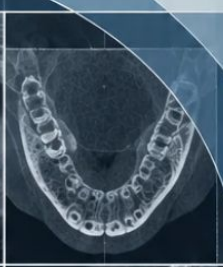
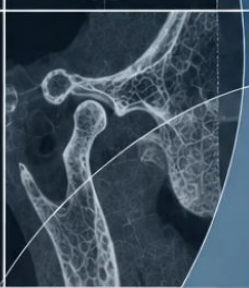
DENTOMAKSİLLOFASİYAL DİAGNOSTİK GÖRÜNTÜLEME BİLİMLERİ VE AĞIZ, DİŞ VE ÇENE CERRAHİSİ

Editör:
Prof. Dr. Kıvanç KAMBUROGLU



BİDGE Yayınları

BİDGE Yayınları

Dentomaksillofasiyal Diagnostik Görüntüleme Bilimleri ve Ağız, Diş Ve Çene Cerrahisi

Editör: Prof. Dr. Kıvanç KAMBUROGLU

ISBN: 978-625-5474-43-8

1. Baskı
Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL
Yayınlama Tarihi: 2026-10-25
BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374
Yayın hakları © BİDGE Yayınları
www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com
Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.
Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya / Ankara

İÇİNDEKİLER

GENİOPLASTİ: CERRAHİ ANATOMİ, PLANLAMA VE GÜNCEL TEKNİKLER 1
İRFAN ÜSTÜNDAĞ, EMEL YARDIMCI

ORAL POTANSİYEL MALİNG BOZUKLUKLAR 36
AHMET AKDUMAN, RIDVAN GÜLER

KARACİĞER HASTALIĞI OLAN BİREYLERDE AĞIZ, DİŞ VE ÇENE CERRAHİSİ: PREOPERATİF DEĞERLENDİRME, CERRAHİ YAKLAŞIM VE POSTOPERATİF YÖNETİM 56
ESMA ARI, DOĞAN ILGAZ KAYA, ELİF ESRA ÜNÜVAR ÖZMEN

ATROFİK ÇENELERDE İMPLANT TEDAVİSİ İÇİN GÜNCEL GREFTLEME ALTERNATİFLERİ VE GREFTSİZ KONSEPTLER: KISA İMPLANTLAR, ZİGOMATİK İMPLANTLAR VE TİLT İMPLANT UYGULAMALARI 83
DİLAN AYKANAT, ADALET ÇELEBİ, AYŞE ÖZCAN KÜÇÜK

DENTAL İMPLANT CERRAHİSİNDE DİJİTAL REHBERLİK: STATİK CERRAHİ KILAVUZLAR, DİNAMİK NAVİGASYON VE ROBOTİK YAKLAŞIMLAR 116
MUSTAFA CAN AKAR, NERGİZ YILMAZ

BÖLÜM 1

GENİOPLASTİ: CERRAHİ ANATOMİ, PLANLAMA VE GÜNCEL TEKNİKLER

İrfan ÜSTÜNDAĞ,[1] Emel YARDIMCI[2]

Giriş

Genioplasti, çene ucunun boyut, şekil ve konumundaki iskeletsel düzensizliklerin düzeltilmesine yönelik cerrahi girişimlerin genel adıdır. Çene ucunun yüzün alt üçlüsünün konturu, profil dengesi ve simetrisi üzerindeki belirgin etkisi nedeniyle genioplasti, çağdaş ortognatik cerrahinin önemli tamamlayıcı prosedürlerinden biridir (Ferretti & Reyneke, 2016; Ramanathan et al., 2023). İşlem yalnızca estetik amaçlarla sınırlı değildir; uygun olgularda anterior mandibulanın kemik ve yumuşak doku ilişkilerinin yeniden düzenlenmesi ve belirli fonksiyonel

[1] Dr. Öğretim Üyesi İrfan ÜSTÜNDAĞ, İnönü Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi, 0000-0003-0256-8313

[2] Araştırma Görevlisi Emel YARDIMCI, İnönü Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi, 0009-0009-9847-2623

problemlerin düzeltilmesi amacıyla da uygulanabilir (Bell & Gallagher, 1983; Ramanathan et al., 2023).

Genioplastinin önemli özelliklerinden biri, dental oklüzyonu doğrudan değiştirmeden alt yüz konturunda üç boyutlu değişiklik yapılmasına olanak sağlamasıdır (Ferretti & Reyneke, 2016; Ramanathan et al., 2023). Bu nedenle çene ucu deformitesinin dentoalveoler veya bazal mandibular anomaliden bağımsız olduğu hastalarda izole olarak uygulanabileceği gibi, daha kapsamlı dentofasiyal deformitelerin tedavisinde Le Fort I osteotomisi ve bilateral sagital split osteotomi gibi ortognatik girişimlerle birlikte de gerçekleştirilebilir (Ferretti & Reyneke, 2016; Naini & Gill, 2017; Ramanathan et al., 2023).

Çene ucu, fasiyal profilin ve alt yüz estetiğinin belirlenmesinde önemli rol oynayan anatomik yapılardan biridir (Ramanathan et al., 2023). Pogonionun sagital ve vertikal konumu; alt yüz oranları, dudak-çene ilişkisi ve genel profil harmonisinin değerlendirilmesinde dikkate alınması gereken temel parametreler arasındadır (Ferretti & Reyneke, 2016; Ramanathan et al., 2023). Bu nedenle modern ortognatik cerrahi planlamasında çene ucunun bağımsız olarak değerlendirilmesi ve mevcut genial uyumsuzlukların tedavi planına dahil edilmesi önerilmektedir (Ramanathan et al., 2023).

Bu bölümde genioplastinin cerrahi anatomisi, deformite sınıflaması ve değerlendirme ilkeleri, preoperatif planlama, başlıca cerrahi teknikler, fiksasyon ve stabilite konuları, postoperatif bakım ve olası komplikasyonlar güncel literatür ışığında sistematik biçimde ele alınacaktır.

Tarihsel Gelişim

Cerrahi genioplastinin gelişimi 20. yüzyılın ilk yarısına uzanmaktadır. Osseöz genioplastinin temelini oluşturan anterior horizontal mandibular osteotomi ilk kez Hofer tarafından 1942 yılında, ekstraoral yaklaşımla kadavra üzerinde tanımlanmıştır. Daha sonra Gillies ve Millard benzer prensibi canlı bir hastada

ekstraoral yaklaşımla uygulamış; Trauner ve Obwegeser'in 1957 yılında intraoral yaklaşımı tanımlaması, eksternal skar oluşturmadan genial segmentin yeniden konumlandırılabilmesini sağlamış ve modern osseöz genioplastinin gelişiminde önemli bir aşama oluşturmuştur (Oth et al., 2020; Trauner & Obwegeser, 1957).

İzleyen yıllarda osteotomi tasarımlarının ve cerrahi yaklaşımların geliştirilmesiyle genioplastinin uygulama alanı belirgin biçimde genişlemiştir. Başlangıçta esas olarak çene ucunun sagital yönde ilerletilmesine yönelik kullanılan osseöz genioplasti; zamanla segmentin geriye alınması, vertikal olarak kısaltılması veya uzatılması, transvers olarak daraltılması veya genişletilmesi ve asimetrilerin düzeltilmesine olanak sağlayan çok yönlü bir cerrahi prosedüre dönüşmüştür (Oth et al., 2020; Reddy et al., 2011). Sagital split genioplasti gibi daha sonraki modifikasyonlar ise özellikle büyük segment hareketlerinde mandibular alt kenar konturunun korunması ve klasik sliding genioplastiyle ilişkili basamaklanmanın azaltılması amacıyla geliştirilmiştir (Schendel, 2010).

Osseöz tekniklerin gelişimine paralel olarak, çene ucu augmentasyonunda alloplastik implantlar da yaygın kullanım alanı bulmuştur. Bu amaçla silikon, genişletilmiş politetrafloroetilen (ePTFE) ve yüksek yoğunluklu poröz polietilen başta olmak üzere farklı implant materyalleri kullanılmıştır (Liao et al., 2023; Oranges et al., 2023). Güncel sistematik derlemeler hem implant temelli augmentasyonun hem de osseöz genioplastinin mikrogeni tedavisinde etkili seçenekler olduğunu, ancak komplikasyon profillerinin birbirinden farklı olduğunu göstermektedir. Alloplastik implantlarla enfeksiyon, malpozisyon, ekstrüzyon ve revizyon gereksinimi gibi komplikasyonlar bildirilirken, implantın altında mandibular kemik rezorpsiyonu da uzun dönemli potansiyel sorunlardan biridir (Liao et al., 2023; Oranges et al., 2023; Yeung & Wong, 2022). Buna karşılık osseöz genioplasti, implant yerleştirilmesini gerektirmeden genial segmentin sagital, vertikal ve transvers düzlemlerde yeniden konumlandırılmasına olanak sağlaması nedeniyle daha kompleks üç boyutlu deformitelerin

düzeltilmesinde önemli bir avantaj sunmaktadır (Kauke-Navarro et al., 2025; Oth et al., 2020).

Son yıllarda üç boyutlu görüntüleme, sanal cerrahi planlama ve bilgisayar destekli tasarım/üretim teknolojilerinin genioplastiyle bütünleştirilmesi, geleneksel serbest el cerrahisine alternatif olarak hasta özgü kesme ve yeniden konumlandırma kılavuzlarının geliştirilmesini sağlamıştır (Illarramendi et al., 2025; Oth et al., 2020). Üç boyutlu planlama, osteotomi hattının ve hedef segment pozisyonunun operasyon öncesinde sanal ortamda belirlenmesine ve bu planın cerrahi sahaya aktarılmasına olanak vermektedir. Sistematik derleme verileri, 3B baskılı cerrahi kılavuzların genioplastinin doğruluğunu ve öngörülebilirliğini artırma potansiyeline sahip olduğunu göstermekle birlikte, mevcut çalışmaların önemli bölümünün düşük kanıt düzeyindeki olgu serilerinden oluşması nedeniyle bu üstünlüğün kesin olarak ortaya konabilmesi için daha güçlü karşılaştırmalı çalışmalara ihtiyaç vardır (Oth et al., 2020). Daha yakın tarihli çalışmalar da sanal planlama ve kişiselleştirilmiş kılavuz/plak sistemleriyle planlanan ve postoperatif olarak elde edilen segment pozisyonları arasında yüksek uyum sağlanabildiğini bildirmektedir (Illarramendi et al., 2025).

Böylece genioplasti, tarihsel olarak basit bir anterior mandibular osteotomiden; günümüzde üç boyutlu deformite analizi, sanal cerrahi planlama ve hasta özgü cerrahi araçların kullanılabildiği kapsamlı bir çene ucu düzeltme prosedürüne dönüşmüştür (Illarramendi et al., 2025; Oth et al., 2020; Ramanathan et al., 2023).

Cerrahi Anatomi

Genioplastinin güvenli ve öngörülebilir biçimde uygulanabilmesi, anterior mandibulanın kemik morfolojisi ile nörovasküler ve musküler yapılarının ayrıntılı olarak değerlendirilmesine bağlıdır. Osteotomi hattının planlanmasında özellikle mandibular kesici ve kanin dişlerin kökleri, mental foramen

ve mental sinir, inferior alveolar nörovasküler demetin terminal seyri ve lingual yumuşak doku pedikülü dikkate alınmalıdır (Ferretti & Reyneke, 2016; Norton, 2017; Schünke et al., 2020).

Kemik Anatomisi

Mandibular simfiz, genioplasti osteotomisinin gerçekleştirildiği anterior mandibular bölgeyi oluşturur. Bu bölgenin yüksekliği, bukkolingual kalınlığı ve lingual yüzey morfolojisi bireyler arasında değişkenlik gösterebilir. Lingual yüzeyde orta hatta yer alan superior ve inferior mental spinalar (genial tüberküller) sırasıyla genioglossus ve geniohyoid kaslarının mandibular tutunma bölgeleriyle ilişkilidir (Norton, 2017; Schünke et al., 2020).

Genioplasti açısından kemik anatomisinin en önemli yönlerinden biri osteotomi hattının diş kökleri ve nörovasküler yapılarla olan ilişkisidir. Horizontal osteotomi, kök apekslerinde veya mental nörovasküler yapılarda yaralanmaya yol açmayacak seviyede planlanmalıdır. Anterior mandibulanın morfolojisi ve diş köklerinin uzunlukları bireysel farklılık gösterdiğinden, osteotomi seviyesinin sabit anatomik mesafelere göre değil hastaya özgü klinik ve radyolojik değerlendirme temelinde belirlenmesi daha güvenlidir (Ferretti & Reyneke, 2016). Deneysel bir revaskülarizasyon çalışmasında, osteotominin kök apekslerinden en az 8 mm inferiorunda gerçekleştirilmesi durumunda dental pulpa dolaşımının belirgin olarak etkilenmediği bildirilmiştir; ancak bu veri hayvan modelinden elde edildiğinden doğrudan klinik bir “güvenli mesafe” olarak kabul edilmemelidir (Storum et al., 1988).

Kas Anatomisi

Anterior mandibulanın labial yüzünde mentalis, depressor labii inferioris ve depressor anguli oris kasları yer alırken; lingual tarafta genioglossus, geniohyoid ve mylohyoid kasları ile digastrik kasın anterior karnı cerrahi açıdan önem taşır (Norton, 2017; Schünke et al., 2020).

Bu yapılar arasında mentalis kası, postoperatif alt dudak ve çene ucu konturunun korunması açısından özel öneme sahiptir. İntraoral yaklaşım sırasında mentalis kasının ayrılması ve operasyon sonunda anatomik konumuna yeterli şekilde yeniden adapte edilmemesi, alt dudak-çene yumuşak doku ilişkisinde değişikliğe ve çene ucu pitozisine neden olabilir (Chaushu et al., 2001). Chaushu ve arkadaşlarının klinik çalışmasında, mentalis kasının dikkatli şekilde yeniden yaklaştırıldığı hastalarda postoperatif vertikal yumuşak doku değişikliklerinin daha olumlu olduğu; yeniden yaklaştırılmadığı grupta ise yumuşak doku supramentale noktasının ortalama 2,14 mm inferiora yer değiştirdiği gösterilmiştir (Chaushu et al., 2001). Bu nedenle mentalis kasının korunması ve cerrahi kapanış sırasında anatomik olarak yeniden konumlandırılması genioplastinin önemli basamaklarından biri olarak kabul edilmelidir. Lingual taraftaki kas bağlantılarının önemi yalnızca fonksiyonla sınırlı değildir. Genial segmentin mobilizasyonundan sonra segmentle ilişkisini sürdüren suprahyoid kaslar ve yumuşak dokular segment üzerine kuvvet uygulayabilir ve postoperatif stabiliteyi etkileyebilir (Bell & Gallagher, 1983; Norton, 2017).

Sinir Anatomisi

Genioplasti sırasında yaralanma açısından en önemli nörolojik yapılardan biri mental sinirdir. Mental sinir, inferior alveolar sinirin terminal dallarından biri olarak mental foramenden çıkar ve alt dudak ile çene ucu bölgesinin duyusal innervasyonuna katılır. Mental foramen genellikle mandibular premolar bölgeyle ilişkili olduğundan vestibüler diseksiyonun ve lateral osteotomi uzantılarının planlanmasında önemli bir cerrahi referanstır (Norton, 2017; Schünke et al., 2020).

İnferior alveolar sinir, mandibular kanal içinde mental foramenin önüne kadar uzanıp daha sonra geriye dönerek mental foramenden çıkabilir. Bu uzanım, mental sinirin anterior loop'u olarak tanımlanır ve interforaminal cerrahiler sırasında nörosensöriyel yaralanma açısından önem taşır (Hui et al., 2022; Hwang et al., 2005). Kadavra temelli anatomik bir çalışmada

terminal mandibular kanalın mental foramenin ortalama 4,5 mm inferiorunda bulunduğu ve yaklaşık 5 mm anteriora uzanarak geri döndüğü bildirilmiştir (Hwang et al., 2005).

Ancak anterior loop'un prevalansı ve uzunluğu çalışmalar arasında önemli farklılık göstermektedir. 21 çalışmayı kapsayan 2022 tarihli sistematik derleme ve meta-analizde anterior loop prevalansı hasta düzeyinde %51, taraf düzeyinde %53 ve ortalama loop uzunluğu 2,08 mm olarak hesaplanmıştır (Hui et al., 2022). Yazarlar, bu yapının genioplasti dahil interforaminal cerrahiler sırasında dikkate alınması gerektiğini özellikle belirtmiştir.

Bu değişkenlik nedeniyle mental foramenin önünde bütün hastalar için geçerli tek bir "güvenli mesafe" tanımlamak uygun değildir. Nitekim konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) çalışmalarında bildirilen anterior loop prevalansı ve uzunlukları belirgin farklılık göstermektedir; bu nedenle anatomik ilişkinin kritik olduğu olgularda üç boyutlu değerlendirme, hastaya özgü cerrahi planlamaya katkı sağlayabilir (Hui et al., 2022; Lu et al., 2015).

Mental sinirin anterior loop'una ek olarak mandibular insisiv kanal da anterior mandibular cerrahide dikkate alınmalıdır. İnsiziv kanal mental foramenin anteriorunda devam ederek anterior mandibuladaki dişler ve çevre yapılara uzanan nörovasküler yapıları içerir. KIBT hem anterior loop'un hem de insiziv kanalın seyri ve boyutlarının üç boyutlu olarak değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır (Lu et al., 2015; Rosa et al., 2013).

Vasküler Anatomi

Genial segmentin vasküler bütünlüğünün korunması, osseöz genioplastinin biyolojik prensiplerinden biridir. Osteotomi ve mobilizasyon sonrasında segmentin canlılığının sürdürülmesinde kemik segmentine bağlı kalan yumuşak doku pedikülü önemli rol oynar. Bu nedenle geniş ve gereksiz periosteal disseksiyondan kaçınılması ve özellikle lingual yumuşak doku bağlantılarının

korunması önerilmektedir (Bell & Gallagher, 1983; Ramanathan et al., 2023). Bell ve Gallagher tarafından tanımlanan broad-pedicle genioplasty yaklaşımının biyolojik temeli de mobilize segmentin geniş bir yumuşak doku pedikülüyle ilişkisini korumaya dayanmaktadır. Deneysel mikroanjiyografik çalışmalar da pediküllü genioplasti sonrasında mobilize edilen genial segmentin dolaşımının ve kemik canlılığının sürdürülebildiğini göstermiştir (Storum et al., 1988).

Anterior mandibula ve ağız tabanının vasküler anatomisinde sublingual ve submental arterler özellikle önemlidir. Sublingual arter genellikle lingual arterden, submental arter ise fasiyal arterden kaynaklanmakla birlikte bu iki damar arasında belirgin anatomik varyasyon ve anastomozlar bulunmaktadır (Katsumi et al., 2013). Kadavra çalışmalarında sublingual bölgenin bazı bireylerde esas olarak sublingual arterden, bazılarında ise submental arterden veya her iki arterin katkısıyla beslendiği gösterilmiştir.

Bu damarların yaralanmasına bağlı ağız tabanı hematomu nadir olmakla birlikte klinik olarak ciddi sonuçlara yol açabilir. Sublingual veya submental arter kaynaklı hızlı hematom gelişimi dili superior ve posterior yönde deplase ederek hava yolu obstrüksiyonuna kadar ilerleyebilir (Choi et al., 2023). Genioplasti sonrası bildirilen sublingual hematom olgularını değerlendiren güncel bir anatomik derleme de özellikle sublingual ve submental arterleri risk altındaki damarlar olarak tanımlamaktadır (Choi et al., 2023). Bu nedenle lingual korteksin geçilmesi sırasında kontrollü osteotomi yapılması, lingual yumuşak dokuların korunması ve gereksiz geniş disseksiyondan kaçınılması önemlidir.

Yüz Analizi ve Sefalometrik Değerlendirme

Genioplasti planlamasında amaç yalnızca genial segmentin belirli bir mesafede hareket ettirilmesi değil, bu hareket sonucunda alt yüzün diğer anatomik bileşenleriyle uyumlu bir yumuşak doku profili elde edilmesidir. Bu nedenle preoperatif değerlendirmede

iskeletsel morfoloji ile birlikte dudak-çene ilişkisi, fasiyal konveksite, labiomental bölge, alt yüz yüksekliği ve servikomental kontur değerlendirilmelidir. Klinik ve fotografik yüz analizi, sefalometrik değerlendirme ve gerektiğinde üç boyutlu görüntüleme birbirini tamamlayan tanısal araçlar olarak kullanılmalıdır (Legan & Burstone, 1980; Naini & Gill, 2016; Ramanathan et al., 2023). Legan ve Burstone tarafından ortognatik cerrahi hastaları için geliştirilen yumuşak doku sefalometrik analizi de dentoskeletal değerlendirmenin tek başına yeterli olmayabileceği düşüncesine dayanmakta ve cerrahi planlamada yumuşak doku estetiğinin bağımsız olarak değerlendirilmesini önermektedir (Legan & Burstone, 1980).

