları belirlenmelidir. Bu bilgiler olmadan küçük kPa veya kalınlık farklarının gerçek biyolojik değişim olduğu söylenemez.

10.2. Prospektif ve Çok Merkezli Çalışmalar

Kesitsel karşılaştırmalar tedavi sonrası farklılığın önceden var olup olmadığını açıklayamaz. Radyoterapi öncesi, erken dönem, 3-6 ay, 12 ay ve daha uzun takip noktalarını içeren prospektif kohortlar akut inflamasyondan kronik atrofi ve fibrozise geçişi gösterebilir (Aghajanzadeh vd., 2022; Khodadadi vd., 2025; Verbeelen vd., 2026). Çok merkezli yapı farklı hasta gruplarını ve cihazları temsil ederek dış doğrulama olanağı sağlar.

Örneklem büyüklüğü yalnız gruplar arasındaki ortalama farkı gösterecek şekilde değil, tekrarlı ölçüm yapısı, olası hasta kaybı ve çok değişkenli analizler dikkate alınarak belirlenmelidir. Tümör bölgesi, cerrahi, doz ve rehabilitasyon gibi değişkenlerin alt gruplara ayrılması küçük örneklerde kararsız sonuçlar oluşturabilir. Önceden yayımlanmış protokol, körlenmiş görüntü analizi ve eksik verilerin açık raporlanması araştırma güvenilirliğini artıracaktır.

10.3. Doz Haritalarıyla Anatomik Eşleştirme

Planlama BT'sinde çiğneme kasları ayrı ayrı konturlanmalı; ortalama ve maksimum doz, belirli dozların üzerinde kalan hacim ve kas içi doz heterojenliği USG değişimleriyle ilişkilendirilmelidir (Gebre-Medhin vd., 2016; Kraaijenga vd., 2019; Lindblom vd., 2014; Pettersson vd., 2024; Rao vd., 2016). Ultrasonografik ölçüm bölgesinin doz haritasındaki karşılığının belirlenmesi, bütün kas ortalamasına göre daha duyarlı doz-cevap analizleri sağlayabilir.

10.4. Erken Öngörü Biyobelirteci Olarak Elastografi

Erken sertlik artışının ileride gelişecek trismusu öngörüp öngörmediği bilinmemektedir. Başlangıç ağız açıklığı, kas dozu, SWE değişimi ve klinik değişkenlerin birlikte kullanıldığı prognostik modeller geliştirilebilir (Liu vd., 2014; Renslo vd., 2024; Verbeelen vd., 2026). Modeller bağımsız hasta gruplarında doğrulanmadan klinik karar desteğinde kullanılmamalıdır.

10.5. Fonksiyon ve Rehabilitasyonla İlişki

Ultrasonografik değişiklikler maksimum ağız açıklığı, ısırma kuvveti, çiğneme performansı, diyet, yaşam kalitesi ve hasta bildirimiyle ilişkilendirilmelidir (Bakke, 2006; Johansson vd., 2020; Pauli vd., 2013; van der Bilt, 2011). Randomize rehabilitasyon çalışmalarında USG ikincil bir sonuç ölçütü olarak kullanılabilir. Fonksiyon düzelirken sertlik değişmeyebileceğinden, görüntüleme yanıtı tedavi başarısının zorunlu koşulu yapılmamalıdır (Kamstra vd., 2017; McMillan vd., 2022).

Birincil sonuç önceden tanımlanmalı ve çok sayıda kas, taraf, durum ve zaman noktasının oluşturduğu çoklu karşılaştırmalar için uygun istatistiksel yaklaşım kullanılmalıdır. Sadece grup ortalamaları değil, bireysel değişim dağılımları ve güven aralıkları raporlanmalıdır. Ultrasonografik değişimin klinik değerini göstermek için duyarlılık ve özgüllüğün yanında kalibrasyon, karar eğrisi ve bağımsız doğrulama gibi ölçütler de gelecekte değerlendirilebilir.

10.6. Multimodal Görüntüleme ve Yapay Zekâ

USG'nin yüzeysel kas ölçümleri MRG'nin derin kas ve yumuşak doku bulguları, BT'nin hacim ve doz verileriyle birleştirilebilir (Al-Saleh vd., 2013; Gehani vd., 2021). Otomatik kas segmentasyonu, aynı anatomik bölgenin zaman içinde eşleştirilmesi ve ekotekstür analizi gözlemci değişkenliğini azaltma potansiyeline sahiptir. Yapay zekâ modellerinde çok merkezli veri, bağımsız test, dış doğrulama ve klinik sonuçlarla ilişki zorunludur. Hedef yalnız görüntüyü sınıflandırmak değil, progresyonu veya rehabilitasyon gereksinimini güvenilir biçimde öngörmek olmalıdır.

10.7. Ortak Sonuç Setinin Geliştirilmesi

Çalışmaların bir bölümünde trismus sıklığı, diğerlerinde ağız açıklığındaki değişim, kas kalınlığı veya sertlik temel sonuç olarak kullanılmaktadır. Bu heterojenlik meta-analizleri ve doğrudan karşılaştırmayı güçleştirir. Çiğneme kası araştırmaları için klinisyen, görüntüleme uzmanı, rehabilitasyon ekibi ve hasta temsilcilerinin katılımıyla ortak bir sonuç seti oluşturulabilir. Bu sette en azından maksimum interinsizal açıklık, ağrı, doğrulanmış hasta bildirimi, beslenme veya diyet göstergesi, kas kalınlığı, elastografi ölçümü, doz-hacim verileri ve advers olaylar yer almalıdır (Goyal vd., 2022; Helou vd., 2026; Johansson vd., 2020; Pauli vd., 2013).

Sonuçların hangi zaman noktalarında toplanacağı da standardize edilmelidir. “Tedavi sonrası” gibi geniş bir ifade yerine radyoterapi bitiminden sonra geçen süre gün veya ay olarak verilmelidir. Klinik olarak anlamlı değişim eşikleri hasta merkezli sonuçlarla ilişkilendirilmeli ve yalnız istatistiksel anlamlılığa dayanılmamalıdır. Ortak sonuç seti bütün araştırmaların aynı hipotezi test etmesini gerektirmez; yalnızca temel değişkenlerin tutarlı biçimde toplanmasını sağlayarak yeni yöntemlerin mevcut kanıtlarla karşılaştırılmasını kolaylaştırır.

10.8. Önerilen Temel Araştırma Protokolü

Çiğneme kaslarında radyoterapiye bağlı ultrasonografik değişimi araştırarak bir çalışmada başlangıç değerlendirmesi tedavi planlamasından sonra ancak radyoterapi başlamadan önce yapılmalıdır. Bu değerlendirmede maksimum interinsizal açıklık, ağrı, çene fonksiyonu, dentisyon, vücut ağırlığı ve beslenme durumu kaydedilmeli; masseter ve anterior temporal kaslar bilateral olarak istirahat ve standardize kontraksiyonda incelenmelidir. B-mod kalınlık ölçümlerine, cihaz ve anatomik koşullar uygunsa SWE eklenebilir. Aynı hastanın bütün ziyaretlerinde transdüser yerleşimi ve ROI konumu başlangıç görüntüleri kullanılarak yeniden oluşturulmalıdır (Ariji vd., 2001; Ariji vd., 2016; Blicharz vd., 2021; Chang vd., 2020; Chen vd., 2023; Creze vd., 2018; Gawriolek vd., 2021; Lee vd., 2024; Nitta vd., 2021; Olchowy vd., 2020; Olchowy vd., 2021; Shiina vd., 2015).

Takip zamanları çalışmanın hipotezine göre belirlenmelidir. Akut yanıt araştırılıyorsa tedavi sırası ve erken dönem ölçümleri; geç fibrozis araştırılıyorsa 3, 6, 12 ay ve daha uzun süreli kontroller gereklidir (Helou vd., 2026; Khodadadi vd., 2025; Liu vd., 2014; Verbeelen vd., 2026; Yang vd., 2015). Her zaman noktasında radyoterapi sonrası geçen kesin süre, devam eden rehabilitasyon ve son egzersizden sonra geçen zaman kaydedilmelidir. Radyoterapi planından her kasın doz-hacim ölçütleri çıkarılmalı; ölçüm yapılan taraf ve anatomik bölgeyle eşleştirilmelidir (Gebre-Medhin vd., 2016; Kraaijenga vd., 2019; Lindblom vd., 2014; Pettersson vd., 2024; Rao vd., 2016).

Görüntüler önceden eğitilmiş en az iki gözlemci tarafından değerlendirilmeli veya bağımsız bir alt örnekleme ikinci gözlemci analizi yapılmalıdır. Güvenilirlik değerlendirmesi için gözlemciler aynı görüntü üzerinde yalnız ROI tekrarı yapmakla yetinmemeli; klinik uygulamayı temsil edecek şekilde transdüseri yeniden yerleştirerek yeni görüntü elde etmelidir. Böylece görüntü edinimi ve ölçüm analizinden kaynaklanan hata birlikte değerlendirilebilir. Birincil sonucun hangi kas, taraf, aktivite durumu ve ultrasonografik parametre olduğu veri analizi öncesinde tanımlanmalıdır.

Sonuçlar yalnız radyoterapi öncesi ve sonrası ortalama farklarla sınırlandırılmamalıdır. Bireysel değişim, güven aralıkları, kayıp izlem oranı ve eksik verilerin yönetimi bildirilmelidir. Ultrasonografik değişimin trismus veya fonksiyon kaybını öngörme değeri değerlendirilecekse model geliştirme ve doğrulama grupları birbirinden ayrılmalıdır. Bu temel yapı, farklı merkezlerin sonuçlarını karşılaştırmayı ve ileride klinik eşiklerin güvenilir biçimde geliştirilmesini kolaylaştırabilir.

11. Sonuç ve Genel Değerlendirme

Baş ve boyun radyoterapisi çiğneme kaslarında akut inflamasyondan kronik atrofi ve fibroze uzanan değişiklikler oluşturabilir. Ultrasonografi yüzeyel

masseter ve temporal kasın morfolojik ve mekanik özelliklerini invaziv olmayan ve tekrarlanabilir biçimde değerlendirme potansiyeline sahiptir. B-mod USG kas kalınlığı ve iç yapıyı, elastografi ise doku sertliğini incelemeye katkı sağlar (Ariji vd., 2001; Ariji vd., 2016; Blicharz vd., 2021; Chang vd., 2020; Chen vd., 2023; Creze vd., 2018; Gawriolek vd., 2021; Lee vd., 2024; Liu vd., 2014; Nitta vd., 2021; Olchoway vd., 2020; Olchoway vd., 2021; Reis Durão vd., 2017; Renslo vd., 2024; Shiina vd., 2015).

Ultrasonografik bulgular radyasyon hasarına özgü değildir ve sabit bir kalınlık ya da kPa eşiği henüz bulunmamaktadır. En güvenilir yaklaşım, tedavi öncesi başlangıç ölçümlerinin alınması, takiplerin aynı protokolle yapılması ve sonuçların ağız açıklığı, ağrı, çiğneme fonksiyonu, beslenme ve doz-hacim verileriyle birlikte yorumlanmasıdır. Derin kas, kemik, sinir veya nüks şüphesinde MRG, BT ve PET/BT klinik endikasyona göre kullanılmalıdır (Al-Saleh vd., 2013; Gehani vd., 2021; Goyal vd., 2022; Purohit vd., 2014).

Standardize, prospektif ve çok merkezli çalışmalar USG değişimlerinin klinik anlamını ve öngörü değerini belirlediğinde ultrasonografi, riskli hastaların seçimi, geç etkilerin izlenmesi ve rehabilitasyonun desteklenmesinde daha güçlü bir tamamlayıcı yöntem hâline gelebilir.

KAYNAKÇA

- Aghajanzadeh, S., Karlsson, T., Engström, M., Tuomi, L., & Finizia, C. (2022). A prospective 5-year study of trismus prevalence and fluctuation in irradiated head and neck cancer patients. *Acta Oto-Laryngologica*, 142(7-8), 620-626. <https://doi.org/10.1080/00016489.2022.2086291>
- Al-Saleh, M. A., Jaremko, J. L., Saltaji, H., Wolfaardt, J., & Major, P. W. (2013). MRI findings of radiation-induced changes of masticatory muscles: A systematic review. *Journal of Otolaryngology - Head & Neck Surgery*, 42(1), 26. <https://doi.org/10.1186/1916-0216-42-26>
- Ariji, Y., Kimura, Y., Gotoh, M., Sakuma, S., Zhao, Y. P., & Ariji, E. (2001). Blood flow in and around the masseter muscle: Normal and pathologic features demonstrated by color Doppler sonography. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 91(4), 472-482. <https://doi.org/10.1067/moe.2001.111760>
- Ariji, Y., Nakayama, M., Nishiyama, W., Nozawa, M., & Ariji, E. (2016). Shear-wave sonoelastography for assessing masseter muscle hardness in comparison with strain sonoelastography: Study with phantoms and healthy volunteers. *Dentomaxillofacial Radiology*, 45(2), 20150251. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20150251>
- Bakke, M. (2006). Bite force and occlusion. *Seminars in Orthodontics*, 12(2), 120-126. <https://doi.org/10.1053/j.sodo.2006.01.005>
- Bensadoun, R. J., Riesenbeck, D., Lockhart, P. B., Elting, L. S., Spijkervet, F. K. L., & Brennan, M. T. (2010). A systematic review of trismus induced by cancer therapies in head and neck cancer patients. *Supportive Care in Cancer*, 18(8), 1033-1038. <https://doi.org/10.1007/s00520-010-0847-4>
- Blicharz, G., Rymarczyk, M. G., Rogulski, M., & Linek, P. (2021). Methods of masseter and temporal muscle thickness and elasticity measurements by ultrasound imaging: A literature review. *Current Medical Imaging*, 17(6), 707-713. <https://doi.org/10.2174/1573405616666201214121557>
- Brandenburg, J. E., Eby, S. F., Song, P., Zhao, H., Brault, J. S., Chen, S., & An, K. N. (2014). Ultrasound elastography: The new frontier in direct measurement of muscle stiffness. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(11), 2207-2219. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.07.007>
- Brook, I. (2020). Late side effects of radiation treatment for head and neck cancer. *Radiation Oncology Journal*, 38(2), 84-92. <https://doi.org/10.3857/roj.2020.00213>
- Chang, P. H., Chen, Y. J., Chang, K. V., Wu, W. T., & Özçakar, L. (2020). Ultrasound measurements of superficial and deep masticatory muscles in various postures: Reliability and influencers. *Scientific Reports*, 10(1), 14357. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71378-z>

- Chen, Y. J., Lin, H. Y., Chu, C. A., Wu, W. T., Chen, L. R., Özçakar, L., & Chang, K. V. (2023). Assessing thickness and stiffness of superficial/deep masticatory muscles in orofacial pain: An ultrasound and shear wave elastography study. *Annals of Medicine*, 55(2), 2261116. <https://doi.org/10.1080/07853890.2023.2261116>
- Creze, M., Nordez, A., Soubeyrand, M., Rocher, L., Maître, X., & Bellin, M. F. (2018). Shear wave sonoelastography of skeletal muscle: Basic principles, biomechanical concepts, clinical applications, and future perspectives. *Skeletal Radiology*, 47(4), 457-471. <https://doi.org/10.1007/s00256-017-2843-y>
- Delanian, S., & Lefaix, J. L. (2004). The radiation-induced fibroatrophic process: Therapeutic perspective via the antioxidant pathway. *Radiotherapy and Oncology*, 73(2), 119-131. <https://doi.org/10.1016/j.radonc.2004.08.021>
- Dijkstra, P. U., Huisman, P. M., & Roodenburg, J. L. N. (2006). Criteria for trismus in head and neck oncology. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 35(4), 337-342. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2005.08.001>
- Drakonaki, E. E., Allen, G. M., & Wilson, D. J. (2012). Ultrasound elastography for musculoskeletal applications. *The British Journal of Radiology*, 85(1019), 1435-1445. <https://doi.org/10.1259/bjr/93042867>
- Gawriolek, K., Klatkiewicz, T., Przysańska, A., Maciejewska-Szaniec, Z., Gedrange, T., & Czajka-Jakubowska, A. (2021). Standardization of the ultrasound examination of the masseter muscle with size-independent calculation of records. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*, 30(4), 441-447. <https://doi.org/10.17219/acem/130358>
- Gebre-Medhin, M., Haghani, M., Robért, L., Kjellén, E., & Nilsson, P. (2016). Dose-volume analysis of radiation-induced trismus in head and neck cancer patients. *Acta Oncologica*, 55(11), 1313-1317. <https://doi.org/10.1080/0284186x.2016.1221129>
- Gehani, A., Sen, S., Chatterjee, S., & Mukhopadhyay, S. (2021). Imaging features of postradiotherapy changes in head and neck cancers. *Indian Journal of Radiology and Imaging*, 31(03), 661-669. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1735921>
- Goyal, N., Day, A., Epstein, J., Goodman, J., Graboyes, E., Jalisi, S., ... Agrawal, N. (2022). Head and neck cancer survivorship consensus statement from the American Head and Neck Society. *Laryngoscope Investigative Otolaryngology*, 7(1), 70-92. <https://doi.org/10.1002/lio2.702>
- Helou, V., Reddy, P. D., Rumde, P. H., Klem, M. L., Kansara, S. G., Virag, O., ... Contrera, K. J. (2026). Measurement tools for radiation-induced fibrosis in head and neck cancer: A systematic review. *Head & Neck*, hed.70380. <https://doi.org/10.1002/hed.70380>

- Johansson, M., Karlsson, T., & Finizia, C. (2020). Further validation of the Gothenburg trismus questionnaire (GTQ). *PLOS ONE*, 15(12), e0243805. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243805>
- Kamstra, J. I., van Leeuwen, M., Roodenburg, J. L. N., & Dijkstra, P. U. (2017). Exercise therapy for trismus secondary to head and neck cancer: A systematic review. *Head & Neck*, 39(1), 160-169. <https://doi.org/10.1002/hed.24366>
- Kent, M. L., Brennan, M. T., Noll, J. L., Fox, P. C., Burri, S. H., Hunter, J. C., & Lockhart, P. B. (2008). Radiation-induced trismus in head and neck cancer patients. *Supportive Care in Cancer*, 16(3), 305-309. <https://doi.org/10.1007/s00520-007-0345-5>
- Khodadadi, A., Mokhtari-Dizaji, M., Ghalehtaki, R., & Yazdi, N. A. (2025). Using ultrasound sequential images processing to predict radiotherapy-induced sternocleidomastoid muscle fibrosis. *International Journal of Radiation Biology*, 101(4), 411-421. <https://doi.org/10.1080/095533002.2025.2453995>
- Kiliaridis, S., & Kålebo, P. (1991). Masseter muscle thickness measured by ultrasonography and its relation to facial morphology. *Journal of Dental Research*, 70(9), 1262-1265. <https://doi.org/10.1177/00220345910700090601>
- Kraaijenga, S. A., Hamming-Vrieze, O., Verheijen, S., Lamers, E., van der Molen, L., Hilgers, F. J., ... Heemsbergen, W. D. (2019). Radiation dose to the masseter and medial pterygoid muscle in relation to trismus after chemoradiotherapy for advanced head and neck cancer. *Head & Neck*, 41(5), 1387-1394. <https://doi.org/10.1002/hed.25573>
- Lee, R., Slevin, N., Musgrove, B., Swindell, R., & Molassiotis, A. (2012). Prediction of post-treatment trismus in head and neck cancer patients. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 50(4), 328-332. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2011.06.009>
- Lee, Y. H., Bae, H., Chun, Y. H., Lee, J. W., & Kim, H. J. (2024). Ultrasonographic examination of masticatory muscles in patients with TMJ arthralgia and headache attributed to temporomandibular disorders. *Scientific Reports*, 14(1), 8967. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-59316-9>
- Lindblom, U., Gärskog, O., Kjellén, E., Laurell, G., Levring Jäghagen, E., Wahlberg, P., ... Nilsson, P. (2014). Radiation-induced trismus in the ARTSCAN head and neck trial. *Acta Oncologica*, 53(5), 620-627. <https://doi.org/10.3109/0284186x.2014.892209>
- Liu, K., Bhatia, K., Chu, W., He, L., Leung, S., & Ahuja, A. (2014). Shear wave elastography – a new quantitative assessment of post-irradiation neck fibrosis. *Ultraschall in der Medizin - European Journal of Ultrasound*, 36(04), 348-354. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1366364>

- McMillan, H., Barbon, C. E. A., Cardoso, R., Sedory, A., Buoy, S., Porsche, C., ... Hutcheson, K. A. (2022). Manual therapy for patients with radiation-associated trismus after head and neck cancer. *JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, 148(5), 418-427. <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2022.0082>
- Nitta, N., Yamakawa, M., Hachiya, H., & Shiina, T. (2021). A review of physical and engineering factors potentially affecting shear wave elastography. *Journal of Medical Ultrasonics*, 48(4), 403-414. <https://doi.org/10.1007/s10396-021-01127-w>
- Olchoway, A., Wieckiewicz, M., Winocur, E., Dominiak, M., Dekkers, I., Łasecki, M., & Olchoway, C. (2020). Great potential of ultrasound elastography for the assessment of the masseter muscle in patients with temporomandibular disorders: a systematic review. *Dentomaxillofacial Radiology*, 49(8), 20200024. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20200024>
- Olchoway, C., Olchoway, A., Hadzik, J., Dabrowski, P., & Mierzwa, D. (2021). Dentists can provide reliable shear wave elastography measurements of the stiffness of masseter muscles: A possible scenario for a faster diagnostic process. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*, 30(6), 575-580. <https://doi.org/10.17219/acem/134875>
- Pauli, N., Johnson, J., Finizia, C., & Andréll, P. (2013). The incidence of trismus and long-term impact on health-related quality of life in patients with head and neck cancer. *Acta Oncologica*, 52(6), 1137-1145. <https://doi.org/10.3109/0284186x.2012.744466>
- Pettersson, N., Andersson, E., Pauli, N., Tuomi, L., Finizia, C., & Olsson, C. E. (2024). Decreased rates of radiation-induced trismus and lowered mastication structure doses in patients treated for head and neck cancer during the last two decades. *Clinical Oncology*, 36(10), e388-e397. <https://doi.org/10.1016/j.clon.2024.07.003>
- Purohit, B. S., Ailianou, A., Dulguerov, N., Becker, C. D., Ratib, O., & Becker, M. (2014). FDG-PET/CT pitfalls in oncological head and neck imaging. *Insights into Imaging*, 5(5), 585-602. <https://doi.org/10.1007/s13244-014-0349-x>
- Raadsheer, M. C., Kiliaridis, S., van Eijden, T. M. G. J., van Ginkel, F. C., & Prahl-Andersen, B. (1996). Masseter muscle thickness in growing individuals and its relation to facial morphology. *Archives of Oral Biology*, 41(4), 323-332. [https://doi.org/10.1016/0003-9969\(95\)00136-0](https://doi.org/10.1016/0003-9969(95)00136-0)
- Ramia, P., Bodgi, L., Mahmoud, D., Mohammad, M. A., Youssef, B., Kopek, N., ... Abu-Gheida, I. (2022). Radiation-induced fibrosis in patients with head and neck cancer: A review of pathogenesis and clinical outcomes. *Clinical Medicine Insights: Oncology*, 16, 11795549211036898. <https://doi.org/10.1177/11795549211036898>

- Rao, S. D., Saleh, Z. H., Setton, J., Tam, M., McBride, S. M., Riaz, N., ... Lee, N. Y. (2016). Dose-volume factors correlating with trismus following chemoradiation for head and neck cancer. *Acta Oncologica*, 55(1), 99-104. <https://doi.org/10.3109/0284186x.2015.1037864>
- Reis Durão, A. P., Morosolli, A., Brown, J., & Jacobs, R. (2017). Masseter muscle measurement performed by ultrasound: A systematic review. *Dentomaxillofacial Radiology*, 46(6), 20170052. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20170052>
- Renslo, B., Alapati, R., Penn, J., Yu, K. M., Sutton, S., Virgen, C. G., ... Bur, A. (2024). Quantification of radiation-induced fibrosis in head and neck cancer patients using shear wave elastography. *Cureus*, 16(10), e71159. <https://doi.org/10.7759/cureus.71159>
- Rohila, A., Sharma, V., Shrivastav, P., Nagar, A., & Singh, G. (2012). An ultrasonographic evaluation of masseter muscle thickness in different dentofacial patterns. *Indian Journal of Dental Research*, 23(6), 726. <https://doi.org/10.4103/0970-9290.111247>
- Shiina, T., Nightingale, K. R., Palmeri, M. L., Hall, T. J., Bamber, J. C., Barr, R. G., ... Kudo, M. (2015). WFUMB guidelines and recommendations for clinical use of ultrasound elastography: Part 1: Basic principles and terminology. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 41(5), 1126-1147. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2015.03.009>
- Somay, E., Topkan, E., Bascil, S., Kılıç Durankuş, N., Senyürek, Ü., Öztürk, D., ... Sele, U. (2024). Global immune-nutrition-inflammation index as a novel comprehensive biomarker in predicting the radiation-induced trismus rates in locally advanced nasopharyngeal carcinoma patients. *Biomolecules and Biomedicine*, 24(6), 1703-1710. <https://doi.org/10.17305/bb.2024.10616>
- van der Bilt, A. (2011). Assessment of mastication with implications for oral rehabilitation: A review. *Journal of Oral Rehabilitation*, 38(10), 754-780. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2010.02197.x>
- van der Geer, S. J., van Rijn, P. V., Kamstra, J. I., Roodenburg, J. L. N., & Dijkstra, P. U. (2019). Criterion for trismus in head and neck cancer patients: A verification study. *Supportive Care in Cancer*, 27(3), 1129-1137. <https://doi.org/10.1007/s00520-018-4402-z>
- Verbeelen, K., De Groef, A., Van Aperen, K., Gursen, C., Nuyts, S., Devoogdt, N., & Mertens, M. G. C. A. M. (2026). Longitudinal evaluation of sternocleidomastoid muscle stiffness and self-reported fibrosis-related symptoms after radiotherapy in patients with head and neck cancer. *Cancers*, 18(12), 1928. <https://doi.org/10.3390/cancers18121928>
- Yang, X., Yoshida, E., Cassidy, R. J., Beitler, J. J., Yu, D. S., Curran, W. J., & Liu, T. (2015). Quantitative ultrasonic Nakagami imaging of neck fibrosis after

head and neck radiation therapy. *International Journal of Radiation
Oncology, Biology, Physics*, 92(2), 407-414.
<https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2015.01.006>

BÖLÜM 2

Odontojenik Kistler ve Tümörler

Semih Tanrıverdi¹

¹ Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Gelişim Üniversitesi, ORCID:0009-0004-04861315

1. GİRİŞ

Odontojenik kistler, tanısal olarak klinisyenleri zorlayabilen lezyonlar olarak görülebilir ancak bunların çoğu kolayca sınıflandırılır. Odontojenik kistler radyografilerde sınırları iyi tanımlanmış lezyonlar olarak görülebilse de dentigeröz kist, keratokist, kısmen de ameloblastomdaki kistik değişimler aynı radyografik bulgulara sahip olabilir. Bu çene lezyonlarının ayırıcı tanısı klinik ve radyografik bulguların yanında bazen sadece histolojik bulgularla birlikte netleşir. Ayrıca bu kistlerin, kist duvarlarından kaynaklı karsinomların gelişme ihtimalinden dolayı bu lezyonlardan biyopsi yapılması gereklidir (Urvasioğlu G, 2019).

Odontojenik tümörler, çene kemiklerinde gelişen ve hamartomlardan benign ve malign neoplazmlara kadar değişen, farklı agresiflik derecelerine sahip heterojen bir lezyon grubudur (3). Bu tümörler epitelyal, ektomezenkimal ve mezenkimal tümörler olarak sınıflandırılır ve en sık görülen odontojenik tümörler arasında ameloblastomlar ve odontomlar yer alır (RA., 2017).

Ocak 2017'de, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından Baş ve Boyun Tümörleri (HNT) sınıflandırmasının 4. baskısı yayımlanmıştır. En son sınıflandırma sisteminde, odontojenik kistler ve odontojenik tümörler yeniden sınıflandırılmış ve bazı yeni varlıklar eklenmiştir; bu durum, 2005 yılında yayımlanan 3. baskıya göre önemli değişiklikler oluşturmuştur. Önceki baskılarda olduğu gibi, WHO HNT sınıflandırmasının 4. baskısı da odontojenik tümörleri biyolojik karakterlerine göre benign ve malign olmak üzere iki kategoriye ayırmıştır. Ayrıca bu baskı, benign odontojenik tümörler için daha basit bir sınıflandırma sunmuştur; bunlar epitelyal, mezenkimal (ektomezenkimal) ve mikst odontojenik tümörler olarak gruplandırılmıştır (Ramos G, 2014).

Malign odontojenik tümörlerin sınıflandırması da 4. baskıda basitleştirilmiş ve netleştirilmiştir. Ayrıca, önceki sınıflandırma ile karşılaştırıldığında odontojenik kist sınıflandırmasında da bazı değişiklikler yapılmıştır. En güncel WHO HNT sınıflandırması, odontojenik keratokist ve kalsifiye odontojenik kist terimlerini yeniden düzenlemiştir. Önceki WHO sınıflandırmasında tümör olarak sınıflandırılan bu iki yapı, yeni sınıflandırmada kist olarak yer almıştır. 2017'deki sınıflandırmada yapılan en önemli değişikliklerden ikisi, kalsifiye kistik odontojenik tümör ve keratokistik odontojenik tümörün neoplastik kategoriden (2005) kist kategorisine (2017) taşınmış olmasıdır (Mosqueda-Taylor, 2008) (RA., 2017).

Kalsifiye kistik odontojenik tümör artık “kalsifiye odontojenik kist” olarak sınıflandırılmıştır ve keratokistik odontojenik tümör, 2017'de gelişimsel odontojenik kistlerin sınıflandırılmasında odontojenik keratokist (OKC) olarak isimlendirilmiştir. Bu lezyonların nüks, agresiflik, genişleyerek büyüme eğilimi ve malignite potansiyeli ile ilgili olarak klinik bulgu ve semptomları ile biyolojik davranışları tiplere göre farklılık göstermektedir. 2022 tarihli 5. baskı, odontojenik lezyonların 2017 sınıflandırmasından kavramsal olarak çok farklı değildir. Önceki baskılarda olduğu gibi, odontojenik tümör sınıflandırması

biyolojik davranışa göre o benign ve malign olmak üzere iki ana kategoriye ayrılmaktadır. Ancak önceki baskılardan farklı olarak, burada malign odontojenik tümörler önce değil en son bölümde yer almaktadır. Benign tümörler ise histogenetik kökenlerine göre üç ana gruba ayrılmıştır: epitelyal, mezenkimal ve miks tipler. Benign epitelyal tümörlere eklenen tek yeni varlık adenoid ameloblastomdur. Ayrıca bazı odontojenik tümörlerin ve odontojenik kistlerin alt tipleri daha açık ve ayrıntılı şekilde tanımlanmış ve açıklanmıştır (Speight, 2018) (Mosqueda-Taylor, 2008).

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Kist ve Tümör Tanımı

Kistler; iç kısmındaki boşlukta sıvı, keratin, mukus veya başka yapılar da içerebilen, değişebilen tipte epitel dokusu ile döşeli patolojik boşluklardır. Tüm kistlerin 3 belirgin özelliği mevcuttur: Epitel astar, merkezî konumlu bir lümen ve kisti çevreleyen bağ doku duvarı. Kistlerin oluşumunda ve gelişiminde geride kalan epitel artıklarının hücresel özelliklerinin etkisi olduğu düşünülmektedir . Arta kalan epitel dokuların görülme sıklığının yaşın ilerlemesiyle birlikte azaldığı belirtilmektedir (Wright, 2017).

Kistler, kemik içerisinde yer alan patolojik boşluklar olup, odontojenik ya da non-odontojenik kökenli olabilen ince bir epitel tabakası ile döşelidir. Gerçek odontojenik kistler; dental lamina artıkları, indirgenmiş mine epiteli, Malassez epitel artıkları veya Hertwig epitelyal kök kılıfı kalıntılarından köken alan epitel ile döşelidir. Non-odontojenik kökenli kistler ise solunum epiteli veya doku füzyon bölgelerinde bulunan rezidüel epitel artıklarından gelişebilir. Dental pratikte sık karşılaşılan inflamatuvar odontojenik kistler, genellikle dental pulpayı ve çevresindeki apikal dokuları etkileyen inflamatuvar süreçler sonucu ortaya çıkar. Neoplazm (tümör), büyümesi normal dokularla uyumsuz olan, onları aşan ve uyarı ortadan kalksa bile aynı şekilde büyümeye devam eden anormal doku kitlesidir (Izgi, 2021).