Profil değerlendirmesinde Ricketts estetik düzlemi (E-line) ve Holdaway analizi gibi klasik yumuşak doku referanslarından yararlanılabilir. Bununla birlikte, bu ölçümlerin temel kullanım alanı dudakların sagital profil içerisindeki konumunun değerlendirilmesidir ve tek başlarına ideal çene ucu pozisyonunu belirleyen mutlak referanslar olarak değerlendirilmemelidir (Naini & Gill, 2016). Ortognatik cerrahi planlaması için geliştirilen Legan–Burstone yumuşak doku analizi ise fasiyal konveksite, maksiller ve mandibular prognatizm, alt yüz yüksekliği oranı, mentolabial sulkus derinliği ve alt yüz–boğaz açısı gibi parametreleri birlikte değerlendirerek alt yüz morfolojisinin daha kapsamlı analizine olanak sağlar (Legan & Burstone, 1980).

Sert ve Yumuşak Doku İlişkisi

Genioplasti sonrasında meydana gelen iskeletsel hareketin yumuşak dokulara hangi oranda yansıyacağının öngörülmesi cerrahi planlamanın temel bileşenlerinden biridir. Ancak yumuşak doku yanıtı hareketin yönüne göre değişmekte ve sert doku segmentini her durumda bire bir takip etmemektedir. Genioplasti sonrası yumuşak/sert doku oranlarını inceleyen sistematik derlemede, ilerletme genioplastisi için horizontal soft-tissue pogonion/hard-tissue pogonion oranının yaklaşık 0,9:1, setback

genioplastisi için ise yaklaşık 0,55:1 olduğu bildirilmiştir (San Miguel Moragas et al., 2015).

Vertikal hareketlerde de benzer bir yön bağımlılığı görülmektedir. Aynı sistematik derlemede genial segmentin inferior yönde hareket ettirildiği vertikal uzatmada (extrusion/downgrafting) yumuşak doku mentonunun kemik mentona oranı yaklaşık 0,95:1, vertikal kısaltma/impaksiyonda ise yaklaşık 0,43:1 olarak bildirilmiştir (San Miguel Moragas et al., 2015). Bununla birlikte özellikle setback ve vertikal hareketlerle ilgili çalışmalar advancement genioplastisine göre daha sınırlıdır ve mevcut çalışmaların kanıt düzeyi genel olarak düşüktür. Bu nedenle bu değerler kesin prediktif katsayılar olarak değil, cerrahi planlamaya yardımcı yaklaşık referanslar olarak değerlendirilmelidir.

Advancement genioplastisine ilişkin bireysel klinik çalışmalar sistematik derleme bulgularını desteklemektedir (Reddy et al., 2011). Reddy ve ark. kemik:yumuşak doku horizontal hareket oranını 1:0,89 olarak bildirmiştir (Reddy et al., 2011). İki yıllık prospektif takip çalışmasında da soft-tissue pogonionun kemik ilerletmesini yaklaşık 0,9:1 oranında takip ettiği gösterilmiştir. Başka bir çalışmada ise bir yıllık takipte sagital hareket için yaklaşık 1:1 oranının kullanılabileceği bildirilmiştir (Erbe et al., 2011).

Bu çalışmalar arasındaki farklılık önemli bir klinik noktaya işaret etmektedir: yumuşak doku yanıtı sabit değildir. Cerrahi hareketin yönü ve miktarının yanı sıra osteotomi tekniği, yumuşak dokuların miktarı ve kalitesi, yaş, cinsiyet ve etnik özellikler sonuçları etkileyebilecek değişkenlerdir [7]. Sistematik derlemenin yazarları da bu değişkenlere göre tabakalandırılmış daha güçlü prospektif çalışmalara ihtiyaç olduğunu belirtmektedir (San Miguel Moragas et al., 2015). Bu nedenle özellikle hastaya sonuç anlatılırken tek bir sert/yumuşak doku dönüşüm katsayısından hareketle kesin postoperatif profil tahmini yapılmamalıdır.

Frontal değerlendirmede çene ucunun orta hatla ilişkisi, mandibular ve dental orta hatlar, alt yüz simetrisi ve çene ucunun transvers genişliği değerlendirilmelidir. Profil analizinde ise pogonion projeksiyonuna ek olarak mentolabial sulkus, alt yüz yüksekliği ve lower face–throat angle gibi parametreler genel alt yüz harmonisinin değerlendirilmesine katkı sağlar (Legan & Burstone, 1980). Legan–Burstone analizinin bu parametreleri içermesi, özellikle sagital ve vertikal yönde genioplasti planlanan hastalarda yumuşak doku değerlendirmesine sistematik bir çerçeve sağlar (Legan & Burstone, 1980).

Dijital Planlama ve Üç Boyutlu Görüntüleme

İki boyutlu sefalometrik değerlendirme genioplasti planlamasında önemini korumakla birlikte, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi ve üç boyutlu bilgisayar destekli planlama yöntemlerinin kullanıma girmesi anterior mandibulanın üç boyutlu değerlendirilmesine olanak sağlamıştır. KIBT verileri kullanılarak mandibular simfizin morfolojisi, diş kökleri ve mental nörovasküler yapılarla planlanan osteotominin ilişkisi değerlendirilebilir; ayrıca oluşturulan üç boyutlu modeller üzerinde osteotomi ve segment hareketleri sanal olarak simüle edilebilir (Oth et al., 2020). Üç boyutlu planlamanın önemli avantajlarından biri, osteotomi ve segment hareketinin operasyon öncesinde hasta anatomisi üzerinde değerlendirilerek cerrahi planın kişiselleştirilebilmesidir.

Sanal cerrahi planlama (virtual surgical planning; VSP) ile osteotominin yeri ve açısı, segmentin translasyon ve rotasyon miktarı ve nihai üç boyutlu pozisyonu operasyon öncesinde belirlenebilir. Planlanan hareketin ameliyat sahasına aktarılması amacıyla bilgisayar destekli tasarım ve üretim (computer-aided design/computer-aided manufacturing; CAD/CAM) teknolojileri kullanılarak hastaya özgü kesme kılavuzları (cutting guides), yeniden konumlandırma kılavuzları (repositioning guides) ve hasta özgü osteosentez plakları üretilebilmektedir (Au et al., 2022; Li et al., 2017; Oth et al., 2020). Genioplastide 3B baskılı cerrahi kılavuzları değerlendiren sistematik derleme, bu sistemlerin cerrahi

planın aktarım doğruluğunu ve öngörülebilirliğini artırma potansiyeline sahip olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte derlemeye dahil edilen 16 çalışmanın çoğunun olgu sunumu ve olgu serilerinden oluşması nedeniyle kanıt düzeyinin sınırlı olduğu özellikle belirtilmiştir (Oth et al., 2020).

Daha sonraki çalışmalar bu yaklaşımın geometrik doğruluğuna ilişkin daha somut veriler sağlamıştır. Seksen sekiz hastayı içeren kontrollü bir çalışmada 3B baskılı cutting ve repositioning guide kullanılan grupta planlanan ve elde edilen çene ucu pozisyonu arasındaki en büyük doğrusal RMS sapmasının anteroposterior yönde 1,1 mm olduğu bildirilmiştir (Li et al., 2017). Hasta özgü cutting guide ve fiksasyon plağının kullanıldığı 18 olguluk başka bir çalışmada ise tüm yüzey için median sapma 0,19 mm, menton ve pogonion düzeyindeki median sapmalar sırasıyla 0,67 ve 0,41 mm bulunmuştur (Au et al., 2022).

Bununla birlikte VSP'nin yumuşak doku sonucunu aynı doğrulukla öngördüğünü söylemek için daha temkinli olmak gerekir**.** Kemik segmentinin planlanan pozisyona aktarılmasındaki geometrik doğruluk ile postoperatif yumuşak doku profilinin öngörülmesi aynı problem değildir. Genioplasti sonrası yumuşak doku yanıtındaki bireysel değişkenlik devam ettiğinden, dijital yumuşak doku simülasyonları hastaya kesin postoperatif sonucu gösteren araçlar olarak değil, tedavi planlamasını ve hasta iletişimini destekleyen tahmini görselleştirmeler olarak değerlendirilmelidir (Ewing & Ross, 1992; Oth et al., 2020). Genioplasti eklenen olgularda soft-tissue pogonion için ortalama 0,9:1 oran bildirilmesine rağmen bireysel tahmin hatalarının belirgin olabildiğinin gösterilmiş olması bu sınırlılığı desteklemektedir.

Endikasyonlar ve Deformitenin Değerlendirilmesi

Genioplasti, çene ucunun yalnızca sagital konumunu değiştiren bir işlem olmayıp horizontal, vertikal ve transvers düzlemlerdeki izole veya kombine deformitelerin düzeltilmesinde kullanılabilen çok yönlü bir cerrahi prosedürdür. Bu kapsamda

mikrogeni ve makrogeninin horizontal veya vertikal bileşenleri, kombine sagital-vertikal uyumsuzluklar, transvers genişlik problemleri ve çene ucu asimetrileri genioplasti endikasyonları arasında yer almaktadır (Ferretti & Reyneke, 2016; Ramanathan et al., 2023; Steinbacher, 2019). Ramanathan ve ark. da çağdaş genioplastinin çene ucunun üç boyutlu morfolojisinin düzeltilmesine yönelik geniş bir hareket çeşitliliğine olanak sağladığını vurgulamaktadır (Ramanathan et al., 2023).

Cerrahi planlama yalnızca pogonionun sagital projeksiyonuna dayandırılmamalıdır. Çene ucunun yüzün diğer bileşenleriyle ilişkisi; alt yüz yüksekliği, fasiyal ve dental orta hatlar, çene ucu genişliği ve simetrisi, dudak-çene ilişkisi ve mentolabial kontur ile birlikte değerlendirilmelidir (Naini & Gill, 2017; Ramanathan et al., 2023). Eşlik eden maksiller veya mandibular iskeletsel deformitenin bulunduğu hastalarda ise genioplasti, ana ortognatik hareketlerin oluşturacağı yeni iskeletsel ve yumuşak doku ilişkileri dikkate alınarak planlanmalıdır (Naini & Gill, 2017; Ramanathan et al., 2023).

Klinik olarak başlıca deformiteler şu şekilde gruplandırılabilir (Ferretti & Reyneke, 2016; Steinbacher, 2019):

- **Horizontal mikrogeni:** Çene ucunun sagital projeksiyonunun yetersiz olması.
- **Horizontal makrogeni:** Çene ucunun sagital projeksiyonunun fazla olması.
- **Vertikal fazlalık:** Çene ucu ve alt anterior yüz yüksekliğinin artmış olması.
- **Vertikal yetersizlik:** Çene ucu ve alt anterior yüz yüksekliğinin azalmış olması.
- **Transvers deformiteler:** Çene ucu genişliğinin yetersiz veya fazla olması ya da çene ucunun orta hattan sapması.
- **Asimetrik/kombine deformiteler:** Birden fazla düzlemde boyut veya konum bozukluğunun birlikte bulunması.

- **Yumuşak doku kaynaklı deformiteler:** İskeletsel yapıdan bağımsız veya iskeletsel deformiteye eşlik eden çene ucu yumuşak doku fazlalığı ve pitozu.

Genioplastinin temel amacı fasiyal oranların ve çene ucu konturunun düzeltilmesidir; ancak bazı genial osteotomi tekniklerinin fonksiyonel uygulamaları da bulunmaktadır (Bell & Gallagher, 1983; Ramanathan et al., 2023). Özellikle genioglossus advancement obstrüktif uyku apnesi cerrahisinde dil tabanı ve ilişkili üst hava yolu yapılarını anterior yönde taşımayı amaçlayan ayrı bir cerrahi yaklaşım olarak kullanılabilir. Bununla birlikte, estetik/ortognatik amaçlı genioplasti ile genioglossus advancement aynı işlem olarak değerlendirilmemelidir; osteotomi tasarımı, hedeflenen anatomik yapı ve temel tedavi amacı farklıdır (Bell & Gallagher, 1983).

Preoperatif Değerlendirme ve Hazırlık

Preoperatif değerlendirmede hastanın temel yakınması, tedaviden beklentileri ve hedeflediği profil değişikliği ayrıntılı olarak belirlenmeli; bu beklentilerin mevcut dentofasiyal morfolojiyle uyumu değerlendirilmelidir. Klinik yüz analizi frontal, profil ve oblik görünümleri kapsamalı; çene ucunun sagital ve vertikal konumu, fasiyal simetri, alt yüz yüksekliği, mentolabial kontur ve dudak ilişkileri birlikte incelenmelidir (Bell & Gallagher, 1983; Naini & Gill, 2017; Ramanathan et al., 2023). Standardize preoperatif fotoğraflar hem tedavi planlaması hem de postoperatif değişikliklerin karşılaştırılması açısından yararlıdır (Ferretti & Reyneke, 2016; Naini & Gill, 2017).

Eşlik eden maksiller veya mandibular iskeletsel deformite varlığında genioplasti, kapsamlı ortognatik tedavi planının bir parçası olarak değerlendirilmelidir. Le Fort I osteotomisi ve/veya bilateral sagital split osteotomi ile birlikte uygulanacaksa, genial segmentin nihai konumu ana maksillomandibular hareketlerin oluşturacağı yeni iskeletsel ve yumuşak doku ilişkileri dikkate

alınarak belirlenmelidir (Naini & Gill, 2017; Ramanathan et al., 2023). İzole genioplasti düşünülen hastalarda ise mevcut profil bozukluğunun primer bir çene ucu deformitesinden kaynaklandığından ve düzeltilmesi gereken esas problemin maksiller veya mandibular baz ilişkisi olmadığından emin olunmalıdır (Ferretti & Reyneke, 2016; Ramanathan et al., 2023).

Radyolojik değerlendirme, planlanan osteotominin diş kökleri ve mental nörovasküler yapılarla ilişkisini ortaya koymayı amaçlar. İki boyutlu görüntüleme genel dentoalveoler değerlendirme sağlayabilirken, KIBT gerekli görülen olgularda anterior mandibulanın bukkolingual morfolojisinin, mental foramenin, mandibular insisiv kanalın ve anterior loop gibi anatomik varyasyonların üç boyutlu değerlendirilmesine olanak verir (Lu et al., 2015; Rosa et al., 2013). Özellikle hasta özgü osteotomi planlaması veya CAD/CAM cerrahi kılavuzlarının hazırlanacağı olgularda üç boyutlu görüntüleme dijital planlamanın temel veri kaynağını oluşturur (Oth et al., 2020). Anterior loop'un KIBT ile değerlendirilmesine ilişkin çalışmalar, bu yapının prevalansı ve uzunluğunda önemli bireysel farklılıklar bulunduğunu göstermektedir.

Genel cerrahi hazırlık kapsamında hastanın tıbbi öyküsü, kullandığı ilaçlar, kanama riskini etkileyebilecek durumlar ve cerrahi iyileşmeyi olumsuz etkileyebilecek sistemik veya lokal faktörler değerlendirilmelidir. Aktif enfeksiyon veya kontrol altında olmayan sistemik hastalık varlığında elektif cerrahi, mevcut durum uygun biçimde değerlendirildikten ve gerekli tedavi sağlandıktan sonra planlanmalıdır (Miloro et al., 2022).

Bilgilendirilmiş onam sürecinde planlanan hareket ve beklenen estetik değişikliklerin yanı sıra nörosensöriyel değişiklik, kanama/hematom, enfeksiyon, asimetri, yetersiz veya aşırı düzeltme, segment pozisyonunda değişiklik, yumuşak doku kontur bozukluğu ve gerektiğinde ikincil cerrahi girişim olasılıkları hasta ile görüşülmelidir (Ferretti & Reyneke, 2016; Lindquist & Obeid, 1988; Ramanathan et al., 2023). Dijital yumuşak doku

simülasyonları kullanılıyorsa bu görüntülerin kesin postoperatif sonucu temsil etmediği özellikle belirtilmelidir; genioplasti sonrasında sert ve yumuşak doku hareketleri arasında güçlü bir ilişki bulunmasına rağmen yumuşak doku yanıtında bireysel değişkenlik bulunmaktadır (San Miguel Moragas et al., 2015).

Cerrahi Yaklaşım

Genioplasti izole bir girişim olarak veya diğer ortognatik cerrahi prosedürlerle eş zamanlı gerçekleştirilebilir. Günümüzde osseöz genioplasti çoğunlukla intraoral vestibüler yaklaşım ile uygulanır. Bu yaklaşım eksternal skar oluşturmadan mandibular simfize erişim sağlarken, cerrahi sırasında mental sinirlerin ve mentalis kasının dikkatle korunmasını gerektirir (Ferretti & Reyneke, 2016; Ramanathan et al., 2023; Reyneke & Sullivan, 2022).

Vestibüler insizyon genellikle anterior mandibulada bilateral kanin-premolar bölgeleri arasında planlanır. Kapanış sırasında mentalis kasının anatomik olarak yeniden yaklaştırılabilmesine olanak sağlayacak yeterli yumuşak dokunun korunması önemlidir (Ferretti & Reyneke, 2016; Reyneke & Sullivan, 2022) . Mukoperiosteal diseksiyon mandibulanın anterior yüzeyini ve planlanan osteotomi bölgesini ortaya çıkaracak ölçüde yapılmalı; gereksiz geniş disseksiyondan kaçınılarak mental sinir ve mobilize edilecek segmentin yumuşak doku bağlantıları mümkün olduğunca korunmalıdır (Bell & Gallagher, 1983; Ferretti & Reyneke, 2016).

Osteotomi öncesinde fasiyal ve dental orta hat ile planlanan segment hareketine ilişkin referans işaretlerinin belirlenmesi, mobilizasyon sonrasında segmentin doğru konumlandırılmasını kolaylaştırır (Ferretti & Reyneke, 2016; Reyneke & Sullivan, 2022). Bu basamak özellikle lateral translasyon, rotasyon veya asimetri düzeltmesi planlanan olgularda önemlidir. Üç boyutlu sanal planlama kullanılan hastalarda ise osteotomi hattı ve hedef segment pozisyonu önceden belirlenerek cerrahi kılavuzlarla ameliyat sahasına aktarılabilir (Oth et al., 2020; Ramanathan et al., 2023).

Çağdaş sanal planlama yaklaşımlarında genioplasti osteotomisi tasarlanırken mental sinir ve foramenin konumu, alt yüz yüksekliği, ilerletme miktarı ve gerekli simetri düzeltmesi birlikte değerlendirilmektedir (Roy & Steinbacher, 2022).

Klasik sliding genioplastide horizontal osteotomi, diş köklerinin apikalinde ve mental nörovasküler yapıların inferiorunda güvenli bir düzlem oluşturacak şekilde planlanır. Osteotomi hattının yüksekliği ve eğimi, yalnızca nörovasküler güvenliği değil, mobilize edilen segmentin sagital ve vertikal hareketini de etkiler (Naini & Gill, 2017; Ramanathan et al., 2023; Reyneke & Sullivan, 2022). Mental foramen, anterior loop ve diş köklerinin anatomik konumları bireysel farklılık gösterdiğinden, mental foramenin inferiorunda tüm hastalar için geçerli sabit bir güvenlik mesafesi tanımlamak yerine osteotominin hastaya özgü radyolojik ve cerrahi değerlendirmeye göre planlanması daha uygundur.

Osteotomi, cerrahın tercihine ve planlanan tekniğe göre testere veya piezoelektrik osteotomi cihazları kullanılarak gerçekleştirilebilir. Kesinin bukkal korteksten lingual kortekse kontrollü biçimde tamamlanması sırasında diş köklerinin, mental nörovasküler yapıların ve lingual yumuşak dokuların korunması esastır (Bertossi et al., 2018; Ferretti & Reyneke, 2016; Reyneke & Sullivan, 2022). Piezoelektrik osteotominin mineralize dokuda selektif kesim ve düşük makrovibrasyon gibi teorik avantajları bulunmaktadır. Genioplastiye özgü 55 hastalık bir klinik seride piezoelektrik cerrahi ile kanama, sinir yaralanması, hematom/seroma ve erken asimetri gibi komplikasyonların daha az görüldüğü bildirilmiştir (Bertossi et al., 2018). Ancak çalışma yüksek düzeyli randomize kanıt sağlamadığından piezocerrahinin konvansiyonel testereye kesin olarak üstün olduğu sonucuna varmak doğru değildir.