2.2. Sınıflandırma

ODONTOJENİK KİSTLER

Gelişimsel odontojenik kistler

- a. Dentigeröz kist
- b. Erüpsiyon kisti
- c. Odontojenik keratokist
- d. Ortokeratinize odontojenik kist
- e. Lateral periodontal kist
- f. Botryoid odontojenik kist
- g. Gingival kist (erişkin ve infantil)
- h. Glandüler odontojenik kist

i. Kalsifiye odontojenik kist

İnflamatuvar odontojenik kistler

a. Radiküler kist

b. Rezidüel kist

c. İnflamatuvar kollateral kist / paradental kist

Non odontojenik kistler

a. Nasopalatin kanal kisti

b. Cerrahi silyalı kist

c. Median palatal kist (Barnes, 2005)

ODONTOJENİK TÜMÖRLER

Benign epitelyal odontojenik tümörler

a. Adenomatoid odontojenik tümör

b. Skuamöz odontojenik tümör

c. Kalsifiye edici epitelyal odontojenik tümör

d. Ameloblastom, unikistik

e. Ameloblastom, ekstraosseöz / periferik

f. Ameloblastom, konvansiyonel

g. Adenoid ameloblastom

h. Metastaz yapan ameloblastom

Benign mikst epitelyal ve mezenkimal odontojenik tümörler

a. Odontom

b. Primordial odontojenik tümör

c. Ameloblastik fibrom

d. Dentinogenik hayalet hücreli tümör

Benign mezenkimal odontojenik tümörler

a. Odontojenik fibrom

b. Sementoblastom

c. Semento-ossifiye fibrom

d. Odontojenik miksom

Malign odontojenik tümörler

- a. Sklerozan odontojenik karsinom
- b. Ameloblastik karsinom
- c. Berrak hücreli odontojenik karsinom
- d. Hayalet hücreli odontojenik karsinom
- e. Primer intraosseöz karsinom
- f. Odontojenik karsinosarkom
- g. Odontojenik sarkom

Non odontojenik tümörler

Benign

- a. Osteom
- b. Osteoid osteom
- c. Osteoblastom
- d. Ossifiye fibrom
- e. Juvenil ossifiye fibrom
- f. Fibröz displazi
- g. Santral dev hücreli granulom

Malign

- a. Osteosarkom
- b. Kondrosarkom
- c. Ewing sarkomu
- d. Metastatik tümörler
- e. Multipl myelom
- f. Lenfoma (Barnes, 2005)

2.3. Odontojenik Kistler

2.3.1. Gelişimsel odontojenik kistler

2.3.1.1 Dentigeröz kist

Dentigeröz kistler, sürmemiş dişin mine-sement birleşiminden tutunarak kuron kısmını saran gelişimsel odontojenik kistlerdir. Çenelerde en sık görülen 2. kistlerdir. Tüm odontojenik ve tüm mandibular kistlerin %20'sini oluşturmaktadırlar. İndirgenmiş mine epitelinden kaynaklanmaktadır . Patogenezi tam belli değildir . Nadir de olsa dentigeröz kist epitelinden ameloblastoma, skuamöz hücreli karsinoma, mukoepidermoid karsinoma gelişebilmekte ve malign dejenerasyon gösterebilmektedir. Çünkü dentigeröz kistin lümenini kaplayan epitel metaplazi geçirebilmektedir. Sıklıkla yaşamın 2

ve 4. dekatlarında görülmektedirler. Erkeklerde görülme sıklığının kadınlara oranı 3:2'dir. Radyografik olarak sıklıkla gömülü bir dişin etrafında iyi sınırlı uniloküler lezyonlar olarak görülmektedirler. Tedavisinde lezyonun boyutuna, yerine, sürmemiş dişin durumuna ve takip olanaklarına göre marsüpyalizasyon veya enükleasyon yapılabilir. (Soluk-Tekkeşin, 2018)

2.3.1.2. Erüpsiyon kisti

Erüpsiyon kistleri, dentigeröz kistin yumuşak dokularda görülen çeşidi olarak kabul edilmektedir . Genellikle süt kesici veya daimi mandibular 1. molar bölgesinde görülmektedirler . Sürmekte olan dişin folikülünden ayrılamaması ve kuronla folikül arasına sıvı veya kan toplanması etken olarak kabul edilmektedir . Kalıcı veya daha az sıklıkla süt dişlerin sürmesi sırasında oluşabilmektedir ve yeni doğanlarda bile görülebilmektedir. Alveolar sırtta yarı saydam, mavi renkte kubbe şeklindeki bir şişlikle ortaya çıkmaktadırlar. Epstein incileri, bohn nodülü ve gingival kistle ayırıcı tanısının yapılması gerekebilmektedir. Genellikle sürmekte olan diş genişleyerek kisti yırttığı için tedavi gerektirmemektedirler. Bazen de semptomatik seyredilmekte veya sürme gecikmesine neden olabilmektedirler. İnflamatuar basıncın azaltılması için kistin üzerinin açılması gerekebilmektedir. (Shear, 2002)

2.3.1.3. Odontojenik keratokist

Odontojenik keratokist (OKC), çene kemikleri içinde bulunan dental lamina artıklarından köken alan gelişimsel bir kisttir. Çeşitli çalışmalar erkeklerde daha sık görüldüğünü bildirmiştir. Görülme sıklığı üçüncü dekatta en yüksek düzeye ulaşır ve diğer dekatlarda da yaklaşık eşit dağılım gösterir; ayrıca 50–70 yaşları arasında küçük bir ikinci pik bulunmaktadır. Çene kemiklerinin herhangi bir bölgesinde görülebilse de en sık mandibulada, özellikle mandibula angulusundan ramusa uzanan bölgede görülür (Vered, 2022).

OKC'nin tanısı genellikle radyolojik olarak konur. Radyografilerde sıklıkla iyi sınırlı, yuvarlak veya taraklı kenarlara sahip radyolüsent alanlar görülür; bu alanlar multiloküler veya uniloküler şekilde ortaya çıkabilir. 2022 sınıflandırmasında OKC hâlâ kist olarak sınıflandırılmaktadır. 2005 yılında keratokistik odontojenik tümör olarak adlandırılmış ve kistik neoplazm kabul edilmiştir; daha sonra 2017 sınıflandırmasında tekrar kist olarak yeniden sınıflandırılmıştır . Keratokistler yüksek nüks oranı, belirgin histolojik özellikler ve agresif klinik davranış ile karakterizedir ve nevoid bazal hücreli karsinom sendromu ile ilişkili olabilir (Wright, 2017) (Vered, 2022).

Odontojenik keratokistler çeşitli cerrahi yöntemlerle tedavi edilebilir . Bu yöntemler konservatif yaklaşımlar, invaziv yaklaşımlar veya bunların kombinasyonu şeklinde sınıflandırılabilir . Literatürde enükleasyon, marsüpyalizasyon, rezeksiyon ve Carnoy solüsyonu ile kriyoterapi gibi yardımcı tedavilerin kullanımı bildirilmiştir (Vered, 2022).

2.3.1.4. Ortokeratinize odontojenik kist

Ortokeratinize odontojenik kist (OOK), tamamen ya da büyük ölçüde ortokeratinize yassı epitel ile döşeli olan gelişimsel bir odontojenik kisttir. OOK'ler nadir lezyonlardır; tüm odontojenik kistlerin %1'inden azını ve keratinize odontojenik çene kistlerinin yaklaşık %10'unu oluştururlar (16). OOK, odontojenik keratokistten (OKC) ayrı bir antite olarak kabul edilmektedir. OKC'lerden farklı olarak, OOK'ler basit enükleasyona son derece iyi yanıt verir ve nüks oranı %2'nin altındadır. Ayrıca OOK'lerde PTCH1 gen mutasyonları bulunmaz , nevoid bazal hücreli karsinom sendromu ile ilişkili değildir ve histopatolojik özellikleri OKC'lerden farklıdır. OOK'ler geniş bir yaş aralığında görülmekle birlikte en sık üçüncü ve dördüncü dekatlarda ortaya çıkar (16). Erkeklerde daha sık görülür. Olguların yaklaşık %75–90'ı posterior mandibulada yerleşim göstermektedir. Radyografik olarak OOK'lerin büyük çoğunluğu iyi sınırlı, uniloküler radyolüsens lezyonlar şeklinde izlenir . Olguların yaklaşık %9'u multiloküler yapı gösterebilir. OOK'ler sıklıkla sürmemiş dişlerle ilişkilidir ve radyografik olarak dentigeröz kistleri taklit edebilir. (Maiorano, 2016) (Vered, 2022)

2.3.1.5. Lateral periodontal kist

Lateral periodontal kist (LPC), vital bir diş köküne komşu olarak gelişen, intraosseöz, keratinize olmayan, inflamatuvar olmayan ve epitel kökenli gelişimsel bir odontojenik kisttir. İkincil olarak enfekte olmadığı sürece genellikle asemptomatiktir ve çoğu olguda rutin radyografik incelemeler sırasında tesadüfen saptanır. LPC en sık mandibular kanin ve premolar bölgenin alveoler prosesinde görülür; bunu anterior maksilla izler. Bazı olgularda kortikal ekspansiyon gözlenebilmekte olup, kortikal kemik rezorpsiyonu da bildirilmiştir. Kist çoğunlukla beşinci ile yedinci dekatlar arasındaki bireylerde tanı almakla birlikte, daha genç hastalarda görülen olgular da literatürde yer almaktadır. Lezyon genellikle 1 cm'den küçük çapta olmakla birlikte, 1 cm'yi aşan daha büyük lezyonlar da rapor edilmiştir. Radyografik olarak LPC, diş köklerinin lateralinde yerleşim gösteren, uniloküler, yuvarlak, oval veya gözyaşı damlası şeklinde, sklerotik sınırlı bir radyolüsensi olarak izlenir. Komşu dişlerde periodontal ligament aralığının ve lamina duranın kaybı ile ilişkili olabilir. Kök diverjansı görülebilmekle birlikte, kök rezorpsiyonu izlenmez. Kesin tanı, histopatolojik inceleme ile konulmakta olup, bu yöntem tanı doğrulamasında altın standart olarak kabul edilmektedir. Tedavide tercih edilen yöntem cerrahi enükleasyondur ve rekürrens riski düşüktür (Arce, 2016).

2.3.1.6. Botryoid odontojenik kist

Botryoid odontojenik kist (BOC), LPC'nin bir varyantı olarak kabul edilmekte olup, farklı radyografik özelliklere ve daha yüksek nüks riskine sahiptir. Çenelerde üzüm salkımını andıran multiloküler kistik bir lezyon olarak tanımlanan ilk botryoid odontojenik kist olgusu, 1973 yılında Weathers ve Waldron tarafından bildirilmiştir. Radyografik olarak olguların çoğu polikistik (multiloküler) görünüm sergilemekle birlikte, nadiren uniloküler olgular da rapor edilmiştir. Botryoid odontojenik kistin histopatolojik özellikleri lateral

periodontal kiste benzerdir . Botryoid odontojenik kist en sık mandibulanın premolar-kanin bölgesinde görülür; bunu maksillanın anterior bölgesi izler. 50 yaş üzerindeki yetişkinler en çok etkilenen gruptur. Botryoid kistler, çok sayıda kistik boşluk ve epitel örtüsünün kalınlığındaki değişiklikler ile karakterizedir ve buna epitelin lümenine doğru çıkıntıları eşlik eder (Arce, 2016).

2.3.1.7. Gingival kist

2.3.1.7.1. Erişkin gingival kisti

Erişkinlerdeki gingival kistler nadirdir ve odontojenik kistlerin %0,5'inden azını oluşturmaktadırlar (19). Çocuklarda da erişkin gingival kisti yine oldukça nadir olmakla birlikte, bildirilen vakalar da mevcuttur (19). Çoklu olarak bulunabilmektedirler (19). Tipik olarak mandibulada premolar-kanin bölgesinde oluşturmaktadırlar (19). Maksillada ise kesici ve premolar/kanin bölgesinde görülebilmektedirler (19). Her zaman alveolün bukkal yüzeyinde bulunmaktadırlar (19). Tedavisi, kistin basit enükleasyonudur (19). (Bilodeau, 2017)

2.3.1.7.2. Yenidoğanda gingival kist

Yenidoğanların %90'ında görülmektedir, ancak 3 aylıktan büyük bebeklerde nadirdirler (18,19). Bebeklerin dişsiz alveol kretlerinde tekli veya çoklu olarak görülebilmektedirler (19). Ayırıcı tanısında epstein incilerine ve bohn nodülüne dikkat edilmelidir. Genellikle tedavi gerektirmezler ve kendiliğinden kaybolmaktadırlar, ancak psödomembranöz kandida ile karıştırılmaları yanlış antifungal tedavi uygulanmasına neden olabileceğinden ayırıcı tanıda dikkat edilmelidir (Bilodeau, 2017).

2.3.1.8. Glandüler odontojenik kist

Glandüler odontojenik kist (GOC), çenelerde görülen nadir bir gelişimsel odontojenik kistik lezyon olup, tüm odontojenik kistlerin %1'inden daha azını oluşturmaktadır. Günümüzde GOC'nin, dental lamina artıklarından köken alan gelişimsel bir odontojenik kist olduğu genel olarak kabul edilmektedir (20). Klinik tanı koymak güçtür; çünkü GOC, diğer odontojenik kistlerle klinik, radyografik ve histolojik açıdan belirgin örtüşmeler göstermektedir. Kemik ekspansiyonu olguların %44–89'unda bildirilmektedir . Ayrıca bu lezyonlarda kortikal plak incilmesi ve perforasyonu sık görülmekte olup, GOC olgularının %85'ine kadarında kortikal plağa yayılım saptanmıştır. Diğer odontojenik kistlerde olduğu gibi, GOC'lerin büyük çoğunluğu asemptomatik, yavaş büyüyen bir kitle şeklinde ortaya çıkmaktadır . (Bilodeau E. A., 2021)

2.3.1.9. Kalsifiye odontojenik kist

Kalsifiye odontojenik kistlerin, dental lamina artıklarından geliştiği düşünülmektedir. Bununla birlikte hangi mekanizma ile oluştukları henüz tam olarak bilinmemektedir. Kadınlarda ve erkeklerde eşit olarak izlenmektedir. Her yaş grubunda görülmekle birlikte sıklıkla hayatın ikinci ve üçüncü dekatlarında ortaya çıkmaktadır. Genellikle yavaş büyüyen, ağrısız şişlik şeklinde görülmektedir. Büyük boyutlara ulaştığında kortikal tabakada yıkım yaparak

yumuşak dokuya uzanabilir ve palpe edilebilir. Aspirasyonda visköz, sarı ve granüler bir sıvı elde edilmektedir. Genellikle enükleasyon ve küretaj ile tedavi edilir (Barnes, 2005).

2.3.2. İnflamatuvar odontojenik kistler

2.3.2.1. Radiküler kist

Çenelerde en sık görülen kistik lezyonlardır. Tüm odontojenik kistlerin %52-68'ini oluşturmaktadırlar. Pulpa nekrozunu takiben başlayan kronik inflamasyon nedeniyle nekrotik pulpadan kaynaklanan inflamatuvar stimülasyona bağlı olarak periodontal ligamentteki malessez epitel artıklarının aktive olup dejenerasyona uğramasıyla gelişebilmektedirler. Radiküler kistler, herhangi bir yaşta ortaya çıkabilmektedirler, ancak yaşamın 3 ile 6. dekatlarında ve erkeklerde biraz daha baskın olarak görülmektedirler. Maksillada mandibulaya kıyasla daha sık ortaya çıkmaktadırlar . Bu kistlerin oluşum sebebinin, maksiller anterior dişlerin travmaya uğrama riskinin ve palatinal bölgede invajinatuslara sahip olma sıklığının daha fazla olmasına ve sonucunda da pulpal hasarın daha sık görülebilmesine bağlı olduğu düşünülmektedir. Radiküler kistlerin çoğu asemptomatiktir ve radyografi alındıktan sonra tesadüfen teşhis edilebilmektedirler. Her zaman nekrotik bir devital dişle ilişkilidirler. Radyografik olarak ilgili dişin periapikal bölgesinde genellikle iyi sınırlı, yuvarlak veya oval şekilli, uniloküler, radyopak sklerotik marjinle çevrili radyolüsent alanlar olarak görülmektedirler. Tedavisinde endodontik tedavi, dişin çekimi, kistin enükleasyonu veya marsüpyalizasyonu önerilebilmektedir (Tsvetanov, 2016).