Osteotomi tamamlandıktan sonra genial segment kontrollü olarak mobilize edilir ve preoperatif plana uygun konuma taşınır. Osteotomi tasarımına bağlı olarak segment anteriora veya posteriora, superiora veya inferiora ve lateral yönde hareket

ettirilebilir; ayrıca rotasyonel hareketler ve seçilmiş tekniklerle transvers boyut değişiklikleri gerçekleştirilebilir (Ferretti & Reyneke, 2016; Ramanathan et al., 2023; Reyneke & Sullivan, 2022). Bu üç boyutlu hareket kapasitesi, osseöz genioplastinin farklı çene ucu deformitelerinin tedavisindeki temel avantajlarından biridir. Ramanathan ve ark.'nın güncel derlemesi de genioplastinin çene augmentasyonu, redüksiyonu ve asimetri düzeltmesindeki geniş uygulama alanını vurgulamaktadır.

Segment hedef konuma getirildikten sonra fasiyal orta hat, simetri, çene ucu projeksiyonu ve vertikal konum intraoperatif olarak yeniden değerlendirilir ve segment uygun osteosentez yöntemiyle stabilize edilir [1–3]. Plak-vida sistemleri günümüzde yaygın olarak kullanılmakla birlikte fiksasyon yöntemi planlanan hareketin yönü ve miktarına, segment geometrisine ve kullanılan osteotomi tasarımına göre seçilmelidir. Fiksasyon tamamlandıktan sonra belirgin kemik düzensizlikleri kontrol edilir ve gerekli olduğunda konturlanır.

Cerrahi kapanışta mentalis kasının anatomik olarak yeniden yaklaştırılması özel önem taşır. Mentalis kasının yetersiz veya hatalı reataşmanı alt dudak desteğinde değişiklik, mentolabial kontur bozukluğu ve çene ucu pitozisiyle ilişkili olabilir (Chaushu et al., 2001). Bu nedenle kas tabakası anatomik pozisyonunda ve simetrik biçimde yeniden adapte edildikten sonra mukozal kapanış gerçekleştirilmelidir.

Genioplasti Teknikleri

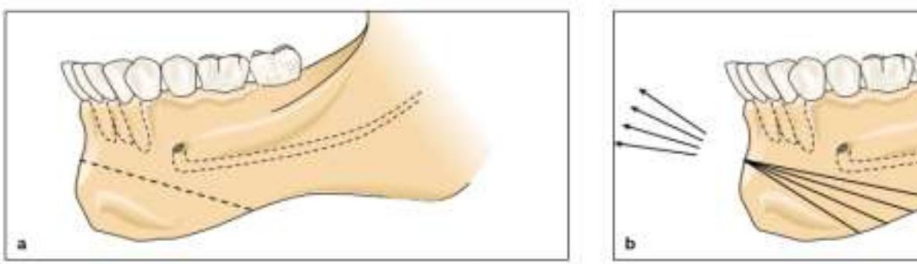
Osseöz genioplasti, osteotomi tasarımı ve genial segmentin yeniden konumlandırılma yönüne bağlı olarak sagital, vertikal ve transvers düzlemlerde düzeltme yapılmasına olanak sağlar. Teknik seçimi deformitenin tipi ve şiddeti, simetri, mevcut kemik hacmi, yumuşak doku özellikleri ve hedeflenen üç boyutlu değişiklik dikkate alınarak bireyselleştirilmelidir (Ferretti & Reyneke, 2016; Ramanathan et al., 2023). Güncel derlemeler genioplastiyi yalnızca advancement prosedürü olarak değil; augmentasyon, redüksiyon ve

asimetri düzeltmesini kapsayan geniş bir teknikler grubu olarak ele almaktadır.

Kayan (Sliding) Genioplasti

Sliding genioplasti, horizontal osteotomi sonrasında inferior genial segmentin yeniden konumlandırılmasına dayanan temel osseöz genioplasti yöntemidir. Segmentin anteriora hareket ettirilmesi advancement, posteriora hareket ettirilmesi ise setback genioplasti olarak tanımlanır. Osteotomi hattının seviyesi ve eğimi değiştirilerek sagital harekete vertikal değişiklik de eklenebilir (Ferretti & Reyneke, 2016; Ramanathan et al., 2023; Reyneke & Sullivan, 2022).

Tekniğin önemli avantajı, hastanın kendi vaskülarize kemik segmentinin kullanılması ve tek bir osteotomi tasarımıyla farklı yönlerde düzeltmeye olanak sağlamasıdır. Bununla birlikte, özellikle büyük advancement hareketlerinde mobil segmentin posteriorunda mandibular inferior kenarda basamaklanma veya kontur düzensizliği oluşabilir (Şekil 1) (Ferretti & Reyneke, 2016; Reyneke & Sullivan, 2022).



Şekil 1. Kayan genioplastide osteotomi hattının planlanması. **(a)** Osteotomi hattı belirlenirken mental sinirin seyri ile kesici ve kanin dişlerin kök apeksleri dikkate alınmalıdır. **(b)** Osteotomi hattının eğimindeki değişiklikler, genial segmentin yeniden konumlandırılması sonrasında elde edilecek vertikal boyutu etkileyebilir (Reyneke & Sullivan, 2022).

Vertikal Genioplasti

Çene ucunun vertikal fazlalığı veya yetersizliği osteotomi tasarımının değiştirilmesiyle düzeltilebilir. Vertikal redüksiyonda, iki osteotomi hattı arasındaki kemik segmentinin çıkarılması ve inferior segmentin superior yönde yeniden konumlandırılması mümkündür. Sagital deformitenin de eşlik ettiği hastalarda iki seviyeli osteotomi tasarımları vertikal ve sagital düzeltmenin birlikte gerçekleştirilmesine olanak sağlar (Ferretti & Reyneke, 2016; Ramanathan et al., 2023).

Vertikal yetersizlikte ise genial segment inferior yönde konumlandırılarak alt yüz yüksekliği artırılabilir. Segmentler arasında oluşan kemik defektinin büyüklüğüne göre interpozisyonel greftleme gerekebilir; ancak her vertikal uzatma olgusunda greft kullanımının zorunlu olduğu söylenemez**.** Greft gereksinimi hareket miktarı, kemik teması ve fiksasyon stabilitesine göre değerlendirilmelidir (Ferretti & Reyneke, 2016; Ramanathan et al., 2023).

Sagital Split Genioplasti

Sagital split genioplasti, Schendel tarafından klasik sliding genioplastinin bazı kontur dezavantajlarını azaltmak amacıyla tanımlanan alternatif bir osteotomi tasarımıdır (Schendel, 2010). Teknikte sagital osteotomi geometrisi kullanılarak mandibular inferior kenarın devamlılığının korunması ve özellikle advancement sonrasında oluşabilecek posterior basamaklanmanın azaltılması amaçlanır (Şekil 2) (Schendel, 2010).



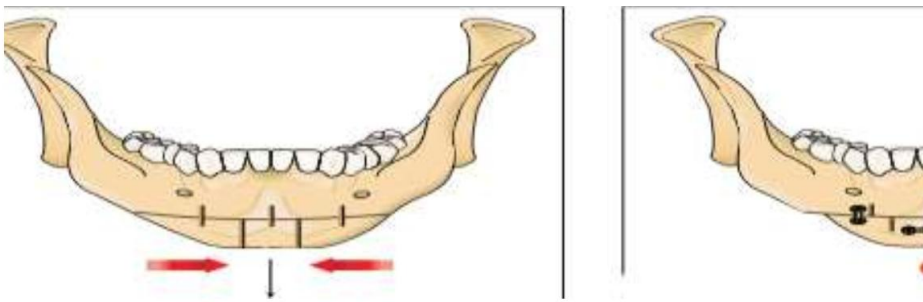
Şekil 2. Sagital split genioplasti sonrası genial segmentin anterior yönde konumlandırılmasının lateral görünümü (Schendel, 2010)

Transvers Genioplasti ve Asimetri Düzeltmesi

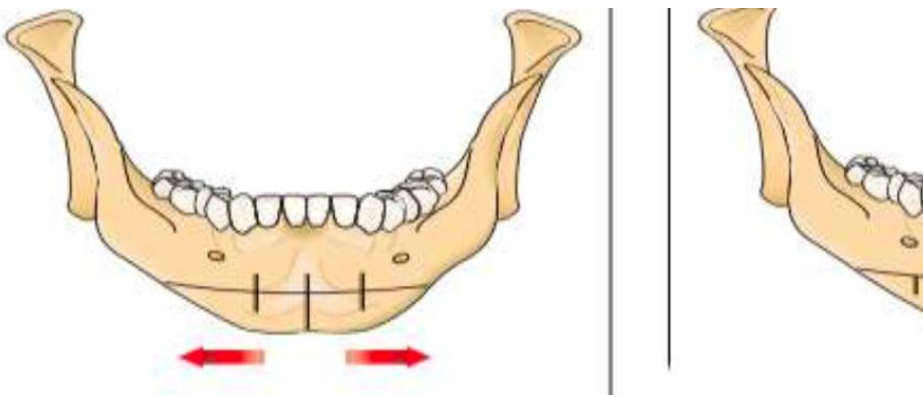
Çene ucunun transvers genişliği ve orta hat ilişkisi farklı segmental osteotomi tasarımlarıyla değiştirilebilir. Transvers fazlalıkta santral kemik rezeksiyonu sonrasında segmentlerin birbirine yaklaştırılmasıyla daraltma; transvers yetersizlikte ise segmentlerin ayrılmasıyla genişletme gerçekleştirilebilir (Şekil 3 ve 4) (Ferretti & Reyneke, 2016; Ramanathan et al., 2023; San Miguel Moragas et al., 2015). Lateral translasyon ve rotasyonel hareketler ise çene ucunun orta hat sapmalarının ve seçilmiş asimetrilerin düzeltilmesinde kullanılabilir.

Kompleks asimetrilerde deformitenin yalnızca pogonionun konumundan değil, mandibular inferior border ve bilateral korpus morfolojisindeki farklılıklardan da kaynaklanabileceği dikkate alınmalıdır. Bu hastalarda üç boyutlu görüntüleme ve sanal cerrahi planlama osteotomi tasarımının ve segment hareketinin bireyselleştirilmesine yardımcı olabilir (Oth et al., 2020;

Ramanathan et al., 2023). Günümüzde kompleks orta hat uyumsuzlukları için farklı modifiye osteotomi tasarımları da tanımlanmaktadır; ancak bunların önemli bölümü teknik not veya sınırlı olgu serilerine dayanmaktadır.



Şekil 3. Transvers daraltma genioplastisinin şematik gösterimi. Santral kemik segmentinin çıkarılması ve genial segmentlerin orta hatta yaklaştırılması gösterilmektedir (Reyneke & Sullivan, 2022).



Şekil 4. Transvers genişletme genioplastisinin şematik gösterimi**.** Osteotomi sonrası genial segmentlerin lateral yönde ayrılması, oluşan intersegmental defekte kemik greftinin yerleştirilmesi ve segmentlerin plak-vida sistemiyle stabilizasyonu gösterilmektedir (Reyneke & Sullivan, 2022).

Alloplastik Çene Ucu Augmentasyonu

İskeletsel osteotomiye alternatif olarak, özellikle sagital çene ucu projeksiyonunun artırılmasının hedeflendiği seçilmiş hastalarda alloplastik implantlarla çene augmentasyonu uygulanabilir. Silikon, poröz polietilen ve diğer biyouyumlu materyaller bu amaçla kullanılmıştır (Kauke-Navarro et al., 2025; Yeung & Wong, 2022). Bununla birlikte implant augmentasyonu ile osseöz genioplasti aynı düzeltme kapasitesine sahip değildir. Osseöz genioplasti kemik segmentinin farklı düzlemlerde yeniden konumlandırılmasına olanak sağlarken, implantların temel etkisi kontur ve projeksiyonun augmentasyonudur (Kauke-Navarro et al., 2025; Ramanathan et al., 2023). 2025 tarihli sistematik derleme de iki yöntemin mikroginin tedavisinde etkili olduğunu ancak farklı endikasyon ve komplikasyon profillerine sahip olduğunu göstermektedir (Kauke-Navarro et al., 2025).

Alloplastik implantlarla enfeksiyon, malpozisyon/deplasman, yara ayrışması ve implant çıkarılması gereksinimi gibi komplikasyonlar bildirilmiştir (Kauke-Navarro et al., 2025). Ayrıca implantın mandibular korteks üzerinde oluşturduğu uzun dönem kemik rezorpsiyonu iyi tanımlanmış bir radyolojik bulgudur. Bu konuda 28 klinik çalışmayı kapsayan sistematik derlemede çalışmaların çoğunda ortalama rezorpsiyon derinliği 2 mm'nin altında olmakla birlikte, daha uzun takip sürelerinin daha derin rezorpsiyonla ilişkili olabileceği bildirilmiştir (Yeung & Wong, 2022).

Fiksasyon ve Stabilite

Genioplasti sonrasında mobilize edilen kemik segmentinin planlanan konumda korunması ve kemik iyileşmesinin uygun koşullarda gerçekleşebilmesi için yeterli stabilizasyon gereklidir. Tarihsel olarak tel osteosentezi kullanılmış olmakla birlikte,

günümüzde rijit veya semirijit plak-vida sistemleri ve vida osteosentezi yaygın fiksasyon seçenekleri arasında yer almaktadır (Ferretti & Reyneke, 2016; Ramanathan et al., 2023; Reyneke & Sullivan, 2022). Advancement genioplastisine ilişkin literatürde tel fiksasyonundan rijit plak ve vida sistemlerine doğru bir geçiş olduğu bildirilmektedir (Janssens et al., 2021).

Fiksasyon amacıyla genioplastiye özgü önceden şekillendirilmiş plaklar, standart miniplaklar ve uygun osteotomi tasarımlarında bikortikal vidalar kullanılabilir (Ferretti & Reyneke, 2016; Ramanathan et al., 2023). Seçilecek sistem; segment hareketinin yönü ve miktarı, osteotomi geometrisi, kemik kalitesi ve segmentler arasındaki temas dikkate alınarak belirlenmelidir. Fiksasyonun temel amacı, erken iyileşme döneminde segmentin istenmeyen translasyon veya rotasyonunu önleyerek planlanan üç boyutlu konumunu korumaktır (Ferretti & Reyneke, 2016; Ramanathan et al., 2023).

Farklı osteosentez sistemlerinin biyomekanik davranışlarını karşılaştıran çalışmalar bulunmakla birlikte, mevcut kanıtlar belirli bir fiksasyon yönteminin tüm genioplasti tiplerinde üstün olduğunu göstermemektedir. Özellikle sonlu eleman analizleri farklı plak ve vida konfigürasyonlarının stres dağılımı ve segment deplasmanı üzerindeki etkilerini göstermede yararlı olmakla birlikte, FEA sonuçlarının doğrudan klinik relaps veya komplikasyon üstünlüğü olarak yorumlanmaması gerekir. Bu nedenle fiksasyon sistemi cerrahi hareket ve hastaya özgü anatomik koşullara göre seçilmelidir (Ramanathan et al., 2023; Reyneke & Sullivan, 2022).

Uzun dönem klinik veriler özellikle advancement genioplastisinin sagital stabilitesini desteklemektedir. Janssens ve ark.'nın sistematik derlemesinde, en az bir yıllık takip süresine sahip sekiz çalışma değerlendirilmiş; ortalama advancement 8,2 mm iken bir yıldan sonraki horizontal sert doku relapsı pogonion düzeyinde 0,1–2,1 mm, yumuşak doku relapsı ise 0,3–2,9 mm arasında bulunmuştur (Janssens et al., 2021). Yazarlar izole

advancement genioplastisini sagital düzlemde öngörülebilir ve stabil bir prosedür olarak değerlendirmiştir.

Önemli olarak, aynı sistematik derlemede relaps miktarı ile kullanılan fiksasyon yöntemi veya cerrahi advancement miktarı arasında ilişki gösterilememiştir (Janssens et al., 2021). Bununla birlikte bu sonuç, tüm genioplasti hareketlerine genellenmemelidir; derleme yalnızca izole advancement genioplastisini ve ≥1 yıllık sonuçları değerlendirmiştir. Vertikal, transvers, setback ve kompleks çok düzlemli hareketlerin uzun dönem stabilitesi için kanıt daha sınırlıdır.

Postoperatif Bakım

Genioplasti sonrası erken dönemde ağrı, ödem, ekimoz ve alt dudak-çene bölgesinde geçici duyu değişiklikleri görülebilir. Postoperatif bakımın temel amacı semptomların kontrolü, intraoral yaranın korunması, yeterli oral hijyenin sürdürülmesi ve osteotomize segmentin iyileşme döneminde travmadan korunmasıdır (Ferretti & Reyneke, 2016; Ramanathan et al., 2023). Hastalara erken dönemde cerrahi bölgeye aşırı mekanik yük bindirmemeleri ve oral hijyen önerilerine uymaları konusunda bilgi verilmelidir.

Cerrahi kapanış sonrasında mentalis kasının fonksiyonu ve alt dudak-çene konturu takip edilmelidir. Mentalis kasının anatomik olarak doğru şekilde yeniden yaklaştırılması, postoperatif yumuşak doku desteğinin korunmasında önemlidir; yetersiz reataşman mentalis disfonksiyonu ve çene ucu pitozisiyle ilişkili olabilir (Chaushu et al., 2001; Ramanathan et al., 2023). Bu nedenle cerrahi sırasında doğru kas reataşmanı, postoperatif bandaj veya taping gibi destekleyici uygulamalardan daha temel bir basamaktır.

Mental sinirin cerrahi alana yakınlığı nedeniyle alt dudak ve çene ucundaki nörosensöriyel fonksiyon postoperatif takiplerde değerlendirilmelidir. Geçici nörosensöriyel değişiklikler zaman içerisinde düzelme eğilimi göstermekle birlikte, iyileşmenin süresi

ve derecesi hastalar arasında değişkenlik gösterebilir (Behnia et al., 2023; Driemel et al., 2004; Miloro et al., 2022; Wang et al., 2022).

Takip sırasında yara iyileşmesi, enfeksiyon veya hematom bulguları, segment pozisyonu, fasiyal simetri ve mentalis fonksiyonu değerlendirilmelidir. Genioplasti sonrası bildirilen komplikasyonlar arasında nörosensöriyel değişikliklerin yanı sıra hematom, enfeksiyon, segmentin sekonder yer değiştirmesi, kemik iyileşme problemleri ve mental pitoz yer almaktadır (Ferretti & Reyneke, 2016; Richard et al., 2001). Beklenmeyen ağrı, şişlik, asimetri, oklüzal değişiklik veya segment instabilitesinden şüphelenildiğinde uygun radyolojik değerlendirme yapılmalıdır.

Komplikasyonlar

Genioplasti genel olarak güvenilir ve öngörülebilir bir cerrahi prosedür olarak kabul edilmekle birlikte, nörosensöriyel, vasküler, iskeletsel, dental ve yumuşak doku komplikasyonları görülebilir. Bildirilen komplikasyonlar arasında mental sinir yaralanması ve nörosensöriyel değişiklikler, kanama ve hematom, enfeksiyon, dental yaralanmalar, segmentin sekonder yer değiştirmesi, kemik iyileşme bozuklukları, mandibular kontur düzensizlikleri ve mental pitoz yer almaktadır (Ferretti & Reyneke, 2016; Ramanathan et al., 2023; Richard et al., 2001). Richard ve ark.'nın 200 olguluk serisinde toplam altı komplikasyon bildirilmiş ve genioplasti ortognatik cerrahinin görece güvenli girişimlerinden biri olarak değerlendirilmiştir (Richard et al., 2001).

Nörosensöriyel Komplikasyonlar

Mental sinirin cerrahi alana yakınlığı nedeniyle alt dudak ve çene ucunda hipoestezi, parestezi veya diğer nörosensöriyel değişiklikler genioplastinin önemli komplikasyonları arasındadır (Ferretti & Reyneke, 2016; Ramanathan et al., 2023; Richard et al., 2001). Bu değişikliklerin önemli bölümü zaman içerisinde düzelmekle birlikte kalıcı defisitler de bildirilmiştir. Lindquist ve Obeid'in uzun dönem değerlendirmesinde, izole genioplasti uygulanan hastalarda mental sinirlerin %10'unda objektif olarak

değişmiş duyu saptanmıştır (Lindquist & Obeid, 1988). Mental sinirin doğrudan travmadan korunması ve osteotominin mental foramen ile terminal mandibular kanal anatomisi dikkate alınarak planlanması nörolojik komplikasyonların azaltılmasında temel cerrahi prensiplerdir (Ferretti & Reyneke, 2016; Ramanathan et al., 2023).