2.3.2.2. Rezidüel kist

Rezidüel kistler, önceki bir kiste ait epitelin tamamen uzaklaştırılmaması sonucunda gelişen inflamatuvar çene kistleridir . Çenelerde görülen rezidüel kistlerin en sık kaynağı, önceden var olan bir radiküler kisttir. İnflamatuvar bir kist bağlamında rezidüel kist, etken dişin bulunmadığı bir radiküler kist olarak değerlendirilebilir. Bu kistler sıklıkla asemptomatiktir ve dişsiz alanların radyolojik incelemeleri sırasında tesadüfen saptanır. Radyografik olarak rezidüel kistler; kortikal sınırlı, uniloküler ve ekspansil radyolüsent lezyonlar şeklinde izlenir. Tedavi edilmediği takdirde, belirgin kemik ekspansiyonu, komşu diş ve anatomik yapıların yer değiştirmesi ve komşu dişlerde kök rezorpsiyonuna neden olabilirler (Tsvetanov, 2016).

2.3.2.3. İnflamatuvar kollateral kist / Paradental kist

Tüm odontojenik kistlerin %3-5'ini oluşturmaktadırlar. Etiyolojileri inflamatuvar veya meta-travmatik olabilmektedir. İndirgenmiş mine epitelinden, malessez epitel artıklarından veya sürmekte olan dişin yüzeyindeki mukozadan kaynaklanabilmektedirler. Histolojik görünimleri radiküler kistlerden ayırt edilememektedir. Kolesterol yarıkları, köpüklü makrofajlar, hemosiderin birikimleri görülebilmektedir. Nadir olarak görülmekle birlikte, sıklıkla mandibular molar dişlerde ortaya çıkmaktadırlar. Genelde dişlerin sürmesi esnasında oluşmaktadırlar. İnflamatuvar kollateral kistin ayırıcı tanısında spesifik

histolojik özellikleri olmadığı için klinik-radyografik ilişki önemlidir. Unikistik ameloblastom, odontojenik keratokist, dentigeröz kist, lateral periodontal kistle ayırıcı tanısının yapılması önerilmektedir. Paradental kistin tedavisinde, gömülü dişle birlikte çıkarılması veya iyi huylu olanlarında sadece kistin enükleasyonunun yapılması tercih edilebilmektedir. Nüks nadirdir. Dünya Sağlık Örgütü sınıflandırmasına göre, “paradental kist” terimi, periodontal cep içerisindeki inflamatuvar bir süreç nedeniyle diş kökünün lateral tarafında, servikal kenara yakın bölgede oluşan bir kisti ifade eder. Paradental kistin özgün bir tipi, sürmüş mandibular molarların, özellikle üçüncü molarların, bukkal ve distal yüzeylerinde görülür ve genellikle periodontitis öyküsü ile ilişkilidir. Doğru tanı, klinik muayene, görüntüleme incelemeleri ve patolojik incelemenin birlikte değerlendirilmesine bağlıdır. Günümüze kadar paradental kistler birçok klinisyen tarafından hâlâ yeterince tanınmamaktadır. Paradental kistin etiyojisi hâlâ net değildir ve tedavi planları konusunda bir fikir birliği bulunmamaktadır (Tsvetanov, 2016).

2.4. Odontojenik Tümörler

2.4.1. Benign epitelyal odontojenik tümörler

2.4.1.1. Adenomatoid odontojenik tümör

Adenomatoid odontojenik tümör (AOT), mikroskopik olarak epitel kaynaklı, kanal benzeri (duktal) yapılarla karakterize edilen ve odontojenik tümörler arasında dördüncü en sık görülen tümördür. AOT’lerin yaklaşık üçte ikisi, genç kadın hastalarda, sürmemiş daimi kanin dişin perikoronar bölgesinde ortaya çıkar ve genellikle kar tanesi benzeri radyoopak odaklar içeren, iyi sınırlı uniloküler bir radyolüsensi olarak izlenir. AOT’nin kökeninin, intraosseöz gubernaküler kanallar içerisinde bulunan odontojenik artık dokulara dayandığı düşünülmektedir. AOT’ler genellikle etkilenen dişin de çıkarılmasını içeren konservatif enükleasyon ile tedavi edilir ve nüks riski minimaldir (Baba, 2007).

2.4.1.2. Squamöz odontojenik tümör

Squamöz Odontojenik Tümör (SOT), geniş bir yaş aralığında görülmekle birlikte en sık dördüncü dekatta tanı almaktadır. Çoğunlukla sürmekte olan ve vital dişlerle ilişkilidir. Maksilla ve mandibula eşit oranda etkilenmesine rağmen, anterior maksilla ve posterior mandibula için belirgin bir yatkınlık bildirilmiştir. SOT, genellikle soliter intraosseöz bir lezyon şeklinde ortaya çıkar; ancak multifokal ve periferik tümörler de literatürde tanımlanmıştır. En sık bildirilen klinik bulgular; asemptomatik şişlik, ilişkili dişlerde hafif mobilite ve periodontal kemik kaybıdır. Bununla birlikte, olguların önemli bir kısmı rutin radyografik incelemeler sırasında tesadüfen saptanmaktadır. Radyografik olarak lezyonların çoğu uniloküler radyolüsensi şeklinde izlenirken, bazı olgular genişleyen multiloküler lezyonlar olarak rapor edilmiştir. SOT için karakteristik radyografik bulgu, üçgen şeklinde bir radyolüsensi olup, üçgenin tabanı diş köklerinin apikaline doğru yönelmiştir. Önerilen tedavi yöntemi, enükleasyon ve küretajdan oluşan lokal cerrahi eksizyondur (Baba, 2007).

2.4.1.3. Kalsifiye epitelyal odontojenik tümör / PİNDBORG

Kalsifiye edici epitelyal odontojenik tümör (CEOT), Pindborg tümörü olarak da bilinen, tüm odontojenik tümörlerin yaklaşık %1'ini oluşturan, nadir görülen benign epitelyal odontojenik bir neoplazmdır. En sık etkilenen anatomik bölgeler posterior mandibula ve posterior maksilladır. CEOT en sık üçüncü ve dördüncü dekatlarda görülür ve hafif bir kadın predominansı bildirilmiştir. Radyografik olarak CEOT; iyi sınırlı ya da diffüz sınırlara sahip, uniloküler ya da multiloküler lezyonlar şeklinde izlenebilir ve farklı boyut ve opasitelerde radyopak kalsifikasyonlar içerebilir. Bu tümör için karakteristik bir bulgu, kalsifiye eozinofilik hyalin materyalden oluşan konsantrik halkalar şeklindeki Liesegang halkalarıdır (24). Tedavi esas olarak cerrahi eksizyondan oluşur; malign transformasyon gelişen olgularda ise radyoterapi ve/veya kemoterapi sıklıkla tedaviye eklenmektedir (Bilodeau E. A., 2017).

2.4.1.4. Ameloblastom

Ameloblastom (AB), maksilla ve mandibulada gelişen tüm tümörlerin yaklaşık %10'unu veya daha fazlasını oluşturan odontojenik epitelyal bir tümördür. Sıklıkla çene kemiklerinde genişleme ve deformasyona neden olur. Tümör benign karakterde olmasına rağmen lokal olarak agresiftir, postoperatif nüks oranı yüksektir ve malign transformasyon olguları da bildirilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü'nün 2022 yılında yayımlanan ve 2024'te güncellenen en güncel sınıflamasına göre, ameloblastomlar beş klinik tipe ayrılmaktadır: konvansiyonel (solid/multikistik), unikistik, adenoid, metastaz yapan ve periferik/ekstraosseöz. İlk iki tip en sık görülenlerdir ve klinik bulguları ile prognozları farklılık göstermektedir. Güncel olarak konvansiyonel ameloblastom için önerilen tedavi, yeterli güvenlik sınırıyla birlikte tam en blok rezeksiyon (radikal cerrahi) olup; bu yaklaşım yüz deformiteleri, fonksiyonel bozukluklar ve psikolojik sorunlara yol açabilmektedir (RA., 2017).

2.4.2. Benign mikst epitelyal ve mezenkimal odontojenik tümörler

2.4.2.1. Odontom

Odontomlar, tüm odontojenik tümörlerin büyük bir yüzdesini (%23–77) temsil etmektedir. Birçok çalışma, bu tümörlerin büyük serilerini incelemiş ve odontomları en sık görülen odontojenik tümörler olarak tanımlamıştır. Dünya Sağlık Örgütü Baş ve Boyun Tümörleri Sınıflaması'nın en son dördüncü baskısı, odontomları kompaund odontomlar (CpODs) ve kompleks odontomlar (CxODs) olarak sınıflandırmaktadır. CpOD'lar çok sayıda diş benzeri yapı ile karakterizedir; CxOD'lar ise düzensiz kalsifiye doku kitleleri olarak görülür. Literatüre göre CpOD ve CxOD insidansı sırasıyla %32–60 ve %40–68'dir. Cinsiyet eğilimi bildirilmemiştir. Odontomlar tipik olarak benign ve asemptomatik lezyonlardır; bununla birlikte, süt veya kalıcı dişlerin geç sürmesi ya da süt dişlerinin retansiyonu gibi diş sürme bozukluklarına yol açabilirler. Odontomlar, odontojenik kökenli gerçek neoplazmlar yerine gelişimsel hamartomlar olarak kabul edilmektedir. Radyografik olarak odontom, çevresinde ince bir radyolüsent zon bulunan ve iyi sınırlanmış, yoğun, radyopak bir lezyon

olarak görülür. CpOD'lar çok sayıda diş benzeri yapı içerirken, CxOD'lar düzensiz kalsifiye doku kitleleri olarak görünür (Mosqueda-Taylor, 2008).

2.4.2.2. Primordial odontojenik tümör

Primordial Odontojenik Tümör (POT), epitelyal ve mezenkimal bileşenlerin birlikte bulunduğu, nadir görülen benign bir odontojenik tümördür. İlk olarak 2014 yılında Mosqueda-Taylor A. ve arkadaşları tarafından altı olgu ile tanımlanmıştır. Daha sonra POT, 2017 Dünya Sağlık Örgütü sınıflamasında yer almış ve 2022 baskısında da ayrı bir antite olarak korunmuştur. POT genellikle çocuklar ve adölesanlarda, cinsiyet predileksiyonu olmaksızın, asemptomatik bir şişlik olarak ortaya çıkar. Radyografik olarak çoğunlukla iyi sınırlı, uniloküler veya multiloküler radyolüsent lezyonlar şeklinde izlenir ve sıklıkla sürmemiş posterior süt veya daimi dişlerle ilişkilidir. Birçok olguda kemik ekspansiyonu, kortikal incelleme, perforasyon, dişlerin yer değiştirmesi ve kök rezorpsiyonu görülmektedir. POT'un tedavisi genellikle eş zamanlı diş çekimi ile birlikte enükleasyon veya eksizyon şeklindedir (RA., 2017).

2.4.2.3. Ameloblastik fibrom

Dental papillaya benzerlik gösteren hücresel ektomezenkimal bir doku içine yerleşmiş, proliferatif odontojenik epitelden oluşan, benign odontojenik tümörlerin nadir bir varyetesidir. Bu tümörler sıklıkla mandibulanın posterior bölgesinde görülür; olguların yaklaşık %80'i ikinci süt moları veya birinci daimi molar bölgesinde lokalizedir ve vakaların %75'i sürmemiş bir diş ile ilişkilidir. Ameloblastik fibromlar çoğunlukla yaşamın birinci ve ikinci dekatlarında saptanır; olguların %75'i 20 yaşından önce tanı alır ve bu nedenle esas olarak çocukluk ve adölesan dönemin tümörü olarak kabul edilir. Erkeklerde görülme sıklığı kadınlara göre daha fazladır. (erkek/kadın oranı 1,4:1) Radyografik olarak ameloblastik fibromlar, sklerotik radyoopak sınırlara sahip, iyi sınırlı uniloküler veya multiloküler radyolüsent lezyonlar şeklinde izlenir. Uniloküler lezyonlar genellikle asemptomatik iken, multiloküler lezyonlar sıklıkla çenede şişlik ile karakterizedir. Olguların çoğu rutin radyografik incelemeler sırasında tesadüfen saptanır. Ameloblastik fibromların ayırıcı tanısında ameloblastom, dentigeröz kist, odontojenik keratokist, santral dev hücreli granülom ve histiyositoz yer alır. Eğer mitotik hücreler veya atipik mitozlar izlenirse, ameloblastik fibrosarkom gibi malign odontojenik tümörler ayırıcı tanıda mutlaka düşünülmelidir (Barnes, 2005).

2.4.2.4. Dentinogenik hayalet hücreli tümör

Dentinogenik hayalet hücreli tümör (DGCT), Lokal infiltratif davranışı ile bilinen, nadir görülen benign bir odontojenik tümördür. Erkek hasta sayısı kadınlara kıyasla yaklaşık iki kat fazladır ve ortalama görülme yaşı dördüncü dekat civarındadır. DGCT santral ve periferik formlarda ortaya çıkabilir; periferik form genellikle daha yavaş (indolent) seyirlidir. Radyografik olarak DGCT'ler tipik şekilde uniloküler, iyi sınırlı, mikst radyolüsent-radyoopak lezyonlar şeklinde görülür. Bununla birlikte multiloküler özellikler gösteren, fokal olarak düzensiz veya kötü sınırlı kenarlara sahip olgular da sıkça bildirilmiştir.

Histopatolojik olarak WHO'nun DGCT tanı kriterleri; solid yapıda bir tümör içinde konvansiyonel ameloblastom benzeri epitel, hayalet hücreler ve dentinoid varlığını içerir. Az sayıda mitotik figür ve hafif hücrel pleomorfizm ise destekleyici (olumlu) özellikler olarak kabul edilir. Ayırıcı tanıda; kalsifiye odontojenik kist, adenoid ameloblastoma, hayalet hücreli odontojenik karsinom ve dentinoid içeren odontojenik karsinom yer alır. DGCT'nin nüks oranı uygulanan cerrahi yaklaşıma bağlı olarak %33–73 arasında değişmektedir ve nüksler tedaviden 20 yıla kadar uzun bir süre sonra ortaya çıkabilmektedir (Barnes, 2005).

2.4.3. Benign mezenkimal odontojenik tümörler

2.4.3.1. Odontojenik fibrom

2.4.3.1.1 Santral odontojenik fibrom

Santral Odontojenik Fibrom (cOF), çene kemiklerinde görülen nadir, benign, mezenkimal bir odontojenik tümördür. cOF hafif bir kadın predileksiyonu gösterir ve en sık ikinci ve üçüncü dekatlarda görülür. Mandibula ve maksilla yaklaşık olarak eşit sıklıkta etkilenir. Mandibulada molar bölge, maksillada ise birinci moların anterioru predileksiyon alanlarıdır. En sık klinik bulgu asemptomatik şişliktir. Radyografik olarak cOF en sık iyi sınırlı uniloküler radyolüsensi şeklinde izlenir (%54). Multiloküler radyolüsent görünüm olguların yaklaşık %24'ünü oluşturur. cOF'ların yaklaşık %11'inde mikst radyolüsent–radyopak görüntü mevcuttur (McKinney, 2021).

2.4.3.1.2. Periferik odontojenik fibrom

Periferik odontojenik fibrom (POF), genellikle sessiz yapıda, yavaş büyüyen, ağrısız, komşu mukozayla benzer renkte ve sert kıvamlı bir gingival kitle şeklinde görülür. Radyografik olarak POF, radyopak alanlar içerebilir ancak komşu kemiği etkilemez. Klinik ayırıcı tanımlar arasında inflamatuvar fibröz hiperplazi, fibrom, periferik ossifiye fibrom, periferik dev hücreli granülom ve piyojenik granülom yer almaktadır. Tedavi, lezyonun lokal eksizyonudur ve prognoz mükemmeldir; nüksler nadirdir (McKinney, 2021).

2.4.3.2. Sementoblastom

Sementoblastom, tüm odontojenik tümörlerin %1'inden daha azını oluşturan nadir bir benign odontojenik tümördür. Bu tümörler çoğunlukla yaşamın ikinci ve üçüncü dekatındaki genç erişkinleri etkiler; olguların yaklaşık yarısı 20 yaşın altında, yaklaşık dörtte üçü ise 30 yaşın altında görülür. Kesin bir cinsiyet predileksiyonu bulunmamakla birlikte, bazı yazarlar hem erkek hem de kadın baskınlığı bildirmiştir. Sementoblastom, çoğunlukla vital kalan mandibular daimi birinci molar dişi tutma eğilimindedir. Tüm olgular, ilgili dişin kökü ile bağlantılıdır. Klinik olarak genellikle ağrı ve alveoler kretlerin bukkal ve lingual yüzlerinde kemik ekspansiyonuna bağlı şişlik ile ortaya çıkar. Radyografik olarak sementoblastom tipik olarak, ilgili diş köküne bağlı, iyi sınırlı radyopak bir kitle ve bunun etrafında ince bir radyolüsent zon ile karakterizedir (McKinney, 2021).