Vasküler Komplikasyonlar

İntraoperatif kanama ve postoperatif hematom nadir olmakla birlikte klinik açıdan önemli komplikasyonlardır (Ramanathan et al., 2023; Richard et al., 2001). Özellikle lingual veya sublingual bölgede gelişen hematom, dilin superior ve posterior yönde deplasmanına neden olarak hava yolu obstrüksiyonuna yol açabilir. Genioplasti sonrası sublingual hematomları değerlendiren Choi ve ark., sublingual ve submental arterleri bu komplikasyon açısından risk taşıyan başlıca vasküler yapılar olarak tanımlamıştır (Choi et al., 2023). Bu nedenle lingual yumuşak dokuların ve vasküler pedikülün korunması ile postoperatif hızla artan ağız tabanı şişliğinin erken tanınması önemlidir.

Yumuşak Doku Komplikasyonları

Mentalis kasının cerrahi sırasında aşırı disseksiyonu veya kapanış sırasında anatomik konumuna yeterli şekilde yeniden adapte edilmemesi, alt dudak-çene yumuşak doku ilişkisinin bozulmasına ve mental pitoza ("witch's chin" deformitesi**)** neden olabilir (Chaushu et al., 2001; Zhang et al., 2021). Chaushu ve ark., mentalis kasının hassas biçimde yeniden yaklaştırıldığı hastalarda postoperatif vertikal yumuşak doku değişikliklerinin daha olumlu olduğunu göstermiştir (Chaushu et al., 2001). Daha yakın tarihli karşılaştırmalı bir çalışmada da aşırı degloving ve mentalis desteğinin kaybı iyatrojenik çene pitozunun temel mekanizmaları arasında değerlendirilmiştir (Zhang et al., 2021). Bu nedenle mentalis kasının korunması ve anatomik reataşmanı, postoperatif yumuşak doku konturunun korunmasında temel cerrahi basamaklardan biridir.

İskeletsel, Dental ve Enfeksiyöz Komplikasyonlar

Osteotomize segmentte sekonder yer değiştirme, yetersiz kemik iyileşmesi veya nekroz ve mandibular inferior kenarda kontur düzensizlikleri bildirilen iskeletsel komplikasyonlardır (Ramanathan et al., 2023; Richard et al., 2001). Ayrıca osteotominin diş köklerine yakın planlanması kök ve periodontal dokularda yaralanmaya neden olabilir. Uzun dönem bir çalışmada izole genioplasti sonrasında bazı anterior dişlerde elektrikli pulpa testine anormal yanıtlar bildirilmiştir (Lindquist & Obeid, 1988). Bu nedenle osteotomi seviyesi preoperatif görüntüleme ile kök apeksleri ve nörovasküler yapılar dikkate alınarak bireysel olarak belirlenmelidir.

Enfeksiyon genioplasti sonrasında görece seyrek bildirilmektedir; ancak yara enfeksiyonu, osteomyelit ve osteosentez materyali ile ilişkili komplikasyonlar görülebilir (Ferretti & Reyneke, 2016; Ramanathan et al., 2023; Richard et al., 2001). Örneğin 126 advancement genioplastisinin değerlendirildiği bir seride toplam komplikasyon oranı %6,3 olup iki enfeksiyon, iki plak ekspozisyonu, üç mental sinir yaralanması ve bir diş kökü yaralanması bildirilmiştir (Chan & Ducic, 2016). Başka bir 59 hastalık seride ise enfeksiyon %3,4, hematom %8,5 ve geçici uyuşukluk %6,8 oranında bildirilmiştir; ancak farklı çalışmalar arasındaki hasta seçimi, cerrahi teknik ve komplikasyon tanımlarındaki heterojenlik nedeniyle bu oranlar genel genioplasti komplikasyon insidansı olarak kabul edilmemelidir (Khan et al., 2021).

Sonuç

Genioplasti, çene ucundaki sagital, vertikal ve transvers deformitelerin izole veya kombine olarak düzeltilmesine olanak sağlayan çok yönlü bir ortognatik cerrahi prosedürdür. Başarılı ve öngörülebilir bir sonuç; deformitenin üç boyutlu olarak doğru tanımlanmasına, hastaya uygun osteotomi ve hareket tipinin seçilmesine, nörovasküler ve dental yapıların korunmasına, stabil

fiksasyona ve mentalis başta olmak üzere yumuşak dokuların dikkatli yönetimine bağlıdır (Ferretti & Reyneke, 2016; Ramanathan et al., 2023; Reyneke & Sullivan, 2022).

Günümüzde üç boyutlu görüntüleme, sanal cerrahi planlama ve hastaya özgü cerrahi kılavuzların kullanımı, osteotomi hattı ile hedef segment pozisyonunun bireysel anatomiye göre planlanmasını ve cerrahi plana daha hassas biçimde aktarılmasını mümkün kılmaktadır (Oth et al., 2020; Ramanathan et al., 2023). Bununla birlikte, kemik hareketinin doğrulukla uygulanması nihai yumuşak doku sonucunun aynı kesinlikle öngörülebileceği anlamına gelmemektedir; genioplasti sonrası yumuşak doku yanıtında hareketin yönüne ve hastaya bağlı değişkenlik devam etmektedir (San Miguel Moragas et al., 2015).Bu nedenle genioplasti planlamasının amacı, çene ucunu tek bir sefalometrik "ideal" değere taşımaktan ziyade, hastanın bireysel dentofasiyal morfolojisi ve yumuşak doku özellikleriyle uyumlu, dengeli ve doğal bir alt yüz konturu oluşturmak olmalıdır. Ayrıntılı fasiyal analiz, cerrahi anatomiye hakimiyet, uygun teknik seçimi ve titiz yumuşak doku yönetimi, güvenli ve öngörülebilir sonuçların temel bileşenleridir (Ferretti & Reyneke, 2016; Ramanathan et al., 2023; Reyneke & Sullivan, 2022).

Kaynakça

Au, S. W., Li, D. T. S., Su, Y.-X., & Leung, Y. Y. (2022). Accuracy of self-designed 3D-printed patient-specific surgical guides and fixation plates for advancement genioplasty. *International Journal of Computerized Dentistry*, *25*(4), 369–376. https://doi.org/10.3290/j.ijcd.b2599791

Behnia, P., Behnia, H., Ghanbari, A. M., & Tabrizi, R. (2023). Does leucocyte- and platelet-rich fibrin enhance neurosensory recovery after genioplasty? A double-blind, split-mouth, randomised clinical trial. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *61*(8), 534–539. https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2023.07.003

Bell, W. H., & Gallagher, D. M. (1983). The versatility of genioplasty using a broad pedicle. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *41*(12), 763–769. https://doi.org/10.1016/S0278-2391(83)80041-X

Bertossi, D., Albanese, M., Mortellaro, C., Malchiodi, L., Kumar, N., Nocini, R., & Nocini, P. F. (2018). Osteotomy in Genioplasty by Piezosurgery. *The Journal of Craniofacial Surgery*, *29*(8), 2156–2159. https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000004773

Chan, D., & Ducic, Y. (2016). A Simplified, Reliable Approach for Advancement Genioplasty. *JAMA Facial Plastic Surgery*, *18*(2), 114–118. https://doi.org/10.1001/jamafacial.2015.1818

Chaushu, G., Blinder, D., Taicher, S., & Chaushu, S. (2001). The effect of precise reattachment of the mentalis muscle on the soft tissue response to genioplasty. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *59*(5), 510–516. https://doi.org/10.1053/joms.2001.22678

Choi, B.-K., Lee, S.-S., Yun, I.-S., & Yang, E.-J. (2023). Vascular Anatomy for the Prevention of Sublingual Hematomas: Life-Threatening Complication of Genioplasty. *Journal of Craniofacial Surgery*, *34*(4), 1308–1311. https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000009104

Driemel, O., Kloss, F., Roth, B., Würzler, K. K., & Pistner, H. (2004). [Genioplasty alone and in combination. Long-term results with emphasis on sensitivity and photoanalysis]. *Mund-, Kiefer- Und Gesichtschirurgie : MKG*, *8*(5), 289–295. https://doi.org/10.1007/s10006-004-0554-8

Erbe, C., Mulié, R. M., & Ruf, S. (2011). Advancement genioplasty in Class I patients: predictability and stability of facial profile changes. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *40*(11), 1258–1262. https://doi.org/10.1016/j.ijom.2011.04.014

Ewing, M., & Ross, R. B. (1992). Soft tissue response to mandibular advancement and genioplasty. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics : Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*,

101(6), 550–555. https://doi.org/10.1016/0889-5406(92)70130-3

Ferretti, C., & Reyneke, J. P. (2016). Genioplasty. *Atlas of the Oral and Maxillofacial Surgery Clinics*, *24*(1), 79–85. https://doi.org/10.1016/j.cxom.2015.10.008

Hui, L., Hung, K. F., Bornstein, M. M., & Leung, Y. Y. (2022). Assessment of the prevalence and length of the anterior and caudal loops of the mental nerve as anatomical variants of exiting the mandible at the mental foramen using cone-beam computed tomography: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Investigations*, *26*(11), 6423–6441. https://doi.org/10.1007/s00784-022-04656-x

Hwang, K., Lee, W. J., Song, Y. B., & Chung, I. H. (2005). Vulnerability of the Inferior Alveolar Nerve and Mental Nerve During Genioplasty: An Anatomic Study. *Journal of Craniofacial Surgery*, *16*(1), 10–14. https://doi.org/10.1097/00001665-200501000-00004

Illarramendi, I. Z., Cariati, P., Martínez-Sahuquillo, Á., & Iglesias, F. M. (2025). Customized Genioplasty and Advantages of 3D Virtual Planning: An Updated Literature Review. *Facial Plastic Surgery*, *41*(04), 517–523. https://doi.org/10.1055/a-2427-8714

Janssens, E., Shujaat, S., Shaheen, E., Politis, C., & Jacobs, R. (2021). Long-term stability of isolated advancement genioplasty, and influence of associated risk factors: A systematic review. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, *49*(4), 269–276. https://doi.org/10.1016/j.jcms.2021.01.013

Katsumi, Y., Tanaka, R., Hayashi, T., Koga, T., Takagi, R., & Ohshima, H. (2013). Variation in arterial supply to the floor of the mouth and assessment of relative hemorrhage risk in implant surgery. *Clinical Oral Implants Research*, *24*(4), 434–440. https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2011.02348.x

Kauke-Navarro, M., Knoedler, L., Allam, O., Heiland, M., Knoedler, S., Klimitz, F. J., Alperovich, M., & Safi, A.-F. (2025). Implant-Based Chin Augmentation Vs Osseous Genioplasty: A Systematic Review of Indications and Outcomes. *Aesthetic Surgery Journal Open Forum*, *7*. https://doi.org/10.1093/asjof/ojaf048

Khan, M., Sattar, N., & Erkin, M. (2021). Postoperative Complications in Genioplasty and Their Association with Age, Gender, and Type of Genioplasty. *International Journal of Dentistry*, *2021*, 1–5. https://doi.org/10.1155/2021/8134680

Legan, H. L., & Burstone, C. J. (1980). Soft tissue cephalometric analysis for orthognathic surgery. *Journal of Oral Surgery (American Dental Association : 1965)*, *38*(10), 744–751.

Li, B., Wei, H., Zeng, F., Li, J., Xia, J. J., & Wang, X. (2017). Application of A Novel Three-dimensional Printing Genioplasty Template System and Its Clinical Validation: A Control Study. *Scientific Reports*, *7*(1), 5431. https://doi.org/10.1038/s41598-017-05417-7

Liao, C. D., Rodriguez, E., Zhao, K., Kunda, N., & George, F. (2023). Complications Following Alloplastic Chin Augmentation. *Annals of Plastic Surgery*, *90*(6S), S515–S520. https://doi.org/10.1097/SAP.0000000000003423

Lindquist, C. C., & Obeid, G. (1988). Complications of genioplasty done alone or in combination with sagittal split-ramus osteotomy. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, *66*(1), 13–16. https://doi.org/10.1016/0030-4220(88)90057-6

Lu, C.-I., Won, J., Al-Ardah, A., Santana, R., Rice, D., & Lozada, J. (2015). Assessment of the Anterior Loop of the Mental Nerve Using Cone Beam Computerized Tomography Scan. *Journal of Oral Implantology*, *41*(6), 632–639. https://doi.org/10.1563/AAID-JOI-D-13-00346

Miloro, Michael., Ghali, G. E. ., Larsen, P. E. ., Waite, P. D. ., & Peterson, L. J. . (2022). *Peterson's principles of oral and maxillofacial surgery*. Springer.

Naini, F. B. ., & Gill, D. S. . (2017). *Orthognathic surgery : principles, planning and practice*. Wiley-Blackwell.

Naini, F. B., & Gill, D. S. (Eds.). (2016). *Orthognathic Surgery*. Wiley. https://doi.org/10.1002/9781119004370

Norton, N. S. . (2017). *Netter's Head and Neck Anatomy for Dentistry*. Elsevier.

Oranges, C. M., Grufman, V., di Summa, P. G., Fritsche, E., & Kalbermatten, D. F. (2023). Chin Augmentation

Techniques: A Systematic Review. *Plastic & Reconstructive Surgery*, *151*(5), 758e–771e. https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000010079

Oth, O., Durieux, V., Orellana, M.-F., & Glineur, R. (2020). Genioplasty with surgical guide using 3D-printing technology: A systematic review. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, *12*(1), e85–e92. https://doi.org/10.4317/medoral.56145

Ramanathan, M., Panneerselvam, E., Parameswaran, A., & Kanno, T. (2023). Genioplasty in Contemporary Orthognathic Surgery. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, *35*(1), 97–114. https://doi.org/10.1016/j.coms.2022.06.009

Reddy, P. S., Kashyap, B., Hallur, N., & Sikkerimath, B. C. (2011). Advancement genioplasty--cephalometric analysis of osseous and soft tissue changes. *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*, *10*(4), 288–295. https://doi.org/10.1007/s12663-011-0233-x

Reyneke, J. P. ., & Sullivan, S. M. . (2022). *Essentials of orthognathic surgery*. Quintessence Publishing.

Richard, O., Ferrara, J. J., Cheynet, F., Guyot, L., Thiery, G., & Blanc, J. L. (2001). [Complications of genioplasty]. *Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-Faciale*, *102*(1), 34–39.

Rosa, M. B., Sotto-Maior, B. S., de Carvalho Machado, V., & Francischone, C. E. (2013). Retrospective Study of the Anterior Loop of the Inferior Alveolar Nerve and the Incisive Canal Using Cone Beam Computed Tomography. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, *28*(2), 388–392. https://doi.org/10.11607/jomi.2648

Roy, T., & Steinbacher, D. M. (2022). Virtual Planning and 3D Printing in Contemporary Orthognathic Surgery. *Seminars in Plastic Surgery*, *36*(3), 169–182. https://doi.org/10.1055/s-0042-1760209

San Miguel Moragas, J., Oth, O., Büttner, M., & Mommaerts, M. Y. (2015). A systematic review on soft-to-hard tissue ratios in orthognathic surgery part II: Chin procedures.

Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery, *43*(8), 1530–1540. https://doi.org/10.1016/j.jcms.2015.07.032

Schendel, S. A. (2010). Sagittal Split Genioplasty: A New Technique. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *68*(4), 931–934. https://doi.org/10.1016/j.joms.2009.09.082

Schünke, Michael., Schulte, Erik., Schumacher, Udo., Stefan, Cristian., Voll, M. M. ., & Wesker, Karl. (2020). *Thieme atlas of anatomy. Head, neck, and neuroanatomy*. Thieme Medical Publishers.

Steinbacher, D. M. . (2019). *Aesthetic orthognathic surgery and rhinoplasty* . Wiley-Blackwell.

Storum, K. A., Bell, W. H., & Nagura, H. (1988). Microangiographic and histologic evaluation of revascularization and healing after genioplasty by osteotomy of the inferior border of the mandible. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *46*(3), 210–216. https://doi.org/10.1016/0278-2391(88)90085-7

Trauner, R., & Obwegeser, H. (1957). The surgical correction of mandibular prognathism and retrognathia with consideration of genioplasty. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, *10*(7), 677–689. https://doi.org/10.1016/S0030-4220(57)80063-2

Wang, X., Chen, X. -p., Zhao, Q. -m., Huang, X. -x., Wang, X. -w., & Long, X. -h. (2022). Effect of concentrated growth factor on lower lip hypoesthesia after osseous genioplasty: a prospective, split-mouth, double-blind randomized controlled trial. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *51*(8), 1050–1054. https://doi.org/10.1016/j.ijom.2021.10.011

Yeung, A. W. K., & Wong, N. S. M. (2022). Mandibular Bone Resorption Following Chin Augmentation: A Systematic Review. *Frontiers in Surgery*, *9*. https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.815106

Zhang, B. H., Byrd, R., Bradley, C., Volpicelli, E. J., Gibstein, A. R., Fisher, M., Lee, J. C., & Bradley, J. P. (2021). Osseous Genioplasty: Prevention of Witch's Chin Deformity with No-Degloving Technique. *Plastic & Reconstructive*

Surgery, *148*(5), 720e–726e. https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000008478

BÖLÜM 2

ORAL POTANSİYEL MALİNG BOZUKLUKLAR

Ahmet AKDUMAN[1]

Rıdvan GÜLER[2]

Giriş

Oral kavite, çeşitli patolojik durumların görülebildiği karmaşık bir anatomik bölgedir. Dışarıdan gelen uyaranlarla ilk temasa geçen mukozal yapıdır. Oral bölge çok fazla sıcağa, soğuğa ve kimyasal ajana maruz kalmaktadır. Dolayısıyla oral bölgede oluşabilecek birçok patoloji mevcut ve bunlar içinde oral kanserler de mevcuttur. Oral Potansiyel Malign Bozukluklar (OPMD'ler), erken teşhis ve müdahale açısından büyük önem taşımaktadır. Globocan, 2020 raporunda, çoğunluğu Asya kıtasından olmak üzere yaklaşık 0,37 milyon yeni ağız kanseri vakası tahmin etmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), önümüzdeki on yıllarda ağız kanseri vakalarında artış beklemektedir (Kumari P et al., 2022). Epitelyal kökenli bir hastalık olan ağız kanseri; genetik, epigenetik, alışkanlığa bağlı (tütün/areka cevizi/sigara/alkol) ve mikrobiyal faktörler gibi, genellikle coğrafi bölgelere veya etnik gruplara göre

1 Araştırma Görevlisi, Dicle Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Orcid: 0009-0001-7809-9771,
2 Doçent Doktor, Dicle Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Orcid: 0000-0003-4750-9798

değişen çok faktörlü bir etiyoloji ile ilişkilidir. Ağız kanserinin ilerlemesi sırasında normal mukozada bir dizi histopatolojik değişiklik belgelenmiştir. Bu değişiklikler hiperplazi, displazi, karsinoma in situ ve son olarak ağız kanserini içermektedir (Al-Swiahb et al., 2010). Buna karşılık, oral epitelyal displazi (OED), ağız kanseri gelişimindeki çeşitli premalign öncülerin malignite potansiyelini belirleyen bir ara aşama olarak kabul edilir. Ağız kanseri gelişimi, özellikle tütün ve areka cevizi tüketiminin yaygın olduğu Hindistan gibi Güney Asya ülkelerinde daha yaygındır (Kramer et al., 1978).

Oral mukozanın oral potansiyel malign bozuklukları (OPMD'ler); lökoplaki, eritroplaki, eritrolökoplaki, liken planus ve oral likenoid lezyonları içerir. Bunların her biri başvuru anında farklı oranlarda displastik hastalık gösterir ve her birinde zaman içinde malign transformasyon (kötü huylu dönüşüm) insidansı gözlemlenmiştir. Bu nedenle, displazi yönetiminin birincil amacı, malign transformasyon gerçekleşmeden önce erken teşhis ve tedaviyi içerir. Bu OPMD'lerin tanınması ve yönetilmesi ile oral skuamöz hücreli karsinoma (OSCC) potansiyel ilerlemelerinin anlaşılması; hasta sağkalımı üzerinde olumlu bir etki yaratacak, hızlı ve uygun şekilde yürütülen tedavi stratejileri sayesinde bu lezyonlarla ilişkili morbidite ve mortaliteyi azaltacaktır (Carlson et al., 2024).