2.4.3.3. Semento-ossifiye fibrom

Semento-ossifiye fibrom (COF), çenelerde görülen, nadir ve benign karakterli bir fibro-osseöz lezyondur. İçerdiği mineralize dokunun tipine bağlı olarak iyi sınırlı, uniloküler veya multiloküler radyolüsensi ile radyoopasitenin birlikte izlendiği bir radyografik görünüm sergiler. COF'un kökeninin, sement, lameller kemik ve fibröz doku oluşturabilme potansiyeline sahip multipotent hücreler içeren periodontal membranla ilişkili olduğu düşünülmektedir. COF hem mandibulayı hem de maksillayı etkileyebilmekle birlikte, daha sıklıkla mandibulada görülür. Bu kemik tümörü; değişen miktarlarda kemik, sement veya her ikisine benzeyen kalsifiye dokular içeren, yüksek hücresellliğe sahip fibröz bir stromadan oluşur. Klinik olarak tümör, genellikle yavaş büyüyen ve asemptomatik bir kitle şeklinde ortaya çıkar ve çoğu zaman rutin bir ortopantomografik inceleme sırasında saptanır. Radyolojik olarak, semento-ossifiye fibrom genellikle değişen miktarlarda radyopak materyal içeren, iyi sınırlı uniloküler bir lezyon şeklinde izlenir (McKinney, 2021).

2.4.3.4. Odontojenik miksom

Odontojenik miksom (OM), Odontojenik tümörlerin yaklaşık %3-6'sını oluşturan, nispeten nadir görülen benign bir odontojenik neoplazm olarak tanımlanmaktadır. En sık genç erişkinlerde, özellikle ikinci ve üçüncü dekatlarda görülür ve cinsiyet predileksiyonu göstermez. Klinik olarak OM, yavaş büyüyen, genellikle asemptomatik ancak lokal olarak agresif bir lezyon şeklinde ortaya çıkar; kemik rezorpsiyonuna, yumuşak doku infiltrasyonuna ve dişsel değişikliklere neden olabilir. OM'un tedavisi, konservatif enükleasyon ve küretajdan, blok rezeksiyon ve hemimandibulektomiye kadar geniş bir yelpazede değişmektedir (Vered, 2022).

2.4.4. Malign odontojenik tümörler

2.4.4.1. Sklerozan odontojenik karsinom

Sklerozan odontojenik karsinom (SOC), en sık olarak 5.-7. dekatlardaki hastaların maksilla veya mandibulasında ortaya çıkar ve hafif bir erkek predominansı gösterir. Bu tümörün patofizyolojisi tam olarak aydınlatılamamıştır; ancak kökeninin odontojenik epitel artıklarından (Malassez artıkları veya Serres artıkları) geliştiği ya da odontojenik kist epitelyumunun malign transformasyonu sonucu olduğu öne sürülmektedir. Sklerozan odontojenik karsinom (SOC) ilk olarak 2008 yılında Koutlas ve arkadaşları tarafından tanımlanmıştır. SOC, düşük dereceli bir odontojenik karsinomdur ve çenenin nadir görülen primer intraosseöz karsinomlarından biridir; WHO'nun baş ve boyun tümörleri sınıflandırmasının en güncel dördüncü baskısına eklenmiştir. WHO'da ayrı bir oluşum olarak yer almasına rağmen, literatürde hâlâ yeterince tanımlanmamış bir tümördür ve bugüne kadar yalnızca 10 vaka rapor edilmiştir. Diş yer değiştirmesine ve kök rezorpsiyonuna neden olan ekspansif bir radyolüsensi olarak ortaya çıkar. SOC düşük derecelidir ve hafif atipi, sık mitoz ile birlikte yaygın infiltratif ve perinöral yayılım gösterir (Santosh, 2020).

2.4.4.2. Ameloblastik karsinom

Ameloblastik karsinom (AK), bu malign odontojenik tümörler grubunda ameloblastik karsinom en sık görülen tiptir ve tüm olguların yaklaşık %30'unu oluşturmaktadır (29). WHO sınıflamasının en son baskısında ameloblastik karsinom, histolojik olarak ameloblastoma benzeyen primer bir odontojenik karsinom olarak tanımlanmaktadır. Klinik olarak AK olguları sıklıkla mandibula tutulumu olan hastalarda parestezi, trismus, epistaksis, disfoni ve hatta patolojik kırıklar gibi eşlik eden bulgu ve semptomlarla ortaya çıkabilir. Radyografik olarak ise genellikle belirsiz sınırlı radyolüsent lezyonlar şeklinde izlenir ve çoğu zaman kortikal perforasyon ile yumuşak doku infiltrasyonu eşlik eder. Ameloblastik karsinomların çoğu, tümörün yerleşim yerine bağlı olarak değişken güvenlik sınırlarıyla geniş lokal cerrahi eksizyon ile tedavi edilmektedir (Santosh, 2020).

2.4.4.3. Berrak hücreli odontojenik karsinom

Berrak hücreli odontojenik karsinom (CCOC), muhtemelen dental laminadan köken alan, nadir görülen malign odontojenik bir tümördür. CCOC ilk kez 1985 yılında Hansen tarafından berrak hücreli odontojenik tümör olarak tanımlanmıştır. Daha sonra 2005 Dünya Sağlık Örgütü sınıflamasında, odontojenik kökenli malign bir tümör olarak kabul edilmiştir. Malign odontojenik tümörler, tüm odontojenik tümörlerin yaklaşık %6,1'ini oluşturmaktadır. Klinik olarak CCOC, ağrı ile birlikte ya da ağrısız, yavaş büyüyen bir lezyon şeklinde gelişir ve belirgin olarak mandibulada, daha sonra ise maksillada yerleşim gösterme eğilimindedir. Kadınlarda daha sık görülmektedir. Tedavi yaklaşımı genellikle blok rezeksiyon, hemimandibulektomi veya hemimaksillektomi şeklindedir. Ancak yalnızca sınırlı rezeksiyon uygulanan olgularda, CCOC'nin yaklaşık %34 oranında lokal/bölgesel nüks gösterdiği ve %14 oranında uzak metastaz yapabildiği bildirilmiştir (Santosh, 2020).

2.4.4.4. Hayalet hücreli odontojenik karsinom

Hayalet Hücreli Odontojenik Karsinomlar (GCOC), nadir görülen odontojenik maligniteler arasında yer almaktadır. Bu tümör, mikst epitelyal ve mezenkimal tümörler grubunda sınıflandırılır ve en sık olarak 5.-7. dekatlarda, özellikle Asyalı erkek hastalarda bildirilmiştir. Tümörün değişken büyüme paternleri ve sınıflandırmaları nedeniyle GCOC'lerin prognozu oldukça öngörülemezdir. %40-63 arasında değişen yüksek nüks oranına rağmen, GCOC için bildirilen 5 yıllık sağkalım oranı yaklaşık %73'tür. "Hayalet hücre" içeren tümörler, epitelyal ve mezenkimal kökenli neoplazmlar arasında histolojik olarak ayırt edici bir alt grubu temsil eder; bu bağlamda odontojenik kökenlidirler. Hayalet hücreler hem benign hem de malign lezyonlarda görülebilir (Urvasioğlu G, 2019).

2.4.4.5. Primer intraosseöz karsinom

Primer intraosseöz karsinom (PIOC), sıklıkla mandibulanın posterior gövdesi ve ramusunda görülür ve diğer karsinom tipleri altında sınıflandırılmaz. Ağız mukozasından köken alarak mandibulaya infiltre olan karsinomlar, maksiller

sinüs kaynaklı primer tümörler ve metastatik karsinomlar ekarte edilmelidir; ayrıca oral kaviteye ülserasyon varlığı, genellikle kesin tanıyı dışlayan bir bulgu olarak kabul edilir. PIOC nadir bir antitedir ve kist zemininde gelişen olgular, özellikle mandibulada daha sık görülür. PIOC gelişiminde en sık bildirilen öncül lezyonlar radiküler kistler, bunu takiben dentigeröz kistler ve odontojenik keratokistlerdir. Radyografik olarak, kist zemininde gelişen olgular multiloküler veya skaloplu radyolüsensiler şeklinde izlenebilir. (Urvasioğlu G, 2019)

2.4.4.6. Odontojenik karsinosarkom

Odontojenik karsinosarkom (OCS), genellikle erişkin bireyleri etkiler ve ortalama görülme yaşı 40–60 yıl arasındadır. Bununla birlikte, 20–80 yaş aralığında bildirilen olgular da mevcuttur ve hafif bir erkek predominansı bulunmaktadır. Etiyolojik faktörler net olmamakla birlikte, önceden radyasyona maruziyet ve genetik faktörler olası katkıda bulunan etkenler olarak öne sürülmektedir. OCS olgularının yarısından fazlası genellikle posterior mandibulada başlar. Maksilladaki olgular ise paranasal sinüslere ve kafa tabanına ilerleyebilme potansiyelleri nedeniyle daha agresif seyirlidir. Klinik olarak ağrı ve parestezi başlıca bulgulardır. Birçok hastada gevşemiş veya kaybolmuş dişler, dental implant kaybı gibi dental problemler görülür; bu durum oral fonksiyonda ciddi bozukluklara işaret eder (Rioux-Forker, 2019).

2.4.4.7. Odontojenik sarkom

Odontojenik sarkomlar kendi içinde primer ve sekonder olarak sınıflandırılabilir. Primer odontojenik sarkom, herhangi bir öncül lezyon olmaksızın de novo gelişirken; sekonder odontojenik sarkom, özellikle ameloblastik fibromanın malign transformasyonu sonucu ortaya çıkar. Odontojenik sarkomlar son derece nadirdir ve tüm maksillofasiyal sarkomların %5'inden azını oluşturur. Tümör biyolojileri yeterince aydınlatılamamıştır ve histopatolojik özellikleri fibrosarkom ve diğer iğsi hücreli sarkomlarla büyük ölçüde örtüşmektedir; bu durum tanıyı oldukça güçleştirmektedir. Ayrıca malign transformasyon ilerledikçe, odontojenik sarkomların epitelyal bileşenleri giderek azalır ve seyrekleşir, bu da tanısal zorluğu artırır. Odontojenik sarkomlar genellikle genç bireyleri etkiler ve en sık tutulan anatomik bölge posterior mandibuladır (27,30). Radyografik olarak, sınırları düzensiz, geniş destrüktif radyolüsent lezyonlar şeklinde izlenir (Rioux-Forker, 2019).

3.SONUÇ

Odontojenik kistler ve tümörler, odontojenik epitel ve ektomezenkimial dokulardan köken alan, çene kemiklerinde sık görülen heterojen patolojik lezyonlardır. Bu lezyonlar; klinik davranışları, büyüme hızları, nüks potansiyelleri ve tedavi yaklaşımları açısından geniş bir çeşitlilik göstermektedir. Bazı lezyonlar asemptomatik ve benign karakterde seyrederken, bazıları lokal agresif davranış gösterebilmekte ve çevre dokularda ciddi destrüksiyonlara neden olabilmektedir.

Odontojenik kist ve tümörlerin büyük çoğunluğu asemptomatik seyretmekte ve çoğu zaman rutin radyografik incelemeler sırasında tesadüfen saptanmaktadır.

Bununla birlikte, birçok odontojenik lezyon benzer klinik ve radyografik özellikler gösterebildiğinden, yalnızca klinik veya radyolojik değerlendirme çoğu zaman yeterli olmamaktadır. Bu nedenle kesin tanının konulabilmesi için klinik, radyolojik ve histopatolojik bulguların birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

Odontojenik tümörler arasında ameloblastom, odontom ve adenomatoid odontojenik tümör gibi lezyonlar daha sık görülürken; odontojenik karsinomlar ve sarkomlar oldukça nadir ancak agresif seyirli malign oluşumlardır. Özellikle ameloblastom ve odontojenik keratokist gibi bazı lezyonların yüksek rekürrens potansiyeline sahip olması nedeniyle uzun dönem takip büyük önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, odontojenik kist ve tümörlerin erken dönemde doğru şekilde tanınması; komplikasyonların önlenmesi, uygun tedavi yaklaşımının belirlenmesi ve prognozun iyileştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Güncel WHO sınıflamalarının bilinmesi ve multidisipliner yaklaşımın benimsenmesi, bu lezyonların başarılı yönetiminde temel unsurlar arasında yer almaktadır.

KAYNAKLAR

- Arce, K. S. (2016). Pediatric odontogenic cysts of the jaws. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America* , 21-30.
- Baba, A. I. (2007). Comparative oncology. *The Publishing House of the Romanian Academy* .
- Barnes, L. E. (2005). Pathology and genetics of head and neck tumours . *WHO Classification of Tumours, 3rd ed* .
- Bilodeau, E. A. (2021). Odontogenic and developmental oral lesions in pediatric patients. *Head and Neck Pathology* , 71-84.
- Bilodeau, E. A. (2017). Odontogenic cysts and neoplasms. *Surgical Pathology Clinics* , 177-222.
- Izgi, E. M. (2021). relevance of odontogenic cysts and tumors on Turkish sample according to latest classification of World Health Organization: A 10-year retrospective study. *Nigerian Journal of Clinical Practice* , 355-361.
- Maiorano, E. &. (2016). Maxillofacial skeleton and teeth. *Pathology of the head and neck* , 179-227.
- McKinney, S. L. (2021). Dentigerous cyst in a young child: A case report. *Canadian Journal of Dental Hygiene* , 177-181.
- Mosqueda-Taylor, A. (2008). New findings and controversies in odontogenic tumors. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal* , 555-558.
- RA., R. (2017). Diagnosing the most common odontogenic cystic and osseous lesions of the jaws for the practicing pathologist. *Modern Pathology* , 96.
- Ramos G, D. O. (2014). odontogenic tumors: a 14-year retrospective study in Santa Catarina. *Brazil Oral Research* , 33-38.
- Rioux-Forker, D. D. (2019). Odontogenic cysts and tumors. *Annals of Plastic Surgery* , 469-477.
- Santosh, R. (2020). Odontogenic cysts. *Dental Clinics of North America* , 105-119.
- Shear, M. (2002). The aggressive nature of the odontogenic keratocyst: Is it a benign cystic neoplasm? Part 1. Clinical and early experimental evidence of aggressive behaviour. *Oral Oncology* , 219-226.
- Soluk-Tekkeşin, M. &. (2018). The World Health Organization classification of odontogenic lesions: A summary of the changes of the 2017 (4th) edition. *Turkish Journal of Pathology* , 1-14.
- Speight, P. M. (2018). New tumour entities in the 4th edition of the World Health Organization classification of head and neck tumours: Odontogenic and maxillofacial bone tumours. . *Virchows Archiv* , 331-339.

- Tsvetanov, T. (. (2016). Residual cysts: A brief literature review. *International Journal of Medical and Dental Sciences* , 1341-1346.
- Urvasızoğlu G, A. B. (2019). Odontojenik kist: Atatürk Üniversitesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı'na Odontojenik Kist Nedeniyle Başvuran 100 Olgunun Klinik ve Radyolojik Olarak İncelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* , 313-319.
- Vered, M. &. (2022). Update from the 5th edition of the World Health Organization classification of head and neck tumors: Odontogenic and maxillofacial bone tumours. *Head and Neck Pathology* , 63-75.
- Wright, J. M. (2017). pdate from the 4th edition of the World Health Organization classification of head and neck tumours: Odontogenic and maxillofacial bone tumors. *Head and Neck Pathology* , 68-77.

BÖLÜM 3

**Baş-Boyun Radyoterapisi Sonrası
Ağız İçi ve Çene Kemiği Bulguları**

Hasibe Taşkın¹

¹ Öğr. Gör. Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta Sağlık Hizmetleri MYO, Dişçilik Hizmetleri Bölümü, ORCID ID: 0000-0001-7344-0988

1.GİRİŞ VE TEMEL PRENSİPLER

Baş-Boyun Kanserlerinde Radyoterapinin Yeri

Baş-boyun maligniteleri; oral kavite, orofarenks, hipofarenks, larenks, nazofarenks, paranasal sinüsler ve tükürük bezleri gibi karmaşık anatomik bölgelerden köken alan, biyolojik ve klinik davranışları heterojen bir hastalık grubudur (Bray et al., 2018). Bu lezyonların %90'ından fazlası mukozal skuamöz epitelden kaynaklanan baş-boyun skuamöz hücreli karsinomlarıdır(Argiris et al., 2008).

Baş ve boyun kanserlerinde radyoterapi, hastalığın evresine ve durumuna bağlı olarak üç temel amaçla uygulanır. İlk olarak, erken evre tümörlerde tek başına, ileri evrelerde ise kemoterapi ile kombine edilerek doğrudan tümörü yok etmeyi hedefler; bu sayede hastayı ses telleri veya yutma fonksiyonunun kaybına yol açabilecek ağır cerrahi müdahalelerden korur (Machiels et al., 2020; H. Wang et al., 2023). İkinci olarak, öncelikli cerrahi uygulanan vakalarda mikroskobik düzeyde kalan hastalık kalıntılarını temizlemek ve nüks riskini önlemek amacıyla adjuvan (koruyucu) olarak kullanılır. Son olarak, küratif tedavi şansı bulunmayan nüks veya metastatik ileri evre hastalarda ise; şiddetli ağrı, kanama, nefes darlığı ve yutma güçlüğü gibi semptomları hızla hafifleterek hastanın yaşam kalitesini artırmak (palyatif) üzere tercih edilir (Viani et al., 2023; Weiss et al., 2023).

Güncel Radyoterapi Modaliteleri

Baş ve boyun bölgesinin karmaşık anatomisi nedeniyle tükürük bezleri, kasları, omurilik ve görme sinirleri gibi hayati yapılar tümör dokusuna yakındır; bu durum, uygulanan radyoterapinin hem tümörü yok etmesini hem de çevre sağlam anatomik yapıları azami ölçüde korunmasını sağlamakta büyük önem taşır(Alfouzan, 2021).

Günümüzde geleneksel iki boyutlu yöntemlerin yerini güncel, sağlıklı dokuyu korumaya yönelik, tümörü yok etme üzerinde etkili yeni uygulamalar kullanılmaktadır. **Yoğunluk Ayarlı Radyoterapi** (IMRT- *Intensity-Modulated Radiation Therapy*), ışın demetlerinin şiddetini milimetrik olarak ayarlayıp tümörün geometrisine tam uyum sağlar. Bu sayede tükürük bezlerini koruyarak kalıcı ağız kuruluğu ve beslenme güçlüğü gibi yaşam kalitesini düşüren yan etkileri en aza indirir. Bu tekniğin daha dinamik bir formu olan **Hacimsel Modüle Ark Terapi** (VMAT - *Volumetric Modulated Arc Therapy*) ise cihazın hasta etrafında kesintisiz dönerek ışın vermesini mümkün kılar ve tedavi süresini belirgin şekilde kısaltır. Sürenin kısalması; hastanın tedavi masasındaki hareketsiz kalma süresini ve yorgunluğunu azaltırken, yutkunma veya hareket gibi istemsiz durumları azaltarak ışın hedef doğruluğunu artırır. Tedavi masasına yerleştirilen Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) ile günlük pozisyon doğrulaması yapan Görüntü Kılavuzluğunda Radyoterapi (IGRT- *Image-Guided Radiation Therapy*), haftalar süren süreçte hastanın kilo vermesi ya da tümörün

küçülmesi durumunda planın güncellendiği *Adaptif Radyoterapi* (ART - *Adaptive Radiation Therapy*) ile hedef sapmaları engellenir. Son olarak, radyasyonun tümör dokusunu geçtikten sonra çevre sağlıklı dokulara yayılmadan durmasını sağlayan **Proton Terapisi** (IMPT - Intensity-Modulated Proton Therapy), kritik organları koruma açısından günümüzün ileri radyasyon teknolojilerinden birini sunmaktadır (Castelli et al., 2018; Grégoire et al., 2015; Moreno et al., 2019).

İyonize Radyasyonun Hücresel ve Moleküler Etki Mekanizmaları

İyonize radyasyon , atom veya moleküllerden elektron kopararak kimyasal bağları koparma gücüne sahip yüksek enerjili dalga veya partiküllerden oluşur. Terapötik radyasyonun hücrelerde başlattığı hasar; doğrudan (direkt) ve dolaylı (indirekt) etki olmak üzere iki temel biyofiziksel yolak üzerinden gerçekleşir (Gardner et al., 2024).

Doğrudan Etki: Radyasyon fotonları veya yüklü partiküllerin doğrudan biyolojik hedef makromoleküllerle (özellikle DNA zinciri) etkileşime girerek atomik bağları iyonize etmesiyle meydana gelir. Bu mekanizma, lineer enerji transferi (LET) yüksek olan proton ve ağır iyon tedavilerinde baskın hasar tipidir

Dolaylı Etki: Foton temelli konvansiyonel ışınlamalarda (X- ve gama ışınları) hasarın yaklaşık %65-70'i dolaylı yoldan oluşur. Hücre kitlesinin yaklaşık %80'ini oluşturan su moleküllerinin radyolizi sonucu yüksek düzeyde reaktif serbest radikaller açığa çıkar; bu radikaller daha sonra DNA, membran lipidleri ve yapısal proteinlerle ikincil reaksiyonlara girerek doku hasarını tetikler (Douglass, 2018).

2.YUMUŞAK DOKULAR ÜZERİNDEKİ RADYASYON HASARLARI

Baş-boyun radyoterapisi, hedef tümör dokusunun çevresinde yer alan oral mukoza, majör ve minör tükürük bezleri, çiğneme kasları, tat tomurcukları, kan damarları ve sinir lifleri gibi son derece hassas yumuşak doku yapılarını kaçınılmaz olarak radyasyon alanına dahil eder.

Oral Mukoza Değişiklikleri

Akut Radyasyon Mukoziti: Radyasyon mukoziti basit bir epitel deskuamasyonundan ibaret olmayıp; vasküler endotel hasarı, makrofaj aktivasyonu ve transkripsiyon faktörü yoğun sitokin salınımıyla başlar. Tedavinin 10–15 Gy kümülatif dozuna ulaşıldığında (yaklaşık 2. hafta) mukozada hiperemi ve eritem başlar; 30 Gy doz aşımında ise psödomembranlı, derin ve son derece ağrılı konfluens ülserasyonlar gelişir (Elad et al., 2020a; Sonis, 2009).

Sekonder Enfeksiyonlar ve Sistemik Etkiler: Mukozal bariyer bütünlüğünün bozulması, özellikle *Candida albicans* kolonizasyonuna (psödomembranoz veya eritematöz kandidiyazis) ve sekonder bakteriyel/viral süperenfeksiyonlara zemin

hazırlar. Şiddetli mukozit; dirençli ağrıya, oral beslenmenin imkansızlaşmasına bağlı nazogastrik veya perkütan endoskopik gastrostomi tüpü gereksinimine ve daha da önemlisi radyoterapiye zorunlu ara verilmesine sebep olarak tümör lokal kontrol edilebilme oranlarını düşürür (Elad et al., 2020a; Sroussi et al., 2017).

Kronik Mukozal Atrofi, Doku Frajilitesi ve Ülserasyonlar: Radyoterapi tamamlandıktan aylar sonra epitel inceler, rete peg yapıları silinir, elastikiyet kaybolur ve kronik mukozal atrofi gelişir. İskemik ve frajil mukoza, protez veya mekanik travmalara karşı aşırı hassas hale gelir (Sroussi et al., 2017).

Tükürük Bezleri ve Fonksiyonel Bozukluklar

Baş ve boyun bölgesine uygulanan radyoterapi sürecinde karşılaşılan en yaygın ve yaşam kalitesini en çok bozan geç yan etkilerin başında tükürük bezlerinin etkilenmesi gelir. Ağız boşluğunu nemlendiren majör tükürük bezleri ile minör tükürük bezleri, iyonlaştırıcı radyasyona karşı oldukça hassastır. Radyasyon ışınları bezlerdeki salgı yapan hücreleri ve kılcıl damar yatağını tahrip ederek dokuda geri dönüşü güç bir fibroze ve atrofiye yol açabilir (Haidar, 2022; Jensen et al., 2019).

Seröz asinuslar (özellikle parotis bezi), muköz asinoslara (sublingual ve minör bezler) kıyasla radyasyona çok daha duyarlıdır. Kümülatif doz 20 Gy'i aştığında uyarılmamış tükürük akış hızı hızla düşer; parotis bezinin maruz kaldığı ortalama doz >26 Gy veya tüm oral kavite minör bez dozu >40–50 Gy olduğunda bez parankiminde ilerleyici asiner atrofi, intraglobüler fibrozis ve kalıcı fonksiyon kaybı meydana gelir (Kırca & Kutlutürkan, 2018; Nutting et al., 2011; Sroussi et al., 2017).

Yalnızca tükürük miktarı değil, niteliği de bozulur; tükürüğün tamponlama kapasitesi, pH değeri, amilaz, lizozim ve sekretuar IgA düzeyleri düşer; viskozitesi artarak kalın, yapışkan bir sekresyon halini alır (Sroussi et al., 2017).

Tükürüğün asidikleşmesi ve ağız içindeki bakteri dengesinin karyojenik mikroorganizmaların lehine bozulması sonucunda; dişlerin servikal kısımlarında, insizal kenarlarında ve tüberkül tepelerinde demineralizasyon başlar. Bu durum, diş çevresini saran ve hızlı ilerleyen yaygın diş dokusu harabiyetine (radyasyon çürüklerine) yol açar (Gupta et al., 2015; Mercadante et al., 2021).

Kas, Bağ Dokusu ve Damarsal Yapılar

Çiğneme kaslarının ışınlama sahasına girmesi sonucunda bu kas gruplarında kasılabilen fibrillerin yerini rijit fibröz skar dokusu alır. Şiddetli olgularda ağız açıklığı 10–15 mm'ye kadar inerek hastanın çiğnemesini, konuşmasını, intraoral hijyen sağlamasını, onkolojik muayenesini ve diş çekimi gibi rutin cerrahi müdahaleleri zorlaştırır (Dijkstra et al., 2007).

Dil papillalarında yer alan tat tomurcuklarının doğrudan radyasyon hasarı ve kserostominin yarattığı mikro çevre bozukluğu nedeniyle hastalar tedavinin 2.

haftasından itibaren tat duyusunda bozulma veya tam kayıp yaşayabilir. Genellikle tedaviden 2–6 ay sonra kısmi veya tam iyileşme gözlenirse de hastaların yaklaşık %10-15'inde kalıcı tat kayıpları kalabileceği bildirilmiştir (Gerlach et al., 2026; Sroussi et al., 2017).

Farenks konstriktör kasları (özellikle superior ve medius) ve supraglottik larenks yapılarının fibrozisi, laringofaringeal elevasyonu ve koordineli yutma refleksini bozar ve bunun sonucunda hastalarda gelişen sessiz aspirasyon, aspirasyon pnömonisi ve kronik beslenme yetersizliği morbiditeyi artıran temel risk faktörlerindendir (Machiels et al., 2020; Machtay et al., 2008).

Yumuşak dokunun derin vasküler endotel ölümü ve lümen trombozları doku perfüzyonunu kritik eşiğin altına düşürür; bu zemin üzerinde minör bir travma dahi spontan iyileşmeyen derin yumuşak doku nekrozlarına yol açabilir. Zamanla damar iç duvarlarında iltihabi kalınlaşma ve pıhtılaşma eğilimi başlar; bu süreç, mikro damarların tıkanmasına ve zamanla kaybolmasına neden olur. Kılcal damar ağının daralıp tıkanması nedeniyle kemik ve çevre yumuşak dokulara yeterli miktarda kan, oksijen ve besin ulaşamaz; dokuda uzun süreli bir hipoksi oluşur. Kemik hücrelerinin canlılığını yitirmesine, dokunun kendini yenileme ve iyileştirme mekanizmalarının durmasına yol açabilir. Kan dolaşımı doğası gereği sınırlı olan mandibulada gelişen damarsal yetersizlik; tedavi sonrasında yapılacak diş çekimi, protez baskısı veya ufak bir diş eti yaralanması ardından yaranın iyileşmemesine ve kemiğin nekroze olarak açıkta kalmasına (osteoradyonekroz) zemin hazırlar (Hsieh et al., 2025; Kameni et al., 2024; Man et al., 2026).

3.KEMİK DOKUSU ÜZERİNDEKİ RADYASYON HASARLARI

Maksillofasial iskelet, baş-boyun malignitelerinin radyoterapisinde tümör loju veya elektif lenfatik drenaj alanları içerisinde sıklıkla yüksek doz radyasyona maruz kalan en dirençli ancak hasarlandığında rejenerasyonu en güç dokulardan biridir(Kameni et al., 2024; Y. Wang et al., 2024). İyonize radyasyon, kemiğin hücresel elemanları (osteositler, osteoblastlar, osteoklastlar) ile vasküler ağını (Haversian ve Volkmann kanalları, periostal pleksus) doğrudan ve dolaylı mekanizmalarla tahrip ederek kemik döngüsünü, mineralizasyon dengesini ve fizyolojik tamir kapasitesini bozar (Sharma et al., 2023; Y. Wang et al., 2024). Kemik iliği kaynaklı mezenkimal kök hücreler ve osteoblastlar, yüksek mitoz potansiyelleri nedeniyle radyasyona belirgin düzeyde duyarlıdır(Berk, 2024) . Kemik lakünleri içinde yerleşik osteositler nispeten daha dirençli kabul edilse de terapötik dozlar sonrasında mitokondriyal hasar ve apoptoza uğrarlar. Lakünlerin boşalması (osteosit nekrozu), kemiğin mekanik uyarıları algılama ve geri bildirim mekanizmalarını ve mikromimarisini geri dönüşümsüz olarak bozar (Green & Rubin, 2014; Y. Wang et al., 2024). Kemik rezorpsiyonundan sorumlu osteoklastlar başlangıçta radyasyona dirençli görünse de zamanla öncül monosit/makrofaj havuzunun tükenmesi ve RANKL/OPG dengesinin bozulması sonucunda hasarlı kemiğin fizyolojik rezorpsiyonu ve modellenmesi engellenir;

bu durum avasküler nekrotik kemiğin ortamdan uzaklaştırılamamasına neden olur(Donaubauer et al., 2020).

4.OSTEORADYONEKROZ (ORN)

Baş-boyun bölgesine yönelik malignite tedavisi kapsamında küratif veya adjuvan radyoterapi öyküsü bulunan bir hastada, primer tümör nüksü veya kemik metastazı olmaksızın, ışınlanmış çene kemiğinde en az 8-12 hafta süreyle klinik olarak açıkta kalan nekrotik kemik varlığı veya mukozal perfüzyon kaybı olmaksızın radyolojik/histopatolojik olarak progresif kemik harabiyetinin ve iskemik lizisin kanıtlandığı patolojik durumdur (Frankart et al., 2021; Watson et al., 2023).

Osteoradyonekroz etiyolojisi

Radyoterapi sonrası kontrolsüz diş çekimleri (en sık tetikleyici etken), periodontal apseler, travmatik protez vurukları ve kötü oral hijyen osteonekrozun lokal sebepleridir (Beaumont et al., 2021; Naseer et al., 2025). Sistemik sebepler arasında, tütün ve alkol kullanımı, eşzamanlı kemoterapi, yetersiz beslenme ve kontrolsüz diyabet sayılabilir (Kubota et al., 2021; Singh et al., 2022; Treister et al., 2022).

Mandibulaya giden kümülatif doz en belirleyici değişkendir. Genellikle 50 Gy üzerindeki dozlarda risk başlar; 60–65 Gy ve üzeri doz alan kemik hacimlerinde ORN insidansı artar(Caparrotti et al., 2017). ORN olgularının %85-90'ından fazlası mandibulada, özellikle premolar-molar gövde bölgesinde izlenir (Lyons & Ghazali, 2008a; Singh et al., 2022; Thorn et al., 2000). Mandibulanın maksillaya kıyasla belirgin derecede yüksek yatkınlık göstermesi iki temel anatomik ve biyofiziksel nedene dayanır:

Vaskülarizasyon ve Perfüzyon Mimarisi: Maksilla; çok sayıda anastomoz yapan zengin kollateral mikrovasküler ağa, yüksek oranda spongiyöz kemik mimarisine ve ince kortekse sahiptir. Buna karşılık mandibula, santral kemik beslenmesini büyük oranda tek uç dal olan *arteria alveolaris inferior* ve sınırlı periostal pleksustan alır. İyonizan radyasyonun yol açtığı mikrovasküler tromboz, endotelyal apoptoz ve obliteratif endarterit, kollateral dolaşımı yetersiz olan mandibuler kemik iliğinde geri dönüşümsüz iskemik hasar meydana getirebilir (Frankart et al., 2021; Singh et al., 2022).