Tanım ve Sınıflandırma

OPMD’ler oral skuamöz hücreli karsinoma dönüşme yönünde histolojik ve morfolojik değişiklikler gösteren lezyonlardır. WHO’nun 2017 tanımına göre, OPMD’ler, klinik sunumları oral kavitede kanser gelişme riski taşıyan bir grup durumu ifade eder . OPMD’ler; lökoplaki, eritroplaki, eritrolökoplaki, liken planus ve oral likenoid lezyonları içermektedir (Carlson et al.,2024).

Tablo 1: Terimler ve Tanımlar

Terim	Tanım
Oral Potansiyel Malign Bozukluklar (OPMD)	Oral kavitede kanser gelişme riski taşıyan herhangi bir oral mukoza anormalliği (Kumari al., 2022)
Lökoplaki	Klinik veya patolojik olarak başka bir hastalık olarak tanımlanamayan, şüpheli risk taşıyan beyaz bir plak (Carlsonet al., 2024)
Eritrolkoplaki	Hem kırmızı hem de beyaz alanları içeren lezyonlar (Carlson et al., 2024)
Proliferatif Verrüköz Lökoplaki (PVL)	Multifokal, agresif, tedaviye dirençli ve yüksek malign dönüşüm riski taşıyan lökoplakinin nadir bir formu (Anzabi et al., 2025)
Oral Liken Planus (OLP)	İdiyopatik, kronik inflamatuar bir mukokutanöz bozukluk. Özellikle eroziv tipi malign dönüşüm riski taşır (González-Moles et al., 2024)
Oral Submukoz Fibrozis (OSMF)	Ağız mukozasının ilerleyici fibrozisi ile karakterize, betel cevizi çiğneme ile ilişkili kronik bir durum (Mokal et al ., 2025).

Etiyoloji ve Epidemiyoloji

OPMD'lerin etiyolojisi multifaktöriyeldir, hem genetik yatkınlık hem de çevresel risk faktörlerinden etkilenen çok faktörlü ve çok aşamalı bir hastalıktır. Sigara içme, alkol tüketimi, betel yaprağı çiğneme ve insan papillomavirüsü (HPV) enfeksiyonu gibi

risk faktörlerine maruz kalma, altta yatan genetik değişikliklerle birleştiğinde, OSCC gelişme riskini artırır. Hastalık tipik olarak normal mukozadan oral potansiyel malign bozukluklara (OPMD'ler) (lökoplaki, eritroplaki, submukozal fibroz ve oral liken planus gibi) kadar bir dizi aşamadan geçer ve sonunda invaziv karsinoma yol açar (Speight et al., 2018). Bu hastalığın ilerlemesi genel olarak çevresel, genetik, transkriptomik, proteomik ve metabolomik kaynaklıdır. Çalışmalar, belirli genetik polimorfizmlerin çevresel faktörlerle etkileşime girerek OSCC riskini artırdığını göstermiştir (Speight et al., 2018).

Tayvan'dan yapılan bir çalışma, CD44 tek nükleotid polimorfizmlerinin (SNP'ler) betel çiğneme ve sigara içme ile etkileşime girerek ağız kanseri duyarlılığını önemli ölçüde artırdığını göstermiştir (Chou et al., 2014). Bu bulgular, OSCC'yi yönlendiren altta yatan mekanizmaları tam olarak anlamak için genetik ve çevresel verilerin entegre edilmesinin önemini vurgulamaktadır. Güney ve Güneydoğu Asya gibi bölgelerde oldukça yüksek görülme sıklığıyla küresel sağlık açısından önemli bir yük oluşturmaktadır. Çin'de ağız kanserinin hem görülme sıklığı hem de ölüm oranları sürekli olarak artmakta ve halk sağlığı için giderek büyüyen bir tehdit oluşturmaktadır (Xu et al., 2026). Epidemiyolojik çalışmalar, dünya nüfusunun yaklaşık %4.47'sinin OPMD'lere sahip olabileceğini göstermektedir. Erkekler, kadınlara göre daha sık etkilenen gruptur, bu durum erkekler arasında tütün ve alkol kullanımının daha yaygın olmasıyla ilişkilidir (Kumari et al., 2022). OPMD'lerin genel malign dönüşüm oranı %7.9 civarındadır (Kumari P et al.,2022).

Tablo 2: Epidemiyoloji

Bölge / Demografik	Prevalans (%)	Öne Çıkan Risk Faktörleri
Küresel Genel	4.47%	Tütün, Alkol
Asya (Genel)	7.77%	Betel Cevizi, Dumansız Tütün
Güney Asya (Hindistan vb.)	10.2%	Areka Cevizi, Bidi Sigara
Cinsiyet: Erkek	5.8%	Yüksek Tütün/Alkol Kullanımı
Cinsiyet: Kadın	3.2%	Daha Düşük Maruziyet

Kaynak: Mello et al. (2018), Globocan (2020), WHO (2022-2024) verilerinden derlenmiştir.

Lökoplaki

Oral lökoplaki (OLK), ağız mukozasında kazınamayan ve klinik olarak başka herhangi bir tanımlanabilir lezyona atfedilemeyen, ağırlıklı olarak beyaz bir leke veya plak olarak tanımlanan yaygın, potansiyel olarak malign bir hastalıktır (Chen et al., 2019). Homojen ve non-homojen olmak üzere iki ana tipi vardır. Non-homojen lökoplakiler (verrüköz veya nodüler), homojen tiplere göre daha yüksek malign dönüşüm riski taşır. Histopatolojik olarak, lökoplaki displazi içerebilir veya içermeyebilir. Displazi derecesi (hafif, orta, şiddetli) malign dönüşüm riskini doğrudan etkiler (Carlson et al., 2024). Mevcut hiçbir tedavi oral lökoplaki tekrarını güvenilir bir şekilde önleyemediğinden, fotodinamik terapi (PDT), cerrahi veya lazer tedavisi gibi lezyon ablatif yaklaşımlara göre belirgin avantajlar sunar: minimal yan etkilere sahiptir ve hem estetik hem de fonksiyonun üstün bir şekilde korunmasını sağlar (M. Lodolo et al., 2025). OLK vakalarının %15 ila %80'inde bulunan oral epitelyal displazi (OED), malignite riskini önemli ölçüde artırmakta ve displastik lezyonlarda malignite dönüşüm oranı %40'a kadar keskin bir şekilde yükselmektedir (Ho et al., 2012).

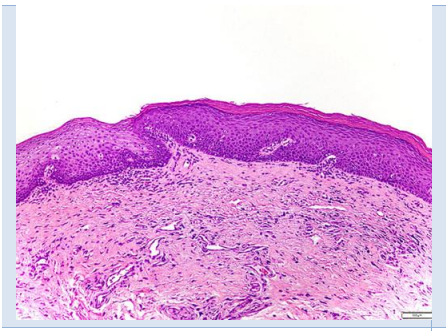
Oral lökoplakinin etiyolojisi çok faktörlüdür ve birçok neden idiyopatiktir. En sık ilişkilendirilen risk faktörü, dumanlı veya

dumansız tütün kullanımıdır (Shah et al., 2018). Ek olarak, dünyanın birçok yerinde (güney ve güneydoğu Asya) areka (betel) fıstığı preparatlarının kullanımı, enfiye ve diğer dumansız tütün formlarının kullanımı gibi önemli bir risk oluşturmaktadır (Bose et al., 2012).

Lökoplakinin yaygınlığı çeşitli bilimsel çalışmalarda farklılık göstermektedir. Kapsamlı bir küresel inceleme, yaygınlığın %2,6 ve maligniteye dönüşüm oranının %0,1 ile %17,5 arasında değiştiğini göstermektedir (Kumar Srivastava, 2014). Genel olarak Hint alt kıtasında ve özellikle Hindistan'da yapılan çeşitli çalışmalardan elde edilen istatistiksel analiz, lökoplakinin yaygınlığının %0,2 ile %5,2 arasında ve maligniteye dönüşüm oranının %0,13 ile %10 arasında olduğunu ortaya koymuştur (Kumar Srivastava, 2014).

Histolojik özellikleri

Histolojik olarak, oral lökoplakiler hiperkeratoz, hafif displazi, orta displazi, şiddetli displazi veya karsinoma in situ olarak ortaya çıkar. Displazi, dokunun mimari özelliklerindeki değişikliklerin yanı sıra sitolojik özelliklerini de içerir. Displazinin mimari özellikleri arasında asimetrik epitel tabakalaşması, epitelde mitotik figür sayısında artış, diskeratoz, damla şeklinde rete çıkıntıları ve bu rete çıkıntıları içindeki keratin incileri, bazal hücrelerin polaritesinin kaybı ve bazal hücre hiperplazisi veya anaplazisi bulunur. Sitolojik özellikler ise nükleer pleomorfizm, hücresel pleomorfizm, nükleer-sitoplazmik oranda artış, belirgin nükleoller ve hiperkromaziyi içerir (Warnakulasuriya , 2018).



Kaynak:Pathology Outlines



Kaynak:Cleveland Clinic Journal of Medicine

Figüre 1: Lökoplaki (ağız içi ve histolojik görüntü)

Eritroplaki

Eritroplaki, herhangi bir spesifik hastalık varlığıyla açıklanamayan, ağız mukozasında ateş kırmızısı, keskin sınırlı bir lekedir ,görünüm ve davranış açısından lökoplaki ve karışık eritrolökoplaki (hem beyaz hem de kırmızı olan bir lezyon) ile bir süreklilik içindedir. Eritroplaki en sık ağız tabanında, dilin ventral yüzeyinde veya yumuşak damakta bulunur (Gale et al., 2005). Histopatolojik olarak, eritroplakilerin büyük çoğunluğu şiddetli displazi veya invaziv karsinom içerir (Carlson et al., 2024). Etyolojik olarak lökoplakiye çok benzemektedir ve OPMD'lerin genel etyolojisi benzerdir. Prevalansı %0.02 ile %0.83 arasında değişir ve orta yaşlı ile yaşlı bireylerdedaha sık görülür . Malign dönüşüm oranı %19.9 gibi yüksek bir seviyededir (JAMA, 2024).

Klinik özellikler şunları içerir. Genellikle çapları 1,5 cm'den küçüktür, ancak daha büyük lezyonlar da belgelenmiştir. Pürüzsüz veya taneli yüzey dokusu, Belirgin sınırlara sahip olması, genellikle yaygın sınırlara sahip olan iltihaplı lezyonlardan önemli bir ayırıcı tanı özelliğidir. Palpasyonda yumuşak (sertleşme karsinom gelişimini düşündürür), Komşu mukoza seviyesinin altında düz veya hafifçe çukur olabilir. Eritroplaki, lökoplakiye göre daha az yaygındır ve yumuşak kadifemsi bir dokuya sahip ateş kırmızısı bir

makül veya yama şeklinde görünür (Sciubba & Scully, 2017; Greer ,2006).

Histolojik özellikleri

Eritroplaki vakalarının %60 ila %90'ı, biyopsi yapıldığı anda histolojik olarak yüksek dereceli epitelyal displazi, karsinoma in situ (CIS) veya invaziv skuamöz hücreli karsinom gösterir (ScienceDirect Topics. Erythroplakia - an overview). Lökoplakinin aksine (ki orada hiperkeratoz/kalınlaşma vardır), eritroplakide epitel genellikle atrofiktir (incelmiştir). Bu incelme, alttaki vasküler (damarsal) yapıların yüzeye daha yakın görünmesine ve lezyonun karakteristik kırmızı rengini almasına neden olur (Frontiers in Pharmacology, 2022). Lezyonda genellikle ortokeratoz veya parakeratoz (keratin tabakası) bulunmaz. Bu durum, alttaki bağ dokusundaki konjesyonun (kanlanma artışı) klinik olarak "ateş kırmızısı" görünmesine katkıda bulunur (BMC Cancer (2015/2024 Update)).



Kaynak: OPMDCARE (opmdcare.com)

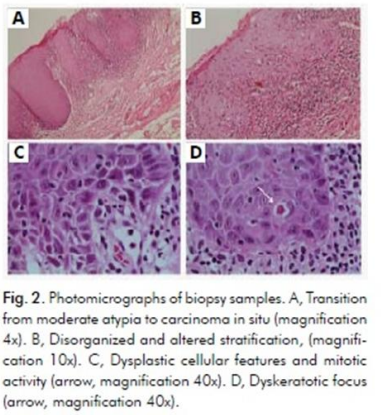


Fig. 2. Photomicrographs of biopsy samples. A, Transition from moderate atypia to carcinoma in situ (magnification 4x). B, Disorganized and altered stratification, (magnification 10x). C, Dysplastic cellular features and mitotic activity (arrow, magnification 40x). D, Dyskeratotic focus (arrow, magnification 40x).

Kaynak: ResearchGate / Carcinoma in situ in erythroleukoplakia

Figüre 2: Eritroplaki (ağız içi ve histolojik görüntü)

Proliferatif Verrüköz Lökoplaki (PVL)

Proliferatif verrüköz lökoplaki (PVL), ağız mukozasının çok nadir görülen bir lezyonudur ve sıklıkla oral epitel displazisi gelişimi ile birlikte malign dönüşüm (MT) oranı çok yüksektir (Molnarova et al.,2026). Çok odaklı, yavaş büyüyen, dirençli ve sıklıkla tekrarlayan verrüköz lezyonlar şeklinde ortaya çıkar (Molnarova et al., 2026). PVL'nin histopatolojik özellikleri hiperkeratozdan verrüköz hiperplaziye ve nihayetinde karsinoma kadar değişen morfolojik değişikliklerin bir sürekliliğini gösterir (Anzabi et al., 2025). PVL'nin %60 ila %100'ü oral karsinoma dönüşebilir (Anzabi et al.,2025). PVL, erkeklere göre kadınlarda daha yaygındır (4:1) (Abadie et al., 2015). En sık etkilenen bölgeler arasında alt diş eti, yanak mukozası ve dil bulunur (Abadie et al., 2015). PVL'nin etiyolojisi belirsizliğini korumaktadır; ancak, PVL hem sigara içenlerde hem de içmeyenlerde görüldüğünden, tütün etiyolojik bir faktör olarak dışlanmıştır (Abadie et al., 2015).

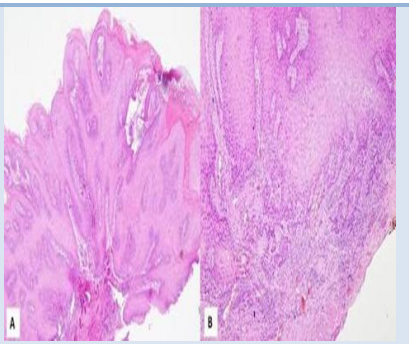
HPV varlığı da tespit edilmiştir; PVL örneklerinin %89'u HPV pozitiftir, çoğunlukla HPV 16 (Palefsky et al., 1995). Diğer OPMD'lere kıyasla PVL'de en yüksek MT oranı %49,5 olarak görülmüştür (Iocca et al., 2020).

Histolojik özellikleri

PVL çoğunlukla diffüz hiperkeratoz, yavaş ilerleyen, geri dönüşümsüz ve kalıcı bir hastalık olarak ortaya çıkar. Klinik olarak, ekzofitik siğil benzeri lökoplaki formları PVL'yi temsil eder ve neredeyse tüm tedavi biçimlerine dirençlidir. Klinik olarak, PVL'de hem epitelyal hiperkeratoz hem de verrüköz karsinom veya skuamöz hücreli karsinom görülebilir (Greer et al., 1999). Homojen beyaz görünümü ve homojen (verrüköz) dokusu nedeniyle, verrüköz lökoplaki ile verrüköz karsinom arasında kesin bir klinik ayrım olmaması nedeniyle klinisyenler tarafından sıklıkla yanlış teşhis edilir (Greer et al.,1999).



Kaynak: OPMDCARE



H&E boyamalı kesitlerde ekzofitik verrüköz hiperplazi (A) ve epitelyal displazi/karsinom geçişi (B). Kaynak: ResearchGate

Figüre 3: Proliferatif Verrüköz Lökoplaki (PVL) (ağız içi ve histolojik görüntü)

Oral Liken Planus (OLP)

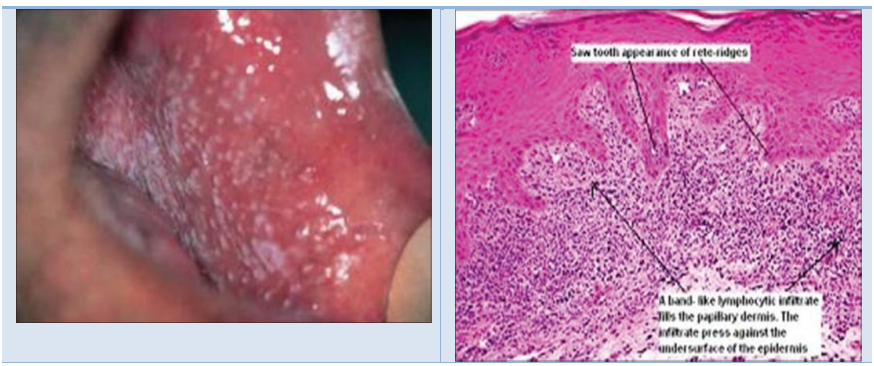
Oral liken planus (OLP) başlıca retiküler, eritematöz/atrofik, eroziv veya mikst formlarda karşımıza çıkabilen kronik inflamatuvar bir hastalıktır (Eisen et al., 2005). Liken planus (LP), ağız ve genital mukoza zarlarını, cildi, tırnakları ve kafa derisini etkileyen, çok katmanlı yassı epitelyumun kronik bir mukokutanöz bozukluğudur. Çoğu durumda, ağız tutulumu, diğer yerlerdeki diğer semptomların veya lezyonların ortaya çıkmasından önce gelir. Görülme sıklığı %0.2-2.3 arasında değişmektedir (Anuradha et al., 2008). Ülkemizdeki sıklığı ise %1.15 olarak bulunmuştur (Cebeci et al., 2009). Oral Liken Planus (OLP) prevalansı genellikle yaşamın beşinci ve altıncı on yıllarında artış göstermektedir. Cinsiyet dağılımı açısından kadınlarda erkeklere oranla daha sık izlenen bu tablo, en yaygın olarak yanak (bukkal) mukozasını etkilemekle birlikte; dil, damak, diş eti ve dudak tutulumuyla da seyredebilmektedir. Köbner fenomeni uyarınca, ağız içindeki travmatik bölgelerde yeni lezyon oluşumu gözlenebilir. Hastalığın gelişimini veya şiddetlenmesini tetikleyen unsurlar arasında

duygusal stres, dental operasyonlar ve plak birikimi, tütün kullanımına bağlı irritasyonlar, keskin diş kenarlarının yarattığı friksiyon, uyumsuz protezler, mukoza ısırma alışkanlıkları, yetersiz ağız hijyeni ve amalgam restorasyonlar önemli bir yer tutmaktadır (Eisen et al., 2005). Hastalık temel olarak üç ana klinik formda tezahür eder: Beyaz doğrusal çizgilenmelerle (Wickham çizgileri) belirginleşen, papül veya plak oluşumlarıyla seyreden retiküler tip; mukoza incelmesi ve kızarıklıkla karakterize eritematöz (atrofik) tip; doku kaybı (ülserasyon) veya bül oluşumuyla seyreden eroziv tip. Bu formlar arasında retiküler tip genellikle en yaygın görülen klinik tablodur (Eisen., 2005; Xue et al., 2005). Retiküler lezyonlar genellikle herhangi bir belirti vermedikleri (asemptomatik) için rutin ağız içi muayeneler sırasında tesadüfen saptanırken; eroziv ve eritematöz formlar, şiddetli ağrı ve yanma hissine yol açarak hastayı doğrudan hekime yönlendiren temel klinik tablolardır. Bu durum, semptomatik formların hastanın yaşam kalitesini daha belirgin düzeyde etkilediğini göstermektedir (Eisen et al., 2005). Son yıllarda da oral liken planusun görüldüğü ailevi olgular bildirilmiş ve genetik çalışmalar sonucundakromozom 3p14-3q13'ün etyopatogenezde rol oynayabileceği belirtilmiştir (Wang et al., 2011).