Kortikal Yoğunluk ve Radyasyon Absorpsiyonu: Mandibula gövdesi, maksillaya göre belirgin derecede kalın, kompakt ve mineral yoğunluğu yüksek bir kortikal kemik kütlesiyle çevrilidir. Foton demetleri yoğun kortikal kemikten geçerken Compton ve fotoelektrik etkileşimlerin artması sonucu yumuşak dokulara ve spongiyöz kemiğe kıyasla daha yüksek oranda radyasyon enerjisi absorbe eder. Kortekste meydana gelen bu yerel doz artışı, osteosit kaybını ve derin kemik harabiyetini hızlandırarak nekroz riskini belirginleştirir (Frankart et al., 2021; Peterson et al., 2024; Rosenfeld et al., 2021).

Osteoradyonekrozun klinik bulguları

Osteoradyonekrozun klinik tablosu, lezyonun anatomik lokalizasyonuna, etkilenen kemik hacmine ve sekonder enfeksiyonun derecesine bağlı olarak asemptomatik erken dönemden hayat kalitesini tehdit eden destrüktif komplikasyonlara kadar geniş bir spektrum sergiler (Chronopoulos et al., 2018).

Mukozal Defekt ve Açığa Çıkmış Kemik (Exposed Bone): ORN'nin en karakteristik klinik bulgusu, ışınlanmış çene bölgesinde üzerini örten mukoza veya derinin perfüzyonunu kaybederek ülserleşmesi ve nekrotik kemiğin açıkta kalmasıdır. Açığa çıkan kortikal kemik genellikle pürüzlü, mat, sarımsı-kahverengi veya gri-beyaz renkte izlenir ve spontan granülasyon dokusu oluşturamaz. Ancak güncel literatürde, üzeri mukoza ile örtülü olmasına rağmen derin trabeküler destrüksiyonla seyreden, mukozal bütünlüğü bozulmamış olguların da klinik tablonun bir parçası olduğu bildirilmektedir (Frankart et al., 2021; Peterson et al., 2024).

Ağrı ve Parestezi / Duyu Kaybı: Erken evrelerde lezyon asemptomatik seyredebilirse de süreç ilerledikçe derin, künt ve zonklayıcı bir kemik ağrısı olan bir tablo izlenir. Özellikle mandibuler yerleşimli lezyonlarda inferior alveolar sinirin mikrovasküler iskemisi, basısı veya doğrudan destrüksiyonu sonucunda alt dudak ve çene ucunda parestezi, hiperestezi veya anestezi gelişebilir; bu durum klinisyene altta yatan kemik hasarının boyutunu gösteren kritik bir nörolojik bulgudur (Lyons & Ghazali, 2008b; Singh et al., 2022).

Sekonder Enfeksiyon: Nekrotik ve avasküler kemik dokusunun oral mikrobiyota ile teması, anaerobik bakterilerin kolonizasyonunu kolaylaştırır. Bu duruma bağlı olarak kemik marjınlarından pürülan eksüda drenajı, belirgin yumuşak doku eritemi, ödem ve kötü ağız kokusu ortaya çıkar(Chronopoulos et al., 2018).

Fistülizasyon ve Sekestrasyon: İskemik lizisin devam etmesi sonucunda nekrotik kemik parçaları canlı kemikten ayrılarak sekestir formasyonu oluşturur; bu sekestirler zaman zaman spontan olarak oral kaviteye ekspoze olabilir. İlerlemiş olgularda yumuşak dokuyu perfore eden kronik intraoral veya kutanöz fistül yolları meydana gelir(Peterson et al., 2024).

Trismus ve Çiğneme Fonksiyon Bozukluğu: Radyasyonun çiğneme kaslarında yol açtığı radyasyon fibrozu ve komşu kemikteki inflamatuvar reaksiyon, ağız açıklığında ilerleyici kısıtlılığa neden olur (Singh et al., 2022).

Patolojik Fraktür: Osteolitik harabiyetin mandibula alt kenarına ulaştığı ve kemiğin biyomekanik direncini yitirdiği ileri evrelerde, hafif çiğneme kuvvetleri esnasında dahi spontan patolojik fraktürler gelişebilmektedir(Frankart et al., 2021; Lyons & Ghazali, 2008b; Peterson et al., 2024).

5.RADYOTERAPİ ALAN HASTALARDA KLİNİK YÖNETİM, KORUMA VE TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Baş-boyun radyoterapisi alan hastalarda ortaya çıkan kemik ve yumuşak doku toksisitelerinin yönetimi; ağız diş ve çene radyologları, çene cerrahları, radyasyon onkologları ve medikal onkologların birlikte çalıştığı multidisipliner bir yaklaşım gerektirir(Jawad et al., 2015). Radyasyon hasarlarının önlenmesi ve tedavisi; radyoterapi öncesi hazırlık, tedavi süresince destekleyici bakım ve tedavi sonrası uzun dönem komplikasyonların yönetimi olmak üzere üç ana fazda yürütülür(Epstein et al., 2012).

Radyoterapi Öncesi Hazırlık ve Koruyucu Protokoller

Diş Hekimliği Konsültasyonu ve Oral Eliminasyon: Radyoterapinin ilk seansı planlanmadan önce diş hekimi tarafından kapsamlı klinik ve radyografik değerlendirme zorunludur. Yüksek doz ışınlama sahasında kalacak kemik segmentleri içindeki patolojiler öncelikli olarak elimine edilmelidir (Jawad et al., 2015).

Cerrahi çekimler, radyoterapinin ilk fraksiyonundan en az 14–21 gün önce tamamlanmalıdır. Bu süre, çekim socketinin primer epitelizasyonu ve subepitelyal osteoblastik onarımın başlaması için gereklidir. Çekim sırasında atravmatik teknikler uygulanmalı, keskin alveol kret kenarları düzeltilmeli ve primer yumuşak doku kapatılması sağlanmalıdır (Jawad et al., 2015; Lajolo et al., 2021).

Baş-boyun radyoterapisinin planlama aşamasında hazırlanan kişiye özel intraoral apareyler (stentler ve splintler), sağlıklı çevre dokuların gereksiz radyasyondan korunmasında ve komplikasyonların azaltılmasında kritik bir rol oynar. Doku uzaklaştırıcı stentler; dil, yanak ve dudak mukozası gibi hassas risk altındaki organları primer hedef hacimden mekanik olarak uzaklaştırarak bu dokuların aldığı kümülatif dozu ve buna bağlı mukozit ile kserostomi riskini minimize eder(Strojan et al., 2017; Wilke et al., 2017).

Radyoterapi Sırasında ve Sonrasında Destekleyici Bakım

Fotobiyomodülasyon / Düşük Doz Lazer Tedavisi: Definitif veya adjuvan baş-boyun kemoradyoterapisi alan hastalarda akut mukozitin profilaksi ve tedavisinde, derece 3–4 oral mukozit insidansını, süresini ve ağrı şiddetini azaltmada yüksek kanıt düzeyine sahip yöntemdir.

Topikal ve Sistemik Protokoller: Alkol içermeyen %0,2 klorheksidin glukonat, sodyum bikarbonat veya tuzlu su irrigasyonları oral mikrobiyotayı dengeler. Ağrı kontrolünde topikal morfin veya benzidamin hidroklorür gargaraları ve WHO analjezik basamağına uygun sistemik opioidler tercih edilir (Elad et al., 2020b).

Rezidüel fonksiyonel asiner parankimi bulunan hastalarda sistemik kolinerjik agonistler tükürük salgısını stimüle etmek amacıyla kullanılır(Strojan et al., 2017).

Fizyoterapi ve Mekanik Cihazlar: Tedavinin başlangıcından itibaren aktif ve pasif ağız açma egzersizleri günde 3–4 seans uygulanmalıdır(Dijkstra et al., 2007).

Osteoradyonekroz Tedavi Stratejileri

ORN'nin klinik yönetimi; lezyonun evresine, kemik defektinin boyutuna ve patolojik fraktür varlığına göre konservatif, medikal veya cerrahi olarak planlanır (Lyons & Ghazali, 2008a; Strojan et al., 2017).

Topikal Bakım ve Antimikrobiyal Tedavi: Asemptomatik, sınırlı kemik açığa çıkmalarında agresif cerrahi girişimlerden kaçınılmalıdır. Lokal debritleme, keskin kemik çıkıntılarının düzeltilmesi, %0,12–0,2 klorheksidin gargaraları ve sekonder enfeksiyon alevlenmelerinde hedef mikrobiyotaya yönelik sistemik antibiyotik uygulaması tercih edilir (Lyons & Ghazali, 2008a; Strojan et al., 2017).

Anti-fibroatrofik Farmakoterapi: Delanian ve ark. (Delanian et al., 2005, 2011) tarafından geliştirilen bu protokol, radyasyona bağlı vasküler trombozu ve serbest oksijen radikallerinin oluşturduğu fibrozu geriletmeyi hedefler. Protokol; eritrosit esnekliğini ve mikrodolaşımı artıran Pentoksifilin, serbest radikal süpürücüsü Tokoferol ve bazen kemik matriks yıkımını inhibe eden Klodronat kombinasyonunu içerir. Uzun süreli kullanımda ileri evre olmayan lezyonlarda tam mukozal kapanma ve kemik rejenerasyonu bildirilmiştir(Fouzas et al., 2026; Lombardi et al., 2026).

Hiperbarik Oksijen Tedavisi (HBOT): Güncel Kanıtlar ve Tartışmalar: Hiperbarik oksijen, doku parsiyel oksijen basıncını artırarak geçici neoanjiyogenezi, fibroblast proliferasyonunu ve kolajen sentezini uyarma prensibine dayanır. Güncel uluslararası kılavuzlar, HBOT'un rutin ve tek başına bir tedavi modalitesi olarak kullanımını zayıf kanıt düzeyi nedeniyle tavsiye etmemekte; yalnızca refrakter, cerrahi aday olmayan veya cerrahi rezeksiyona ek adjuvan olarak seçilmiş yüksek riskli olgularda değerlendirilebileceğini belirtmektedir (Peterson et al., 2025; Sultan et al., 2017)

Cerrahi Yaklaşımlar: Konservatif ve medikal tedaviye dirençli, kemik iliğini tutan veya yaygın osteoliz gösteren vakalarda cerrahi kaçınılmazdır.

Sekestrektomi ve Marjinal Rezeksiyon: Mandibula inferior bazal korteksinin korunduğu sınırlı nekrozlarda, kanayan sağlıklı kemik sınırlarına kadar yapılan konservatif debridman ve sekestrektomidir(Fritz et al., 2025; Lyons & Ghazali, 2008).

Segmental Rezeksiyon ve Serbest Flep Rekonstrüksiyonu: Patolojik kırık, orokütanöz fistül veya mandibulayı tam kat tutarak alt sınır devamlılığını bozan ileri evre osteoradyonekroz olgularında altın standart yaklaşımdır. Canlılığını yitirmiş kemik segmenti kanayan sağlam cerrahi marjinlerle çıkarılır ve defekt alanı mikrovasküler anastomozlu serbest doku aktarımıyla onarılır. Güncel cerrahi yaklaşımlarda bilgisayar destekli sanal cerrahi planlama ve kişiye özel üç boyutlu kesim rehberlerinin kullanımı; ameliyat süresini kısaltmakta, rekonstrüksiyon hassasiyetini ve kemik devamlılığını belirgin biçimde artırmaktadır (Annino et al., 2022; Barr et al., 2020; Peterson et al., 2025).

6.SONUÇ

Baş boyun bölgesi radyoterapi alan hastalarda, maksillofasiyal dokuların mümkün olduğu kadar korunması ve doku hasarının minimale indirilmesi, hasta yaşam kalitesi için önemlidir. Diş hekimi, medikal onkolog ve radyasyon onkoloğu işbirliği ile güncel protokoller ışığında tedavi gerçekleştirilmeli.

KAYNAKÇA

- Alfouzan, A. F. (2021). Radiation therapy in head and neck cancer. *Saudi Medical Journal*, 42(3), 247–254. <https://doi.org/10.15537/smj.2021.42.3.20210660>
- Annino, D. J., Hansen, E. E., Sethi, R. K., Horne, S., Rettig, E. M., Uppaluri, R., & Goguen, L. A. (2022). Accuracy and outcomes of virtual surgical planning and 3D-printed guides for osseous free flap reconstruction of mandibular osteoradionecrosis. *Oral Oncology*, 135, 106239. <https://doi.org/10.1016/j.oraloncology.2022.106239>
- Argiris, A., Karamouzis, M. V., Raben, D., & Ferris, R. L. (2008). Head and neck cancer. *The Lancet*, 371(9625), 1695–1709. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(08\)60728-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(08)60728-X)
- Barr, M. L., Haveles, C. S., Rezzadeh, K. S., Nolan, I. T., Castro, R., Lee, J. C., Steinbacher, D., & Pfaff, M. J. (2020). Virtual Surgical Planning for Mandibular Reconstruction With the Fibula Free Flap. *Annals of Plastic Surgery*, 84(1), 117–122. <https://doi.org/10.1097/SAP.0000000000002006>
- Beaumont, S., Bhatia, N., McDowell, L., Fua, T., McCullough, M., Celentano, A., & Yap, T. (2021). Timing of dental extractions in patients undergoing radiotherapy and the incidence of osteoradionecrosis: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 59(5), 511–523. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2020.10.006>
- Berk, L. (2024). The effects of high-dose radiation therapy on bone: a scoping review. *Radiation Oncology Journal*, 42(2), 95–103. <https://doi.org/10.3857/roj.2023.00969>
- Bray, F., Ferlay, J., Soerjomataram, I., Siegel, R. L., Torre, L. A., & Jemal, A. (2018). Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 68(6), 394–424. <https://doi.org/10.3322/caac.21492>
- Caparrotti, F., Huang, S. H., Lu, L., Bratman, S. V., Ringash, J., Bayley, A., Cho, J., Giuliani, M., Kim, J., Waldron, J., Hansen, A., Tong, L., Xu, W., O’Sullivan, B., Wood, R., Goldstein, D., & Hope, A. (2017). Osteoradionecrosis of the mandible in patients with oropharyngeal carcinoma treated with intensity-modulated radiotherapy. *Cancer*, 123(19), 3691–3700. <https://doi.org/10.1002/cncr.30803>
- Castelli, J., Simon, A., Lafond, C., Perichon, N., Rigaud, B., Chajon, E., De Bari, B., Ozsahin, M., Bourhis, J., & de Crevoisier, R. (2018). Adaptive radiotherapy for head and neck cancer. *Acta Oncologica*, 57(10), 1284–1292. <https://doi.org/10.1080/0284186X.2018.1505053>
- Chronopoulos, A., Zarra, T., Ehrenfeld, M., & Otto, S. (2018). Osteoradionecrosis of the jaws: definition, epidemiology, staging and clinical and radiological

- findings. A concise review. *International Dental Journal*, 68(1), 22–30. <https://doi.org/10.1111/idj.12318>
- Delanian, S., Chatel, C., Porcher, R., Depondt, J., & Lefaix, J.-L. (2011). Complete Restoration of Refractory Mandibular Osteoradionecrosis by Prolonged Treatment with a Pentoxifylline-Tocopherol-Clodronate Combination (PENTOCLO): A Phase II Trial. *International Journal of Radiation Oncology*Biophysics*, 80(3), 832–839. <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2010.03.029>
- Delanian, S., Depondt, J., & Lefaix, J.-L. (2005). Major healing of refractory mandible osteoradionecrosis after treatment combining pentoxifylline and tocopherol: A phase II trial. *Head & Neck*, 27(2), 114–123. <https://doi.org/10.1002/hed.20121>
- Dijkstra, P. U., Sterken, M. W., Pater, R., Spijkervet, F. K. L., & Roodenburg, J. L. N. (2007). Exercise therapy for trismus in head and neck cancer. *Oral Oncology*, 43(4), 389–394. <https://doi.org/10.1016/j.oraloncology.2006.04.003>
- Donaubauer, A.-J., Deloch, L., Becker, I., Fietkau, R., Frey, B., & Gaipl, U. S. (2020). The Influence of Radiation on Bone and Bone Cells—Differential Effects on Osteoclasts and Osteoblasts. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(17), 6377. <https://doi.org/10.3390/ijms21176377>
- Douglass, M. (2018). Eric J. Hall and Amato J. Giaccia: Radiobiology for the radiologist. *Australasian Physical & Engineering Sciences in Medicine*, 41(4), 1129–1130. <https://doi.org/10.1007/s13246-018-0684-1>
- Elad, S., Cheng, K. K. F., Lalla, R. V., Yarom, N., Hong, C., Logan, R. M., Bowen, J., Gibson, R., Saunders, D. P., Zadik, Y., Ariyawardana, A., Correa, M. E., Ranna, V., & Bossi, P. (2020a). MASCC/ISOO clinical practice guidelines for the management of mucositis secondary to cancer therapy. *Cancer*, 126(19), 4423–4431. <https://doi.org/10.1002/cncr.33100>
- Epstein, J. B., Thariat, J., Bensadoun, R., Barasch, A., Murphy, B. A., Kolnick, L., Popplewell, L., & Maghami, E. (2012). Oral complications of cancer and cancer therapy. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 62(6), 400–422. <https://doi.org/10.3322/caac.21157>
- Fouzas, M., Kalfarentzos, E., Nelke, K., & Perisanidis, C. (2026). Surgical Management of Advanced Mandibular Osteonecrosis Utilizing a Contemporary Mandibular Reconstruction Plate in Patients Unsuitable for Free Flap Reconstruction—Preliminary Study and Case Series. *Journal of Clinical Medicine*, 15(5), 1694. <https://doi.org/10.3390/jcm15051694>
- Frankart, A. J., Frankart, M. J., Cervenka, B., Tang, A. L., Krishnan, D. G., & Takiar, V. (2021). Osteoradionecrosis: Exposing the Evidence Not the Bone.