Histolojik Özellikler

Hastalık mekanizmasındaki erken bir olay, keratinosit antijen ekspresyonunu veya bir öz-peptit veya bir ısı şok proteini olabilecek bir antijenin açığa çıkmasını içerir (Zhou et al., 2002). Sürecin devamında, başta CD8+ olmak üzere belirli CD4+ T lenfositleri; immün gözetim esnasında antijenle tesadüfi karşılaşma ya da bazal keratinositlere yönelik kemokin aracılı kemotaksis sonucu epitel dokusuna infiltre olur. Epitele göç eden bu CD8+ hücreleri, keratinosit yüzeyindeki majör histokompatibilite kompleksi-I (MHC-I) molekülüne bağlanan spesifik antijenler vasıtasıyla doğrudan veya aktive olmuş CD4+ lenfositlerin desteğiyle aktive edilir. Eş zamanlı olarak, OLP lezyonlarında MHC-II

ekspresyonundaki artışa bağlı olarak sayıca çoğalan Langerhans hücreleri, antijen sunumu ve interlökin-12 (IL-12) salınımı üzerinden CD4+ yardımcı T hücrelerini uyarır; bu hücreler de reseptör etkileşimi, interferon-gama (IFN-γ) ve IL-2 yoluyla sitotoksik CD8+ T hücrelerini etkinleştirir. Nihayetinde efektör aşamaya geçen CD8+ T hücreleri; tümör nekroz faktörü-alfa (TNF-α), Fas-FasL etkileşimi veya granzim B aktivasyonuyla tetiklenen apoptoz mekanizmaları üzerinden bazal keratinositlerin yıkımını gerçekleştirir (Sugerman et al., 2000).



Kaynak: Gupta S, Jawanda MK. Oral Lichen Planus: An Update on Etiology, Pathogenesis, Clinical Presentation, Diagnosis and Management. Indian J Dermatol. 2015 May-Jun;60(3):222-9. doi: 10.4103/0019-5154.156315. PMID: 26120146; PMCID: PMC4458931.

Figüre 4: Oral Liken Planus (OLP) (ağız içi ve histolojik görüntü)

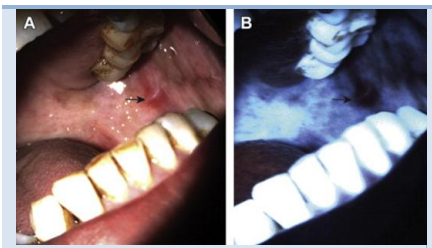
Oral Submukoz Fibrozis(OSMF)

OSMF'yi "ağız boşluğunun herhangi bir bölümünü ve bazen de farenksi etkileyen sinsi bir kronik hastalık" olarak tanımlamıştır. Epitel altı inflamatuar reaksiyonu takiben lamina propria tabakasında fibroelastik değişiklikler ve epitel atrofisi ile ilişkilidir; bu da ağız mukozasının sertleşmesine, trismus ve ağız açmada zorluğa yol açar. Bu durumu tanımlamak için kullanılan diğer terimler arasında epitel altı fibrozis, ağızın idiyopatik skleroderması, idiyopatik palatal fibrozis, damak ve sütunların submukozal

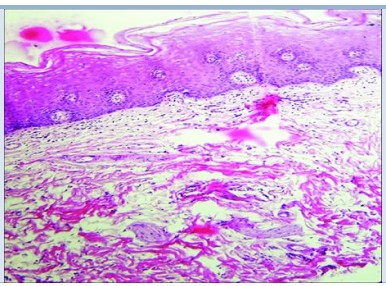
fibrozisi, sklerozan stomatit ve diffüz OSMF yer almaktadır (Prabhu et al.,1993). Her yaşta görülebilir ancak en sık 25-35 yaş arası gençlerde ve yetişkinlerde (2.-4. on yıl) görülür . Bu hastalığın başlangıcı sinsi olup genellikle 2-5 yıl sürer. Güneydoğu Asya ve Hint alt kıtasında yaygın olarak bulunur (Sabarinath., 2011). Hindistan'da OSMF'nin yaygınlık oranı yaklaşık %0,2-%0,5'tir. Bu artan yaygınlık, ticari olarak hazırlanmış areka fıstığı ve tütün ürünlerinin (gutkha, pan masala, aromalı supari vb.) kullanımının ve popülaritesinin artmasından kaynaklanmaktadır. OSMF'nin malign dönüşüm oranı %7,6 olarak bulunmuştur (More et al., 2012). OSMF'nin kökeninin çok faktörlü olduğu ve etiyolojik faktörlerin areka fıstığı, acı biberdeki kapsaisin, demir, çinko ve temel vitaminlerin mikro besin eksiklikleri olduğu yönünde birçok hipotez öne sürülmüştür. Ayrıca, spesifik insan lökosit antijeni (HLA) antijenleriyle güçlü bir ilişki gösteren çeşitli otoantikorların gösterilmesiyle hastalığın otoimmün etiyolojik temeli de öne sürülmüştür (Rajalalitha & Vali, 2005). Areka fıstığı (betel fıstığı) çiğnemek, %11-12 oranında tanen ve arekolin, arekaidin, guvasin ve guvakolin (%0,15-0,67) gibi alkaloidler içeren OMSF'nin en yaygın nedenlerinden biridir. Bunların arasında arekolin ana etkendir. Arekaidin, fibroblast uyarımı ve proliferasyonunda aktif bir metabolittir ve böylece kolajen sentezini tetikler. Areka fıstığına sönmüş kireç (Ca[OH]2) eklenmesi, arekolinin arekaidine hidrolizine neden olarak bu etkenin oral ortamda kullanılabilir hale gelmesini sağlar. Areka fıstığında bulunan tanen, kolajenazları inhibe ederek kolajen yıkımını azaltır. OSMF, sırasıyla kolajen yıkımını azaltma ve kolajen üretimini artırma mekanizmasıyla tanen ve arekolinin birleşik etkisi olarak ortaya çıkar (Tilakaratne et al., 2005). OSMF'de genetik bir bileşenin rol oynadığına inanılmaktadır çünkü tıbbi literatürde betel fındığı çiğneme veya acı biber tüketimi öyküsü olmayan kişilerde vakalar bildirilmiştir. OSMF'li hastalarda HLA-A10, HLA-B7 ve HLA-DR3 sıklığı artmıştır (Rajendran et al., 2011).

Histolojik Özellikler

OSMF'nin etiyopatogenezinde immünolojik bir olayın rol oynadığı düşünülmektedir. Bu hastalıklı dokularda CD4 hücrelerinin ve HLA-DR'li hücrelerin artışı, çoğu lenfositin aktivasyonunu ve Langerhans hücrelerinin sayısında artışı göstermektedir. Bu immün yetenekli hücreler ve OSMF dokularındaki yüksek CD4:CD8 oranı, bozulmuş immün regülasyona ve değişmiş lokal doku morfolojisine yol açan hücresel immün yanıtın aktivasyonunu göstermektedir. Bu değişiklikler, areka alkaloidleri gibi eksojen antijenlerden doğrudan uyarılma veya otoimmün yanıta yol açan doku antijenitesindeki değişikliklerden kaynaklanabilir (Haque et al., 1997). Keratinositler ve epitel hücreleri tarafından ifade edilen majör histokompatibilite kompleksi Sınıf I zincirle ilişkili gen A (MICA), submukozada lokalize gama/delta T hücreleriyle etkileşime girer. MICA, transmembran alanında beş farklı alelik paternle sonuçlanan üçlü tekrar (guanin, timin, sitozin) polimorfizmine sahiptir. MICA'nın A6 allelinin fenotip sıklığı OSMF'de daha yüksektir (Liu et al.,2004).



Kaynak:
https://www.indiadens.com/blog/oral-submucous-fibrosis-osmf-treatment-in-india/



Kaynak:
https://www.researchgate.net/figure/Histopathology-of-oral-submucous-fibrosis-H-and-E-400-Parakeratinized-stratified_fig2_351493668

Figüre 5: Oral Submukoz Fibrozis(OSMF) (ağız içi ve histolojik görüntü)

KAYNAKÇA

Kumari, P., Debta, P., & Dixit, A. (2022). Oral Potentially Malignant Disorders: Etiology, Pathogenesis, and Transformation Into Oral Cancer. *Front Pharmacol*, 13, 25266.

Al-Swiahb, J. N., Chen, C. H., Chuang, H. C., Fang, F. M., Tasi, H. T., & Chien, C. Y. (2010). Clinical, Pathological and Molecular Determinants in Squamous Cell Carcinoma of the Oral Cavity. *Future Oncol*, 6(5),837–850.

Kramer, I. R., Lucas, R. B., Pindborg, J. J., & Sobin, L. H. (1978). Definition of Leukoplakia and Related Lesions: an Aid to Studies on Oral Precancer. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 46, 518–539.

Carlson, E. R., Kademani, D., Ward, B. B., & Oreadi, D. (2024). Oral Mucosal DysplasiaPosition Paper. American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons.

Anzabi, R. M., Davodpour, A. H., Ghodratizadeh, S., Nikeghbal, D., Sadeghzade, A., Mohammadikhah, M., & Rostamzadeh, S. (2025). Recent knowledge on squamous cellcarcinoma of the oral cavity: Contributing factors, underlying molecular pathways, and current attitudes in the therapeutic approaches. *International Journal of Molecular andCellular Medicine*, 14(3), 928–94

González-Moles, M. Á., Ramos-Garcia, P., & Warnakulasuriya, S. (2024). An evidencebased update on the potential for malignancy of oral lichen planus and related conditions: a systematic review and meta-analysis. *Cancers*, 16(3), 608

Mokal, C.N., Das, M., Hannenhalli, S., & Agrawal P. (2025). Oral submucosal fibrosis: a comprehensive review on

etiopathogenesis, clinical features, and management. *Frontiers in Cell and DevelopmentalBiology*, 13, 1754209

Speight, P.M, Khurram, S.A, & Kujan, O. (2018). Oral potentially malignant disorders: risk of progression to malignancy. *Oral. Surg. Oral. Med. Oral. Pathol. Oral. Radiol.* 125, 612–627.

Chou, Y.E., Hsieh, M.J., Hsin, C.H., Chiang, W.L., Lai, Y.C., Lee, Y.H., Huang, S.C., Yang, S.F., & Lin, C.W. (2014). Cd44 gene polymorphisms and environmental factors on oral cancer susceptibility in taiwan. *PLoS ONE*, 9, e93692.

Xu, K., Yang, Q., Chen, W., Li, Z., Wu, Y., Ren, F., & Li X. (2025). Research progress on carcinogenic factors and personalized treatment of oral cancer. *Discov Oncol*, 17(1), 59.

Chen, Q., Dan, H., Tang, F., Wang, J., Li, X., Cheng, J., Zhao, H., & Zeng, X. (2019). Photodynamic therapy guidelines for the management of oral leucoplakia. *Int J Oral Sci*, 11(2),14.

Lodolo, M., Valor, J., & Villa, A. (2025). Randomized Controlled Trials for Oral Leukoplakia. *Oral Dis.* 20(11),3034-3038.

Ho, M.W., Risk, J.M., Woolgar, J.A., Field, E.A., Field, J.K., Steele, J.C., Rajlawat, B.P., Triantafyllou, A., Rogers, S.N., Lowe, D., & Shaw, R.J. (2012). The clinical determinants of malignant transformation in oral epithelial dysplasia. *Oral Oncol*, 48(10), 969-976.

Shah, S., Dave, B., Shah, R., Mehta, T.R., & Dave R. (2018). Socioeconomic and cultural impact of tobacco in India. *J Family Med Prim Care*, 7(6),1173-1176.

Bose, S.C., Singh, M., Vyas, P., & Singh, M. (2012). Plasma zinc antioxidant vitamins, glutathione levels and total antioxidant activity in oral leukoplakia. *Dent Res J (Isfahan),* 9(2),158-61.

Kumar Srivastava, V. (2014). To Study the Prevalence of Premalignancies in Teenagers having Betel, Gutkha, Khaini, Tobacco Chewing, Beedi and Ganja Smoking Habit and Their Association with Social Class and Education Status. *Int J Clin Pediatr Dent.* 7(2),86-92.

Warnakulasuriya, S. (2018). Clinical features and presentation of oral potentially malignant disorders. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol,* 125(6),582-590

Gale N, Pilch BZ, Sidransky D et al. (2005). Epitel öncü lezyonları. Barnes L, Eveson JW, Reichart P, Sidranksy D, editörler. Dünya Sağlık Örgütü Tümör Sınıflandırması. Baş ve Boyun Tümörlerinin Patolojisi ve Genetiği . Lyon, Fransa: IARC Press, 177-9

JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery. (2024). Oncological Outcomes of Patients With Oral Potentially Malignant Disorders.

Sciubba J, Scully C. Oral lökoplaki. BMJ Best Practice (abonelik gerektirir). Güncellenme tarihi: 8 Temmuz 2016; Erişim tarihi: 13 Nisan 2017.

Greer, R.O. Pathology of malignant and premalignant oral epithelial lesions. Otolaryngol Clin North Am. 39(2),249-75.

ScienceDirect Topics. Erythroplakia - an overview.

Frontiers in Pharmacology (2022). Oral Potentially Malignant Disorders: Etiology, Pathogenesis, and Transformation.

BMC Cancer (2015/2024 Update). Clinical characteristics of narrow-band imaging of oral erythroplakia and its correlation with pathology.

Molnarova, N., Liskova, V., Malkus, T., Hauerova, P., Andrle, P., Hauer, L., Topolcan, O., & Liska, J. Proliferative verrucous leukoplakia management requires x-ray surveillance. A retrospective study of 78 cases. *Clin Oral Investig,* 30(4):133.

Pathology Outlines. (2025). Proliferative verrucous leukoplakia (PVL).

Abadie, W.M., Partington, E.J., Fowler, C.B., Schmalbach, C.E. (2015). Optimal Management of Proliferative Verrucous Leukoplakia: A Systematic Review of the Literature. *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 153(4), 504–511.

Palefsky, J.M., Silverman, S., Jr, Abdel-Salaam M., Daniels, T.E., & Greenspan, J.S. (1995). Association between proliferative verrucous leukoplakia and infection with human papillomavirus type 16. *J. Oral Pathol. Med.* 24 (5), 193–197

Locca, O., Sollecito, T.P., Alawi, F., Weinstein, G.S., Newman, J.G., De Virgilio, A., Di Maio, P., Spriano, G., Pardiñas López, S., & Shanti RM. (2020). Potentially malignant disorders of the oral cavity and oral dysplasia: A systematic review and meta-analysis of malignant transformation rate by subtype. *Head Neck*, 42(3),539-555.

Greer RO, McDowell JD, Hoernig G. (1999). Proliferative Verrucous Leukoplakia: Report of Two Cases and a Discussion of Clinicopathology. *J. Calif. Dent Assoc.* 27 (4), 3008–3009

Eisen, D., Carrozzo, M., Bagan Sebastian, J.V., & Thongprasom K. (2005). Oral lichen planus: Clinic features and management. *Oral Dis*, 11(6),338-49.

Canto, A.M., Müller, H., Freitas, R.R., & Santos, P.S. (2010). Oral lichen planus (OLP): clinical and complementary diagnosis. *An Bras Dermatol*. 85,669–75.

Mehrotra, V., Devi, P., Bhovi, T.V., & Jyoti, B. (2010). Mouth as a mirror of systemic diseases. *Gomal J Med Sci*, 8,235–41.

Anuradha, C., Reddy, B.V., Nandan, S.R., & Kumar, S.R. (2008). Oral lichen planus. A review. *N Y State Dent J*, 74(4),66-

Cebeci, İ., Gülşahi, A., Kamburoğlu, K., Orhan, K., Koçyiğit, P., Elhan, A., Erdem, E., & Oygur, T. (2009). Türk hastalarda oral liken planus: Prevalans, klinik ve histopatolojik özellikler. *Turkiye Klinikleri J Med Sci*, 29(5), 1071-5.

Eisen D. (2002). The clinical features, malignant potential, and systemic associations of oral lichen planus: A study of 723 patients. *J Am Acad Dermatol*, 46(2), 207-14

Xue, J.L., Fan, M.W., Wang, S.Z., Chen, X.M., Li, Y., & Wang, L. (2005). A clinical study of 674 patients with oral lichen planus in China. *J Oral Pathol Med*, 34(8),467-72

Wang, Z., Yao, H., Cui, B., Ning, G., & Tang, G.Y. (2011). Genetic linkage analysis of oral lichen planus in a Chinese family. *Genet Mol Res*, 10(3),1427-33

Zhou, X.J., Sugarman, P.B., Savage, N.W., Walsh, L.J., & Seymour, G.J. (2002). Intra-epithelial CD8+ T cells and basement membrane disruption in oral lichen planus. *J Oral Pathol Med.* 31,23–7.

Sugerman, P.B., Satterwhite, K., & Bigby, M. (2000). Autocytotoxic T-cell clones in lichen planus. *Br J Dermatol,* 142,449–56.

Prabhu, S.R., Wilson, D.F., Daftary, D.K., & Johnson, N.W. (1993). Oral Diseases in the Tropics. New York, Toronto: Oxford University Press; ss. 417–22.

Sabarinath, B., Sriram, G., Saraswathi, T.R., & Sivapathasundharam, B. (2011). Immunohistochemical evaluation of mast cells and vascular endothelial proliferation in oral submucous fibrosis. Indian *J Dent Res.* 22,116–21.

More, C.B., Das, S., Patel, H., Adalja, C., Kamatchi, V., & Venkatesh, R. (2012). Proposed clinical classification for oral submucous fibrosis. *Oral Oncol.* 48, 200–2.

Rajalalitha, P., & Vali, S. (2005). Molecular pathogenesis of oral submucous fibrosis--a collagen metabolic disorder. *J Oral Pathol Med*, 34, 321–8.

Tilakaratne, W.M., Klinikowski, M.F., Saku, T., Peters, T.J., & Warnakulasuriya, S. (2006). Oral submucous fibrosis: review on aetiology and pathogenesis. *Oral Oncol,* 42, 561–8.

Rajendran, R., Deepthi, K., Nooh, N., & Anil S. (2011). α4β1 integrin-dependent cell sorting dictates T-cell recruitment in oral submucous fibrosis. *J Oral Maxillofac Pathol.* 15, 272–7.

Haque, M.F., Harris, M., Meghji, S., & Speight, P.M. (1997). An immunohistochemical study of oral submucous fibrosis. *J Oral Pathol Med*, 26,75–82.

Liu, C.J., Lee, Y.J., Chang, K.W., Shih, Y.N., Liu, H.F., & Dang, C.W. (2004). Polymorphism of the MICA gene and risk for oral submucous fibrosis. *J Oral Pathol Med.* 33,1–6.

BÖLÜM 3

KARACİĞER HASTALIĞI OLAN BİREYLERDE AĞIZ, DİŞ VE ÇENE CERRAHİSİ: PREOPERATİF DEĞERLENDİRME, CERRAHİ YAKLAŞIM VE POSTOPERATİF YÖNETİM

ESMA ARI[1]
DOĞAN ILGAZ KAYA[2]
ELİF ESRA ÖZMEN ÜNÜVAR[3]

Giriş

Karaciğer hastalıkları, dünya genelinde önemli bir morbidite ve mortalite nedenidir. Karaciğer hastalıkları her yıl yaklaşık iki milyon ölüme yol açmakta ve tüm ölümlerin %4'ünden sorumlu tutulmaktadır; bu ölümlerin büyük bölümü siroz komplikasyonları ile hepatoselüler karsinomdan kaynaklanmaktadır (Devarbhavi, et al., 2023). Sirozun en sık nedenleri viral hepatitler, alkol ve metabolik kökenli yağlı karaciğer hastalığıdır. Alkolsüz yağlı

[1] Araştırma Görevlisi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi, ORCID: 0009-0000-0489-269X
[2] Doç.Dr..Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi, ORCID: 0000-0002-5196-8105
[3] Doç.Dr..Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi, ORCID: 0000-0003-1920-4655

karaciğer hastalığı teriminin dışlayıcı tanımlara dayanması ve damgalayıcı olabilecek bir dil içermesi nedeniyle, 2023 yılında uluslararası bir Delphi uzlaşısıyla metabolik disfonksiyonla ilişkili steatotik karaciğer hastalığı (MASLD) terimi benimsenmiştir (Rinella, et al., 2023).

Ağız ve çene cerrahisi açısından karaciğer hastalığı üç temel klinik sorunu beraberinde getirir: hemostazdaki değişiklikler, ilaç metabolizmasındaki bozulma ve enfeksiyona yatkınlık(Little, Miller, & Rhodus, 2018). Bunun yanı sıra kronik karaciğer hastalığı ile ağız sağlığı arasında çift yönlü bir ilişki bulunduğu öne sürülmektedir (Åberg & Helenius-Hietala, 2022). Karaciğer nakli adaylarında ise nakil sonrası immünsüpresyon döneminde sistemik enfeksiyona kaynak olabilecek oral odakların nakil öncesinde giderilmesi önerilmektedir(Helenius-Hietala, Meurman, Höckerstedt, Lindqvist, & Isoniemi, 2012).

Geleneksel yaklaşımda sirozlu hastalarda uzamış protrombin zamanı ve trombositopeni kanama riskinin doğrudan göstergesi olarak kabul edilmiş ve cerrahi öncesinde bu değerlerin kan ürünleriyle düzeltilmesi yaygın bir uygulama hâline gelmiştir. Ancak son yirmi yılda biriken kanıtlar, bu hastalarda pıhtılaşma sisteminin prokoagülan ve antikoagülan bileşenlerin birlikte azalmasıyla yeniden dengelendiğini ortaya koymuştur (Lisman & Porte, 2010; Tripodi & Mannucci, The coagulopathy of chronic liver disease, 2011). Bu bölümün amacı, karaciğer hastalığı olan bireylerde ağız ve çene cerrahisine ilişkin güncel bilgileri preoperatif değerlendirme, cerrahi yaklaşım ve postoperatif yönetim başlıkları altında kanıta dayalı bir çerçevede sunmaktır.

Karaciğerin Cerrahi Açıdan Önemli İşlevleri

Karaciğer, hemostazın hem prokoagülan hem de antikoagülan kolunun temel sentez merkezidir. Fibrinojen ile faktör II, V, VII, IX, X ve XI karaciğerde sentezlenir; protein C, protein S

ve antitrombin gibi doğal antikoagülanlar da aynı kaynaktan üretilir(Tripodi & Mannucci, The coagulopathy of chronic liver disease, 2011). Kronik karaciğer hastalığında görülen trombositopeni, azalmış trombopoietin sentezinin yanı sıra portal hipertansiyona bağlı splenomegali ve dalakta trombosit sekestrasyonu ile açıklanır(Tripodi & Mannucci, The coagulopathy of chronic liver disease, 2011).

Karaciğer aynı zamanda ilaç metabolizmasının ana organıdır. Hepatik kan akımındaki azalma, sitokrom P450 kapasitesinin düşmesi, hipoalbüminemiye bağlı olarak serbest ilaç fraksiyonunun artması ve portosistemik şantlar yoluyla ilk geçiş etkisinin azalması, pek çok ilacın plazma düzeyini ve etki süresini değiştirir(Lewis & Stine, 2013). Bu nedenle sirozlu hastalarda genellikle daha düşük dozlar önerilmektedir (Lewis & Stine, 2013). Sirozda ilaç güvenliğine yönelik kapsamlı bir değerlendirmede, incelenen 209 ilacın %31'inde doz ayarlaması gerektiği saptanmıştır (Weersink, et al., 2018). Albümin sentezindeki azalma yara iyileşmesini geciktirir; Kupffer hücrelerinin işlev kaybı ve eşlik eden bağışıklık disfonksiyonu ise cerrahi sonrası enfeksiyon riskini artırır(Albillos, Lario, & Álvarez-Mon, 2014).

Karaciğer Hastalıklarının Sınıflandırılması

Karaciğer hastalıkları seyirlerine göre akut ve kronik olarak iki ana gruba ayrılır. Viral hepatitler, diş hekimliği açısından hem hastanın sistemik durumu hem de mesleki bulaş riski nedeniyle ayrıca önem taşır. Hepatit A ve E virüsleri fekal-oral yolla bulaşır ve genellikle kendini sınırlayan akut bir seyir gösterirken, hepatit B, C ve D virüsleri kan ve vücut sıvılarıyla bulaşır ve kronikleşerek siroz ile hepatoselüler karsinoma ilerleyebilir(Little, Miller, & Rhodus, 2018). Alkole bağlı karaciğer hastalığında karaciğer hasarına sıklıkla beslenme bozuklukları,maksillofasiyal travma öyküsü ve oral kanser açısından artmış risk eşlik eder(Little, Miller, & Rhodus, 2018).

MASLD, hepatik steatozun kardiyometabolik risk faktörlerinden en az biriyle birlikte bulunması olarak tanımlanır; metabolik disfonksiyonu olan ve belirli bir düzeyin üzerinde alkol tüketen bireyler için ise MetALD adlı ayrı bir kategori tanımlanmıştır (Rinella, et al., 2023). Otoimmün hepatit, primer biliyer kolanjit, primer sklerozan kolanjit, metabolik ve genetik hastalıklar ile ilaca bağlı karaciğer hasarı diğer nedenler arasında yer alır.

Siroz, bu hastalıkların çoğunun ortak son evresidir ve cerrahi risk açısından en belirleyici tablodur. Klinik olarak kompanse ve dekompanse siroz olarak ikiye ayrılır; dekompansasyon asit, varis kanaması, hepatik ensefalopati veya sarılık gelişmesiyle tanımlanır ve prognozu belirgin biçimde kötüleştirir (de Franchis, et al., 2022).

Karaciğer Hastalığının Oral ve Maksillofasiyal Bulguları

Kronik karaciğer hastalığı olan bireylerde liken planus, ülserasyonlar, kserostomi, erozyonlar ve dil anomalileri sık görülmektedir (Åberg & Helenius-Hietala, 2022). Hemostatik değişikliklerin oral yansımaları arasında gingival kanama, peteşi ve ekimozlar yer alır. Hiperbilirubinemiye bağlı sarılık ağız mukozasında en erken yumuşak damakta ve dil altında fark edilir. İleri evre hastalıkta fetor hepatikus, alkole bağlı hastalıkta parotis bezlerinde ağrısız bilateral büyüme ile karakterize sialadenozis görülebilir(Little, Miller, & Rhodus, 2018).

Hepatit C virüsü ile liken planus arasındaki ilişki özellikle dikkat çekicidir. Bir meta-analizde liken planus hastalarında HCV seropozitifliği riskinin kontrollere göre yaklaşık 4,85 kat, kronik HCV enfeksiyonu olanlarda ise liken planus riskinin yaklaşık 4,47 kat yüksek olduğu bildirilmiştir (Lodi, Pellicano, & Carrozzo, 2010). Karaciğer hastalığının etiyolojisi ağız sağlığını da etkilemektedir; nakil öncesi değerlendirilen 212 hastalık bir seride en fazla diş çekimi gereksinimi alkolik sirozu olan hastalarda görülmüş ve MELD skoru yükseldikçe ağız sağlığının kötüleşme eğiliminde

olduğu bildirilmiştir (Helenius-Hietala, Meurman, Höckerstedt, Lindqvist, & Isoniemi, 2012).

Preoperatif Anamnez ve Klinik Muayene

Anamnezde hastalığın etiyolojisi, süresi ve izleyen hekim sorgulanmalı; asit, varis kanaması, hepatik ensefalopati veya sarılık gibi dekompansasyon atakları öğrenilmelidir. Beta blokerler, diüretikler, laktüloz ve rifaksimin, antiviral ajanlar ve portal ven trombozu nedeniyle reçete edilmiş olabilecek antikoagülanlar kaydedilmelidir. Hastanın nakil listesindeki durumu, aktif alkol kullanımı ve son alkol alım zamanı ile önceki girişimlerden sonra uzamış kanama öyküsü de değerli bilgilerdir(Little, Miller, & Rhodus, 2018).

Ekstraoral muayenede sarılık, spider nevüsler, palmar eritem, abdominal distansiyon ve kolay morarma bulguları değerlendirilmelidir(Little, Miller, & Rhodus, 2018). Hepatik ensefalopatinin önemli bir klinik işareti olan asteriksisin saptanması, elektif girişimin ertelenmesi ve hastanın hekimine yönlendirilmesi için yeterli bir gerekçedir(Vilstrup, et al., 2014). İntraoral muayene, nakil adaylarında tüm enfeksiyon odaklarını kapsayacak şekilde panoramik radyografi ile desteklenmelidir(Helenius-Hietala, Meurman, Höckerstedt, Lindqvist, & Isoniemi, 2012; Guggenheimer, Eghtesad, & Stock, 2003).

Laboratuvar Değerlendirmesi

Preoperatif değerlendirme tam kan sayımı, protrombin zamanı ve INR, aktive parsiyel tromboplastin zamanı, fibrinojen, albümin, bilirubin, kreatinin, sodyum ve karaciğer enzimlerini içermelidir(Little, Miller, & Rhodus, 2018). INR yalnızca prokoagülan faktörlerdeki azalmayı yansıtır ve sirozda eş zamanlı olarak azalan antikoagülan proteinleri ölçmez; nitekim konvansiyonel testler anormal olsa bile sirozlu hastaların plazmasında trombin oluşumunun normal olduğu gösterilmiştir

(Tripodi, et al., 2005). Bu nedenle Avrupa Karaciğer Çalışmaları Derneği, işlem öncesinde uzamış protrombin zamanının düzeltilmemesini önermektedir (European Association for the Study of the Liver, 2022).

Diş hekimliği literatüründe farklı eşikler kullanılmıştır. Kronik karaciğer hastalığı olan 318 hastada 1183 diş çekimini inceleyen bir çalışmada, tedavi protokolüne alınma ölçütü olarak trombosit sayısının $40\times10^3/\mu L$'nin üzerinde ve INR'nin 2,5'in altında olması benimsenmiştir (Cocero, Bezzi, Martini, & Carossa, 2017). Nakil bekleyen 16 hastalık bir pilot çalışmada ise hastaların %93,75'inde koagülasyon anormalliği bulunmasına karşın dental tedavi sonrasında kanama komplikasyonu görülmemiştir (Santos, Fernandes, & Gallottini, 2012). Bu bulgular, laboratuvar değerlerinin klinik tablo ve planlanan girişimle birlikte yorumlanması gerektiğini göstermektedir.

Hastalık Şiddetinin Belirlenmesi: Child-Pugh ve MELD Skorları

Child-Pugh sınıflaması, özofagus varis kanaması nedeniyle ameliyat edilen hastalarda cerrahi sonucu öngörmek amacıyla geliştirilmiş ve preoperatif karaciğer fonksiyonuna dayalı basit bir puanlamanın cerrahi sonucu öngörmede değerli olduğunu göstermiştir (Pugh, Murray-Lyon, Dawson, Pietroni, & Williams, 1973). Sınıflama üç laboratuvar ve iki klinik parametreye dayanır (Tablo 1).

Tablo 1. Child-Pugh Sınıflaması

Parametre	**1 puan**	**2 puan**	**3 puan**
Total bilirubin (mg/dL)	< 2	2–3	> 3
Serum albümin (g/dL)	> 3,5	2,8–3,5	< 2,8
INR	< 1,7	1,7–2,3	> 2,3
Asit	Yok	Hafif	Orta-şiddetli
Hepatik ensefalopati	Yok	Evre I–II	Evre III–IV

Kaynak: Pugh et al. (1973)'ten uyarlanmıştır. Toplam puan 5–6: Child-Pugh A; 7–9: Child-Pugh B; 10–15: Child-Pugh C.

MELD skoru serum bilirubin, kreatinin ve INR değerlerine dayanır ve üç aylık mortaliteyi farklı hasta gruplarında yüksek doğrulukla öngörmüştür (Kamath, et al., 2001). Skor zaman içinde serum sodyumunun eklenmesiyle MELD-Na olarak güncellenmiş; MELD 3.0 ise albümin ve cinsiyet değişkenlerini ekleyerek bekleme listesindeki mortaliteyi öngörme gücünü artırmayı amaçlamıştır (Kim, et al., 2021). Bu skorlar hastanın genel riskini belirlemede ve hekimle ortak bir dil oluşturmada yol gösterici olsa da tek başına bir girişimin güvenli olup olmadığına karar vermek için yeterli değildir.

Sirozda Hemostaz: Yeniden Dengelenmiş Sistem Kavramı

Sirozda hemostatik sistemin her üç bileşeni de değişir. Primer hemostazda trombosit sayısı azalırken endotel kaynaklı von Willebrand faktör düzeyi belirgin olarak yükselir. Sekonder hemostazda prokoagülan faktörlerle birlikte protein C, protein S ve antitrombin de azalır; faktör VIII ise yükselir. Fibrinolitik sistemde de profibrinolitik ve antifibrinolitik bileşenler birlikte değişir. Ortaya çıkan tablo bir otoantikoagülasyon durumu değil, yeni ve daha dar sınırlar içinde yeniden dengelenmiş, hem kanama hem de tromboz yönünde kolayca bozulabilen bir sistemdir (Lisman & Porte, 2010; Tripodi & Mannucci, The coagulopathy of chronic liver disease, 2011). Sirozlu hastalardaki kanamaların önemli bir bölümü ise portal hipertansiyon gibi hemostaz dışı nedenlerden kaynaklanır (Lisman & Porte, 2010).

Güncel kılavuzlar bu bilgileri klinik önerilere dönüştürmüştür. AASLD, işlem sonrası kanama riskinin güvenilir biçimde arttığı, verilere dayalı belirli bir INR veya trombosit eşiği bulunmadığını belirtmekte; K vitamini antagonisti kullanmayan sirozlu hastalarda kanama riskini değerlendirmek için INR'nin kullanılmamasını ve INR'yi düşürmeye yönelik girişimlerden

kaçınılmasını önermektedir. Bunun yerine antitrombotik ilaç kullanımı gibi değiştirilebilir risk faktörlerinin işlem öncesinde düzeltilmesi önerilmektedir (Northup, et al., 2021). Kılavuzların önerileri Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2. Güncel Kılavuzların İşlem Öncesi Hemostatik Parametrelere İlişkin Önerileri

Kılavuz	**INR, trombosit ve fibrinojen**	**Viskoelastik testler**	**Bireysel yaklaşım önerilen durum**
EASL (2022)	Rutin düzeltme önerilmez	Doğrulanmamış	Lokal hemostazın mümkün olmadığı yüksek riskli işlemler ve trombosit < 50×10^9/L
AASLD (2021)	Rutin düzeltme önerilmez	Doğrulanmamış	Ağır trombositopeni ve fibrinojen < 100 mg/dL

Kaynak: European Association for the Study of the Liver (2022), Northup et al. (2021) ve Fortea et al. (2023)'ten derlenmiştir.

Kılavuzlar işlemleri majör kanama riskinin %1,5'in altında ya da üstünde olmasına ve lokal kanama kontrolünün mümkün olup olmamasına göre sınıflandırır; diş çekimi ise sınıflandırması kılavuzlar arasında farklılık gösteren işlemlerden biridir (Fortea, Puente, Crespo, & Fábrega, 2023). Ağız boşluğunun doğrudan görülebilen ve lokal hemostatik önlemlerin etkin biçimde uygulanabildiği bir bölge olması, dentoalveolar cerrahiyi pek çok girişimden ayırır.

Diş hekimliği literatüründeki veriler de bu yaklaşımı desteklemektedir. Bir sistematik derleme, trombosit sayısındaki azalma ve INR'deki yükselmeye rağmen sirozlu hastalarda dental tedavi sırasında kanama riskinin düşük olduğu sonucuna varmıştır (Rech, et al., 2021). Trombosit sayıları 16.000–216.000/µL ve INR değerleri 3'ün altında olan sirozlu hastalarda 190 seansta 333 diş çekiminin değerlendirildiği bir çalışmada, olguların %6,31'inde olağan dışı intraoperatif kanama ve 12 olguda postoperatif kanama görülmüş, bu olayların tamamı lokal önlemlerle kontrol edilmiştir. Düşük trombosit sayısı intraoperatif kanama ile ilişkili bulunmuş,

ancak olguların yalnızca %16'sını açıklayabilmiştir (Medina, et al., 2018). Bu eşik değerler yalnızca ilgili çalışmaların koşullarını yansıtır ve genel bir güvenlik sınırı olarak yorumlanmamalıdır.

Hekim Konsültasyonu ve Tedavi Ortamının Seçimi

Planlanan her girişim öncesinde hastanın hepatoloji veya gastroenteroloji hekimiyle yazılı konsültasyon yapılmalıdır. Cerrah hastalığın evresi, Child-Pugh sınıfı ve MELD skoru, dekompansasyon öyküsü, özofagus varisleri, hepatik ensefalopati, böbrek fonksiyonu, kullanılan ilaçlar ve nakil durumu hakkında bilgi almalı; buna karşılık girişimin kapsamını, beklenen kanamayı, anestezi yöntemini ve planlanan ilaçları hekime bildirmelidir(Little, Miller, & Rhodus, 2018).

Sirozda cerrahi riske ilişkin en kapsamlı veriler majör cerrahiden elde edilmiştir. Sindirim sistemi, ortopedik veya kardiyovasküler cerrahi geçiren 772 sirozlu hastada yalnızca MELD skoru, ASA sınıfı ve yaşın mortaliteyi öngördüğü; 30 günlük mortalitenin MELD skoru 8'in altında %5,7 iken 20'nin üzerinde %50'yi aştığı gösterilmiştir (Teh, et al., 2007).

Klinik uygulamada şu çerçeve yol gösterici olabilir: Kompanse ve klinik olarak stabil (genellikle Child-Pugh A) olup lokal anestezi altında sınırlı sayıda diş çekimi planlanan hastalar, konsültasyon sonrasında ve lokal hemostatik önlemler alınarak ayaktan tedavi edilebilir. Dekompanse siroz, Child-Pugh C sınıfı veya yüksek MELD skoru, belirgin hepatik ensefalopati, ağır trombositopeni ile birlikte kapsamlı bir girişim, sedasyon veya genel anestezi gereksinimi ve majör maksillofasiyal cerrahi durumlarında ise tedavi hastane ortamında, multidisipliner bir ekiple yapılmalıdır. Elektif girişimler aktif dekompansasyon veya enfeksiyon atağı sırasında yapılmamalı; buna karşın drenaj gerektiren akut odontojenik enfeksiyonlar ertelenmemelidir(Little, Miller, & Rhodus, 2018).

Farmakolojik Değerlendirmenin Genel İlkeleri

İlaç seçiminde üç soru belirleyicidir: İlacın eliminasyon yolu nedir, karaciğer hasarına yol açma potansiyeli var mıdır ve hepatik ensefalopati, böbrek yetmezliği veya kanama gibi siroz komplikasyonlarını tetikleyebilir mi? Bununla birlikte karaciğerden metabolize olmayan ilaçlar da her zaman sorunsuz değildir; sirozda antibiyotiklerin farmakokinetiği portovenöz şantlaşma, asit ve akut böbrek hasarından da etkilenebilir (Comce, Weersink, Beuers, van Hest, & Lantinga, 2024). Kas kütlesi azalmış sirozlu hastalarda serum kreatinini böbrek fonksiyonunu olduğundan iyi gösterebileceğinden, böbrekle atılan ilaçların dozu hekimle birlikte değerlendirilmelidir(Francoz, Glotz, Moreau, & Durand, 2010).

Hastanın kullandığı ilaçlar da planlamayı etkiler. Portal hipertansiyon için kullanılan non-selektif beta blokerler, lokal anesteziklerdeki epinefrinle etkileşerek kan basıncında yükselmeye ve refleks bradikardiye yol açabileceğinden bu hastalarda epinefrin dozu sınırlı tutulmalıdır(Little, Miller, & Rhodus, 2018). Laktüloz, rifaksimin ve diüretikler perioperatif dönemde kesintisiz sürdürülmeli; antikoagülan tedaviye ilişkin karar hekimle birlikte verilmelidir(Vilstrup, et al., 2014).

Lokal Anestezikler

Lidokain, mepivakain, prilokain ve bupivakain gibi amid yapılı lokal anesteziklerin tamamı karaciğerde metabolize edilir; ileri evre hastalıkta yarı ömürleri uzadığından toplam doz azaltılmalıdır(Little, Miller, & Rhodus, 2018). Artikain ise amid yapısına ek olarak taşıdığı ve esterazlarca hızla hidrolize edilen ester grubu nedeniyle ağırlıklı olarak kan ve serumda metabolize edilir; eliminasyon yarı ömrü yaklaşık 20 dakikadır ve inaktif metabolitine hızla dönüşmesi düşük sistemik toksisitesiyle ilişkilendirilmektedir (Oertel, Rahn, & Kirch, 1997). Bu özellikler artikaini karaciğer hastalığında teorik olarak avantajlı kılsa da karaciğer yetmezliği olan

hastalarda yapılmış çalışma bulunmadığından, artikain de en düşük etkili dozda kullanılmalıdır.

Analjezikler

Parasetamol sirozlu hastalarda ilk tercih analjeziktir ve günde 2–3 g'ı aşmayan dozlarda, kısa süreli kullanıldığında güvenli kabul edilmektedir (Lewis & Stine, 2013). Aktif alkol kullanan ve beslenme yetersizliği olan hastalarda daha düşük dozlar tercih edilmelidir(Chandok & Watt, 2010). Nonsteroid antiinflamatuvar ilaçlar ise bu hasta grubunda böbrek yetmezliği ve gastrointestinal kanamanın sık bir nedeni olduğundan kaçınılması gereken ilaçlardır (Lewis & Stine, 2013); trombosit fonksiyonunu bozmaları da kırılgan hemostatik dengeyi olumsuz etkiler.