- International Journal of Radiation Oncology*Biology*Physics*, 109(5), 1206–1218. <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2020.12.043>
- Fritz, M. A., Arianpour, K., Liu, S. W., Lamarre, E. D., Genther, D. J., Ciolek, P. J., Byrne, P. J., & Prendes, B. L. (2025). Managing Mandibular Osteoradionecrosis. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, 172(2), 406–418. <https://doi.org/10.1002/ohn.990>
- Gardner, L. L., Thompson, S. J., O'Connor, J. D., & McMahon, S. J. (2024). Modelling radiobiology. *Physics in Medicine & Biology*, 69(18), 18TR01. <https://doi.org/10.1088/1361-6560/ad70f0>
- Gerlach, T., Brunello, G., Tenbrink, C., Schumacher, J., Haussmann, J., Irschfeld, L., Neuwahl, J., Schmidt, L., Schipper, J., Plettenberg, C., Schorn, L., Kübler, N., Weitz, L., Ljmani, A., Antoch, G., Khosravi, Z., Röhrig, S., Gottschlag, H., Gierthmühlen, P., ... Jazmati, D. (2026). Radiation-induced oral side effects in head and neck cancer: a scoping review and interdisciplinary recommendations. *BMC Oral Health*, 26(1), 617. <https://doi.org/10.1186/s12903-026-08100-4>
- Green, D. E., & Rubin, C. T. (2014). Consequences of irradiation on bone and marrow phenotypes, and its relation to disruption of hematopoietic precursors. *Bone*, 63, 87–94. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2014.02.018>
- Grégoire, V., Langendijk, J. A., & Nuyts, S. (2015). Advances in Radiotherapy for Head and Neck Cancer. *Journal of Clinical Oncology*, 33(29), 3277–3284. <https://doi.org/10.1200/JCO.2015.61.2994>
- Gupta, N., Pal, M., Rawat, S., Grewal, M., Garg, H., Chauhan, D., Ahlawat, P., Tandon, S., Khurana, R., Pahuja, A., Mayank, M., & Devnani, B. (2015). Radiation-induced dental caries, prevention and treatment - A systematic review. *National Journal of Maxillofacial Surgery*, 6(2), 160. <https://doi.org/10.4103/0975-5950.183870>
- Haidar, Z. S. (2022). Radiation-induced salivary gland damage/dysfunction in head and neck cancer: Nano-bioengineering strategies and artificial intelligence for prevention, therapy and reparation. *Journal of Radiology and Oncology*, 6(3), 027–044. <https://doi.org/10.29328/journal.jro.1001044>
- Hsieh, F., Klibngern, H., Zhu, R., Tsao, C.-K., & Kao, H.-K. (2025). Management of Osteoradionecrosis in Jaws. *Seminars in Plastic Surgery*, 39(04), 236–241. <https://doi.org/10.1055/s-0045-1813709>
- Jawad, H., Hodson, N. A., & Nixon, P. J. (2015). A review of dental treatment of head and neck cancer patients, before, during and after radiotherapy: part 1. *British Dental Journal*, 218(2), 65–68. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2015.28>
- Jensen, S. B., Vissink, A., Limesand, K. H., & Reyland, M. E. (2019). Salivary Gland Hypofunction and Xerostomia in Head and Neck Radiation Patients. *JNCI Monographs*, 2019(53). <https://doi.org/10.1093/jncimonographs/lgz016>

- Kameni, L. E., Januszyk, M., Berry, C. E., Downer, M. A., Parker, J. B., Morgan, A. G., Valencia, C., Griffin, M., Li, D. J., Liang, N. E., Momeni, A., Longaker, M. T., & Wan, D. C. (2024). A Review of Radiation-Induced Vascular Injury and Clinical Impact. *Annals of Plastic Surgery*, 92(2), 181–185. <https://doi.org/10.1097/SAP.00000000000003723>
- Kırca, K., & Kutlutürkan, S. (2018). Baş-Boyun Kanserlerinde Radyoterapiye Bağlı Gelişen Erken ve Geç Dönemdeki Semptomların Kontrolü. *Acibadem Universitesi Saglik Bilimleri Dergisi*, 0–0. <https://doi.org/10.31067/0.2018.15>
- Kubota, H., Miyawaki, D., Mukumoto, N., Ishihara, T., Matsumura, M., Hasegawa, T., Akashi, M., Kiyota, N., Shinomiya, H., Teshima, M., Nibu, K., & Sasaki, R. (2021). Risk factors for osteoradionecrosis of the jaw in patients with head and neck squamous cell carcinoma. *Radiation Oncology*, 16(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s13014-020-01701-5>
- Lajolo, C., Gioco, G., Rupe, C., Troiano, G., Cordaro, M., Lucchese, A., Paludetti, G., & Giuliani, M. (2021). Tooth extraction before radiotherapy is a risk factor for developing osteoradionecrosis of the jaws: A systematic review. *Oral Diseases*, 27(7), 1595–1605. <https://doi.org/10.1111/odi.13485>
- Lombardi, N., Basta, V., Morelli, C., Ghidini, G., Lodi, G., & Varoni, E. M. (2026). Pentoxifylline and Tocopherol for the Management of Medication-Related Osteonecrosis of the Jaw (MRONJ): A Retrospective Clinical Audit. *Antibiotics*, 15(3), 280. <https://doi.org/10.3390/antibiotics15030280>
- Lyons, A., & Ghazali, N. (2008a). Osteoradionecrosis of the jaws: current understanding of its pathophysiology and treatment. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 46(8), 653–660. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2008.04.006>
- Machiels, J.-P., René Leemans, C., Golusinski, W., Grau, C., Licitra, L., & Gregoire, V. (2020). Squamous cell carcinoma of the oral cavity, larynx, oropharynx and hypopharynx: EHNS–ESMO–ESTRO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Annals of Oncology*, 31(11), 1462–1475. <https://doi.org/10.1016/j.annonc.2020.07.011>
- Machtay, M., Moughan, J., Trotti, A., Garden, A. S., Weber, R. S., Cooper, J. S., Forastiere, A., & Ang, K. K. (2008). Factors Associated With Severe Late Toxicity After Concurrent Chemoradiation for Locally Advanced Head and Neck Cancer: An RTOG Analysis. *Journal of Clinical Oncology*, 26(21), 3582–3589. <https://doi.org/10.1200/JCO.2007.14.8841>
- Man, K. H., Tam, S. Y., Huang, M., Law, H. K.-W., Zeng, W., Ying, M. T.-C., & Li, Y. (2026). Mechanisms and clinical implications of radiation-induced endothelial dysfunction. *Radiation Oncology*. <https://doi.org/10.1186/s13014-026-02892-z>

- Mercadante, V., Jensen, S. B., Smith, D. K., Bohlke, K., Bauman, J., Brennan, M. T., Coppes, R. P., Jessen, N., Malhotra, N. K., Murphy, B., Rosenthal, D. I., Vissink, A., Wu, J., Saunders, D. P., & Peterson, D. E. (2021). Salivary Gland Hypofunction and/or Xerostomia Induced by Nonsurgical Cancer Therapies: ISOO/MASCC/ASCO Guideline. *Journal of Clinical Oncology*, 39(25), 2825–2843. <https://doi.org/10.1200/JCO.21.01208>
- Moreno, A. C., Frank, S. J., Garden, A. S., Rosenthal, D. I., Fuller, C. D., Gunn, G. B., Reddy, J. P., Morrison, W. H., Williamson, T. D., Holliday, E. B., Phan, J., & Blanchard, P. (2019). Intensity modulated proton therapy (IMPT) – The future of IMRT for head and neck cancer. *Oral Oncology*, 88, 66–74. <https://doi.org/10.1016/j.oraloncology.2018.11.015>
- Naseer, A., Brennan, S., MacCarthy, D., O’Connell, J. E., O’Sullivan, E., & Leech, M. (2025). Prevention of osteoradionecrosis in patients with head and neck cancer treated with radiation therapy. *Head & Neck*, 47(2), 472–484. <https://doi.org/10.1002/hed.27927>
- Nutting, C. M., Morden, J. P., Harrington, K. J., Urbano, T. G., Bhide, S. A., Clark, C., Miles, E. A., Miah, A. B., Newbold, K., Tanay, M., Adab, F., Jefferies, S. J., Scrase, C., Yap, B. K., A’Hern, R. P., Sydenham, M. A., Emson, M., & Hall, E. (2011). Parotid-sparing intensity modulated versus conventional radiotherapy in head and neck cancer (PARSPORT): a phase 3 multicentre randomised controlled trial. *The Lancet Oncology*, 12(2), 127–136. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(10\)70290-4](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(10)70290-4)
- Peterson, D. E., Koefman, S. A., Yarom, N., Lynggaard, C. D., Ismaila, N., Forner, L. E., Fuller, C. D., Mowery, Y. M., Murphy, B. A., Watson, E., Yang, D. H., Alajbeg, I., Bossi, P., Fritz, M., Futran, N. D., Gelblum, D. Y., King, E., Ruggiero, S., Smith, D. K., ... Saunders, D. (2024). Prevention and Management of Osteoradionecrosis in Patients With Head and Neck Cancer Treated With Radiation Therapy: ISOO-MASCC-ASCO Guideline. *Journal of Clinical Oncology*, 42(16), 1975–1996. <https://doi.org/10.1200/JCO.23.02750>
- Peterson, D. E., Yarom, N., Lynggaard, C. D., Ismaila, N., & Saunders, D. (2025). Implementation of the 2024 ASCO guidelines for the prevention and management of osteoradionecrosis in patients with head & neck cancer treated with radiation therapy. *Current Opinion in Oncology*, 37(3), 184–193. <https://doi.org/10.1097/CCO.0000000000001130>
- Rosenfeld, E., Eid, B., Masri, D., Popovtzer, A., Mizrachi, A., & Chaushu, G. (2021). Is the Risk to Develop Osteoradionecrosis of the Jaws Following IMRT for Head and Neck Cancer Related to Co-Factors? *Medicina*, 57(5), 468. <https://doi.org/10.3390/medicina57050468>

- Sharma, S., Shankar, R., Ravi Kiran, B. S., Breh, R., Sarangi, S., & Kumar Upadhyay, A. (2023). A Narrative Review of Osteonecrosis of the Jaw: What a Clinician Should Know. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.51183>
- Singh, A., Huryn, J. M., Kronstadt, K. L., Yom, S. K., Randazzo, J. R., & Estilo, C. L. (2022). Osteoradionecrosis of the jaw: A mini review. *Frontiers in Oral Health*, 3. <https://doi.org/10.3389/froh.2022.980786>
- Sonis, S. T. (2009). Mucositis: The impact, biology and therapeutic opportunities of oral mucositis. *Oral Oncology*, 45(12), 1015–1020. <https://doi.org/10.1016/j.oraloncology.2009.08.006>
- Sroussi, H. Y., Epstein, J. B., Bensadoun, R., Saunders, D. P., Lalla, R. V., Migliorati, C. A., Heavilin, N., & Zumsteg, Z. S. (2017). Common oral complications of head and neck cancer radiation therapy: mucositis, infections, saliva change, fibrosis, sensory dysfunctions, dental caries, periodontal disease, and osteoradionecrosis. *Cancer Medicine*, 6(12), 2918–2931. <https://doi.org/10.1002/cam4.1221>
- Strojan, P., Hutcheson, K. A., Eisbruch, A., Beitler, J. J., Langendijk, J. A., Lee, A. W. M., Corry, J., Mendenhall, W. M., Smee, R., Rinaldo, A., & Ferlito, A. (2017). Treatment of late sequelae after radiotherapy for head and neck cancer. *Cancer Treatment Reviews*, 59, 79–92. <https://doi.org/10.1016/j.ctrv.2017.07.003>
- Sultan, A., Hanna, G. J., Margalit, D. N., Chau, N., Goguen, L. A., Marty, F. M., Rabinowits, G., Schoenfeld, J. D., Sonis, S. T., Thomas, T., Tishler, R. B., Treister, N. S., Villa, A., Woo, S.-B., Haddad, R., & Mawardi, H. (2017). The Use of Hyperbaric Oxygen for the Prevention and Management of Osteoradionecrosis of the Jaw: A Dana-Farber/Brigham and Women's Cancer Center Multidisciplinary Guideline. *The Oncologist*, 22(11), 1413–1413. <https://doi.org/10.1634/theoncologist.2016-0298erratum>
- Thorn, J. J., Hansen, H. S., Specht, L., & Bastholt, L. (2000). Osteoradionecrosis of the jaws: Clinical characteristics and relation to the field of irradiation. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 58(10), 1088–1093. <https://doi.org/10.1053/joms.2000.9562>
- Treister, N. S., Brennan, M. T., Sollecito, T. P., Schmidt, B. L., Patton, L. L., Mitchell, R., Haddad, R. I., Tishler, R. B., Lin, A., Shadick, R., Hodges, J. S., & Lalla, R. V. (2022). Exposed bone in patients with head and neck cancer treated with radiation therapy: An analysis of the Observational Study of Dental Outcomes in Head and Neck Cancer Patients (OraRad). *Cancer*, 128(3), 487–496. <https://doi.org/10.1002/cncr.33948>
- Viani, G., Gouveia, A. G., Matsuura, F. K., Neves, L. V. F., Marta, G. N., Chua, M., & Moraes, F. Y. (2023). Assessing the efficacy of palliative radiation treatment schemes for locally advanced squamous cell carcinoma of the head

- and neck: a meta-analysis. *Reports of Practical Oncology and Radiotherapy*, 28(2), 137–146. <https://doi.org/10.5603/RPOR.a2023.0021>
- Wang, H., Zheng, Z., Zhang, Y., Bian, C., Bao, J., Xin, Y., & Jiang, X. (2023). Locally advanced head and neck squamous cell carcinoma treatment efficacy and safety: a systematic review and network meta-analysis. *Frontiers in Pharmacology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1269863>
- Wang, Y., Turkstani, H., Alfaifi, A., & Akintoye, S. O. (2024). Diagnostic and Therapeutic Approaches to Jaw Osteoradionecrosis. *Diagnostics*, 14(23), 2676. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14232676>
- Watson, E. E., Hueniken, K., Lee, J., Huang, S. H., Maghrabi A, A. El, Xu, W., Moreno, A. C., Tsai, C. J., Hahn, E., McPartlin, A. J., Yao, C. M., Goldstein, D. P., De Almeida, J. R., Waldon, J. N., Fuller, C. D., Hope, A. J., Ruggiero, S. L., Glogauer, M., & Hosni, A. A. (2023). *Development and Standardization of a Classification System for Osteoradionecrosis: Implementation of a Risk-Based Model*. <https://doi.org/10.1101/2023.09.12.23295454>
- Weiss, M.-L., Domschikowski, J., Krug, D., Sonnhoff, M., Nitsche, M., Hoffmann, W., Becker-Schiebe, M., Bock, F., Hoffmann, M., Schmalz, C., Dunst, J., & Fabian, A. (2023). The impact of palliative radiotherapy on health-related quality of life in patients with head and neck cancer – Results of a multicenter prospective cohort study. *Clinical and Translational Radiation Oncology*, 41, 100633. <https://doi.org/10.1016/j.ctro.2023.100633>
- Wilke, C. T., Zaid, M., Chung, C., Fuller, C. D., Mohamed, A. S. R., Skinner, H., Phan, J., Gunn, G. B., Morrison, W. H., Garden, A. S., Frank, S. J., Rosenthal, D. I., Chambers, M. S., & Koay, E. J. (2017). Design and fabrication of a 3D–printed oral stent for head and neck radiotherapy from routine diagnostic imaging. *3D Printing in Medicine*, 3(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s41205-017-0021-4>