Türkiye'de yaygın kullanılan metamizol ayrıca değerlendirilmelidir. Sirozlu 29 hastayı içeren randomize bir çalışmada metamizol ve parasetamolün 72 saate kadar kullanımda böbrek fonksiyonunu azaltmadığı, ancak metamizolün böbrekteki vazodilatör prostaglandin sentezini düşürdüğü gösterilmiş ve böbrek fonksiyonu açısından en güvenli seçeneğin parasetamol olduğu sonucuna varılmıştır (Zapater, et al., 2015). Bu nedenle metamizol, özellikle asitli hastalarda ilk tercih olmamalıdır. Opioidler hepatik ensefalopatiyi tetikleyebileceğinden dikkatle kullanılmalıdır (Lewis & Stine, 2013). Karaciğerde morfine dönüştürülmesi gereken bir ön ilaç olan kodeinden kaçınılmalı, tramadol gerekirse doz aralığı açılarak kullanılmalıdır(Chandok & Watt, 2010).

Antibiyotikler ve Antifungal Ajanlar

Hepatik veya karma klirensi olan antibiyotiklerde, özellikle faz I metabolizmasına uğrayan, proteinlere yüksek oranda bağlanan veya hepatotoksisite sıklığı yüksek olan ajanlarda dekompanse hastalıkta doz ayarlaması önerilmektedir (Halilovic & Heintz, 2014). Bu açıdan ağız ve çene cerrahisinde ilk tercih, büyük ölçüde değişmeden böbrekle atılan ve hepatotoksisite riski düşük olan

amoksisilin ile penisilin V'dir; sefaleksin ve sefuroksim de alternatif olarak kullanılabilir(Halilovic & Heintz, 2014).

Amoksisilin-klavulanat kombinasyonu ise dikkatle değerlendirilmelidir. ABD'deki ilaca bağlı karaciğer hasarı ağının prospektif kayıtlarında bu kombinasyon idiyosenkratik ilaca bağlı karaciğer hasarının en sık nedeni olarak saptanmış, tüm olguların %11'ini ve antimikrobiyallere bağlı olguların %24'ünü oluşturmuştur (deLemos, et al., 2016). Bu nedenle beta-laktamaz koruması gerçekten gerekli değilse tek başına amoksisilin tercih edilmelidir. Metronidazol karaciğerde metabolize edilir; ağır karaciğer yetmezliğinde (Child-Pugh C) doz yarıya indirilmeli, ensefalopatisi olan hastalarda nörolojik yan etkiler açısından dikkatli olunmalı ve alkol kullananlarda disülfiram benzeri reaksiyon riski akılda tutulmalıdır(Halilovic & Heintz, 2014). Karaciğerde metabolize edilen klindamisin, penisilin alerjisinde kullanılabilir; ancak uzun süreli kullanımda karaciğer fonksiyon testleri izlenmelidir. Makrolidler sitokrom P450 3A4 enzimini inhibe ettiğinden özellikle nakil sonrası immünsüpresif kullanan hastalarda ciddi etkileşimlere yol açabilir(Guggenheimer, Eghtesad, & Stock, 2003). Tetrasiklinler ve nefrotoksik aminoglikozitler bu hastalarda tercih edilmemelidir(Lewis & Stine, 2013).

Antifungal tedavide sistemik emilimi olmayan topikal nistatin güvenle kullanılabilirken, azol grubu antifungaller hepatotoksisite ve ilaç etkileşimleri nedeniyle hekimle birlikte değerlendirilmelidir(Lewis & Stine, 2013). Karaciğer hastalığında rutin antibiyotik profilaksisini destekleyen güçlü bir kanıt bulunmadığından, profilaksi kararı dekompansasyon, asit ve nakil durumu göz önünde bulundurularak bireysel olarak verilmelidir(Little, Miller, & Rhodus, 2018).

Sedasyon ve Kortikosteroidler

Asitli 865 sirozlu hastanın incelendiği bir çalışmada, benzodiazepin kullanımına 3–10 gün önce başlamış hastalarda ilk kez hepatik ensefalopati gelişme riskinin belirgin olarak arttığı gösterilmiştir (Grønbæk, Watson, Vilstrup, & Jepsen, 2018). Sedasyon gerektiğinde oksidatif metabolizmaya uğrayan midazolam ve diazepam yerine doğrudan glukuronidasyonla elimine edilen lorazepam veya oksazepam görece daha uygundur; karaciğerde metabolize olmayan nitröz oksit ise akılcı bir alternatiftir(Lewis & Stine, 2013; Little, Miller, & Rhodus, 2018). Kortikosteroidler enfeksiyon, gastrointestinal kanama ve hiperglisemi riskini artırabileceğinden kısa süreli ve dikkatle kullanılmalıdır. Aktif hâle gelmek için karaciğerde dönüştürülmesi gereken prednizon yerine prednizolon tercih edilmelidir(Czock, Keller, Rasche, & Häussler, 2005). Sık kullanılan ilaçlar Tablo 3'te özetlenmiştir.

Tablo 3. Karaciğer Hastalığı Olan Bireylerde Ağız ve Çene Cerrahisinde Sık Kullanılan İlaçlar

İlaç grubu	**Tercih edilebilir**	**Dikkatli kullanım / doz ayarı**	**Kaçınılmalı**
Lokal anestezikler	Artikain (en düşük etkili doz)	Lidokain, mepivakain, prilokain, bupivakain	Maksimum dozların aşılması
Analjezikler	Parasetamol (günde ≤ 2–3 g, kısa süreli)	Metamizol (asitte kaçınılmalı), tramadol	NSAİİ'ler, kodein
Antibiyotikler	Amoksisilin, penisilin V, sefaleksin, sefuroksim	Metronidazol (Child-Pugh C'de %50 doz), klindamisin	Amoksisilin-klavulanat (gerekmedikçe), tetrasiklinler, aminoglikozitler
Antifungaller	Topikal nistatin	Flukonazol (hekimle birlikte)	Ketokonazol

İlaç grubu	Tercih edilebilir	Dikkatli kullanım / doz ayarı	Kaçınılmalı
Sedatifler	Nitröz oksit; gerekirse lorazepam, oksazepam	—	Diazepam; hastane dışında midazolam
Kortikosteroidler	Prednizolon (kısa süreli)	Deksametazon (kısa süreli)	Prednizon

Kaynak: Lewis & Stine (2013), Weersink et al. (2018), Halilovic & Heintz (2014) ve metinde belirtilen diğer kaynaklardan derlenmiştir.

Viral Hepatitlerde Enfeksiyon Kontrolü

Hepatit B, C ve D virüsleri kan yoluyla bulaştığından cerrahi girişimler diş hekimliği personeli için mesleki risk oluşturur. Pek çok taşıyıcının tanısı konulmamış olabileceğinden, enfeksiyon kontrolü hastanın bilinen durumuna değil, tüm hastalara uygulanan standart önlemlere dayanmalıdır. Diş hekimliği ortamlarına yönelik CDC kılavuzu; personelin korunması, kan yoluyla bulaşan patojenlerin önlenmesi, el hijyeni, kişisel koruyucu ekipman, sterilizasyon ve oral cerrahi girişimler gibi özel durumlara ilişkin önerileri kapsamaktadır (Kohn, et al., 2003). Tüm personelin hepatit B'ye karşı aşılanması ve antikor yanıtının kontrol edilmesi gereklidir. Hepatit C için aşı bulunmadığından keskin alet yaralanmalarının önlenmesi büyük önem taşır; yaralanma durumunda kurumun maruziyet sonrası protokolü gecikmeksizin uygulanmalıdır(Kohn, et al., 2003).

Cerrahi Yaklaşımın Genel İlkeleri

Randevular, olası bir kanamanın mesai saatleri içinde yönetilebilmesi için sabah saatlerine ve haftanın ilk günlerine planlanmalıdır. Çoklu diş çekimi gereken hastalarda işlemler seanslara bölünmeli; nakil takvimi nedeniyle çok sayıda dişin tek seansta çekilmesi gerekiyorsa işlem hastane ortamında yapılmalıdır. Cerrahi teknik atravmatik olmalı, çok köklü dişlerde kök ayırma

tercih edilmeli, flepler küçük tutulmalı, kanama kaynağı olabilecek granülasyon dokusu titizlikle küretlenmeli ve yumuşak dokular mümkün olduğunca primer olarak kapatılmalıdır (Little, Miller, & Rhodus, 2018).

Lokal Hemostatik Önlemler

Lokal önlemler bu hastalarda kanama yönetiminin temel taşıdır; sirozlu hastalarda yapılan diş çekimlerinde görülen kanama olaylarının tamamının lokal önlemlerle kontrol edildiği bildirilmiştir (Medina, et al., 2018). İlk adım, sokete yerleştirilen gazlı bezle en az 30 dakika uygulanan basınçtır. Buna oksidize rejenere selüloz, jelatin sünger, kollajen veya kitosan bazlı emilebilir hemostatik ajanlar eşlik edebilir(Little, Miller, & Rhodus, 2018). Ege Üniversitesi'nde diş çekimi planlanan 50 sirozlu hastayı kapsayan randomize bir çalışmada, kitosan bazlı bir ajan ile oksidize selülozun kanama kontrolünde etkili ve güvenli olduğu gösterilmiştir (Efeoğlu, Sipahi Çalış, Karasu, Koca, & Boyacıoğlu, 2019). Soket, hemostatik ajanın yerinde kalmasını sağlayacak sütürlerle kapatılmalıdır.

Fibrinin proteolitik yıkımını önleyen traneksamik asit, diş hekimliğinde en sık kullanılan lokal hemostatik ajanlardan biridir ve gazlı beze emdirilerek veya gargara şeklinde uygulanabilir (Owattanapanich, Ungprasert, & Owattanapanich, 2019). Ancak etkinliğine ilişkin kanıtların büyük bölümü antikoagülan kullanan hastalardan elde edilmiştir ve bu hastalarda lokal traneksamik asidin artmış kanama riskini tamamen ortadan kaldırmadığı gösterilmiştir (Owattanapanich, Ungprasert, & Owattanapanich, 2019). Bu nedenle traneksamik asit diğer lokal önlemlerle birlikte kullanılmalıdır.

Sistemik Hemostatik Destek

Taze donmuş plazma, INR'yi düzeltmek için gereken yüksek hacimler nedeniyle sıvı yüklenmesine ve portal basıncın artmasına yol açabilir; güncel kılavuzlar sirozlu hastalarda işlem öncesi

profilaktik plazma kullanımını önermemektedir (European Association for the Study of the Liver, 2022). Trombosit transfüzyonunda ise eşikler merkezden merkeze değişmektedir. Nakil adaylarında 116 diş çekiminin değerlendirildiği bir çalışmada trombosit sayısı 50×10^3/μL'nin altında olan yedi hastaya transfüzyon yapılmış ve komplikasyon oranı %1,7 bulunmuştur (Pereira, et al., 2016). Tekrarlanan transfüzyonların alloimmünizasyona yol açabileceği, özellikle nakil listesindeki hastalarda göz önünde bulundurulmalıdır(European Association for the Study of the Liver, 2022).

Trombopoietin reseptör agonistleri (avatrombopag, lusutrombopag) bazı kılavuzlarda planlı işlemlerde transfüzyona alternatif olarak kabul edilirken AASLD kanama komplikasyonlarında azalma gösterilmediği gerekçesiyle kullanımlarını desteklememektedir; ayrıca tedavi edilen hastaların yaklaşık %20–25'i 50.000/μL eşiğine ulaşamamaktadır (Fortea, Puente, Crespo, & Fábrega, 2023). Trombosit sayısı 30.000–50.000/μL ve/veya INR değeri 2,0–3,0 olan sirozlu hastalarda diş çekimi öncesinde kan ürünleri ile intranazal desmopressinin karşılaştırıldığı randomize bir çalışmada, desmopressin grubunda hiçbir hasta kurtarıcı transfüzyona gereksinim duymamış ve maliyet daha düşük bulunmuştur (Stanca, Montazem, Lawal, Zhang, & Schiano, 2010). Ancak bu çalışmanın örneklem büyüklüğü sınırlıdır. Fibrinojen düzeyi 100 mg/dL'nin altında olan hastalarda bireysel yaklaşım önerilmekte (Fortea, Puente, Crespo, & Fábrega, 2023), K vitamini ise yalnızca gerçek bir K vitamini eksikliğinde INR'yi düzeltebilmektedir(European Association for the Study of the Liver, 2022).

Karaciğer Nakli Adayları ve Nakil Sonrası Hastalar

Nakil adaylarında dental değerlendirmenin temel amacı, ömür boyu sürecek immünsüpresyon döneminde sistemik

enfeksiyona kaynak olabilecek oral odakların nakil öncesinde giderilmesidir (Helenius-Hietala, Meurman, Höckerstedt, Lindqvist, & Isoniemi, 2012). Akut veya subakut karaciğer yetmezliği nedeniyle nakil yapılan hastalarda, nakil öncesi dental tedavi görmeyen grupta nakil sonrası enfeksiyon sıklığının anlamlı olarak yüksek olduğu bildirilmiştir (Helenius-Hietala, Åberg, Meurman, & Isoniemi, 2013). Nakil öncesi dişleri tedavi edilen 225 hastanın incelendiği bir çalışmada ise kötü dental durumun nakil sonrası akut rejeksiyon riskinde artış, birinci yılda daha yüksek ALT ve daha düşük albümin düzeyleriyle ilişkili olduğu gösterilmiş ve ağız-diş hastalıklarının tedavisinin karaciğer hastalığının erken döneminde başlatılması önerilmiştir (Olander, et al., 2023).

Hasta nakil listesine alındığı anda kapsamlı bir dental değerlendirmeden geçirilmeli ve prognozu şüpheli, uzun süreli tedavi gerektiren dişler için çekim seçeneği ağırlıklı olarak değerlendirilmelidir. Nakil sonrasında immünsüpresyonun en yoğun olduğu ilk aylarda elektif girişimlerden kaçınılmalı, acil tedaviler nakil ekibiyle eş güdüm içinde yapılmalıdır (Guggenheimer, Eghtesad, & Stock, 2003). Siklosporin gingival büyümeye yol açabilir; takrolimus ve siklosporin düzeyleri klaritromisin, eritromisin ve azol antifungallerle tehlikeli ölçüde artabilir, NSAİİ'ler ise bu ilaçların nefrotoksisitesini artırabilir(Guggenheimer, Eghtesad, & Stock, 2003). Uzun süreli immünsüpresyon oral malignite riskini artırdığından bu hastalar düzenli oral mukoza muayenesiyle izlenmelidir(Guggenheimer, Eghtesad, & Stock, 2003).

Postoperatif Yönetim

Hasta ilk 24 saat boyunca ağzını çalkalamaktan, tükürmekten ve pipet kullanmaktan kaçınmalı, yumuşak ve ılık besinler tüketmeli, sigara ve alkol kullanmamalıdır(Little, Miller, & Rhodus, 2018). Ağrı kontrolünde parasetamol tercih edilmeli; hastaya reçetesiz

satılan birçok kombine ürünün de parasetamol içerdiği ve bunların birlikte kullanımının toksik dozlara yol açabileceği hatırlatılmalıdır(Chandok & Watt, 2010).

Postoperatif dönemin en önemli sistemik komplikasyonlarından biri, karaciğer yetmezliği ve/veya portosistemik şantlaşmanın neden olduğu ve subklinik değişikliklerden komaya uzanan bir beyin disfonksiyonu olan hepatik ensefalopatidir (Vilstrup, et al., 2014). Kanama, enfeksiyon, ilaç kullanımı, böbrek yetmezliği, kabızlık, dehidratasyon ve elektrolit bozuklukları başlıca tetikleyicilerdir(Vilstrup, et al., 2014). Cerrahi sonrasında yutulan kan, azalan sıvı alımı, opioidlere bağlı kabızlık ve sedatifler bu etkenleri bir araya getirebilir. Bu nedenle hasta yakınlarına konfüzyon, dalgınlık ve uyku düzeninde bozulma gibi erken belirtiler anlatılmalı, ensefalopati tedavisinin aksatılmaması vurgulanmalıdır(Vilstrup, et al., 2014). Hasta ilk 24 saat içinde telefonla aranmalı ve bir hafta içinde kontrole çağrılmalıdır.

Komplikasyonlar ve Yönetimi

Postoperatif kanama en sık komplikasyondur, ancak büyük çoğunluğu lokal önlemlerle kontrol edilebilir (Medina, et al., 2018; Rech, et al., 2021). Kanama durumunda gevşek pıhtı temizlenmeli, kanama odağı görülerek değerlendirilmeli, sokete hemostatik ajan yerleştirilip yeniden sütüre edilmeli ve traneksamik asitli gazlı bezle basınç uygulanmalıdır(Little, Miller, & Rhodus, 2018). Lokal önlemlere yanıt vermeyen veya hemodinamik bulgularla seyreden kanamalarda hasta hastane ortamına yönlendirilmelidir. Çekim sonrası yutulan kan melena veya kanlı kusmaya yol açabilir; ancak bu bulgular sirozlu hastada varis kanamasının da belirtisi olabileceğinden asla yutulan kana bağlanarak geçiştirilmemelidir(de Franchis, et al., 2022). Bağışıklık disfonksiyonu nedeniyle enfeksiyonlar sinsi seyredebilir ve kendileri de ensefalopatiyi

tetikleyebilir(Albillos, Lario, & Álvarez-Mon, 2014; Vilstrup, et al., 2014). Ağız tabanında ilerleyici şişlik ise hava yolunu tehdit edebilecek acil bir durumdur. Uyarı bulguları Tablo 4'te özetlenmiştir.

Tablo 4. Postoperatif Dönemde Uyarı Bulguları ve Yapılması Gerekenler

Bulgu	**Olası neden**	**Yapılması gereken**
Basınca rağmen durmayan kanama	Lokal kanama	Cerraha başvuru; lokal önlemlerin yenilenmesi
Melena veya kanlı kusma	Yutulan kan veya varis kanaması	Acil servise başvuru
Konfüzyon, dalgınlık, uyku bozukluğu	Hepatik ensefalopati	Hekime acil başvuru
Ağız tabanında veya boyunda ilerleyici şişlik	Hematom, yayılan enfeksiyon	Acil servise başvuru
Ateş, pürülan akıntı, artan ağrı	Postoperatif enfeksiyon	Cerraha başvuru
İdrar miktarında belirgin azalma	Dehidratasyon, akut böbrek hasarı	Hekime başvuru

Kaynak: Yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Sonuç

Karaciğer hastalığı olan bireylerde güvenli ağız ve çene cerrahisinin temeli, kapsamlı bir preoperatif değerlendirme, hastalık şiddetinin nesnel ölçütlerle belirlenmesi ve hekimle yakın iş birliğidir. Sirozda hemostazın yeniden dengelenmiş bir sistem olarak anlaşılması, uzamış INR'nin kanama riskini tek başına yansıtmadığını ve kan ürünleriyle profilaktik düzeltmenin rutin olarak gerekli olmadığını göstermiştir. Ağız boşluğunun lokal hemostaza elverişli olması, atravmatik teknik ve etkin lokal önlemlerle birleştiğinde dentoalveolar girişimlerin büyük çoğunluğunun güvenle yapılmasına olanak tanır. İlaç seçiminde karaciğer metabolizmasını en az etkileyen ajanlar tercih edilmeli, NSAİİ'lerden kaçınılmalı ve sedatifler ensefalopati riski gözetilerek kullanılmalıdır. Nakil adaylarında oral odakların erken dönemde giderilmesi nakil sonrası komplikasyonları azaltmada önemlidir.

Bununla birlikte bu alandaki kanıtların önemli bir bölümü gözlemsel çalışmalara dayanmakta olup, transfüzyon eşiklerini ve hemostatik ajanların karşılaştırmalı etkinliğini ortaya koyacak prospektif çalışmalara gereksinim vardır.

Kaynakça

Åberg, F., & Helenius-Hietala, J. (2022). Oral health and liver disease: Bidirectional associations—A narrative review. *Dentistry Journal, 10*(2), 16. doi:10.3390/dj10020016

Albillos, A., Lario, M., & Álvarez-Mon, M. (2014). Cirrhosis-associated immune dysfunction: Distinctive features and clinical relevance. *Journal of Hepatology, 61*(6), 1385–1396. doi:10.1016/j.jhep.2014.08.010

Chandok, N., & Watt, K. D. (2010). Pain management in the cirrhotic patient: The clinical challenge. *Mayo Clinic Proceedings, 85*(5), 451–458. doi:10.4065/mcp.2009.0534

Cocero, N., Bezzi, M., Martini, S., & Carossa, S. (2017). Oral surgical treatment of patients with chronic liver disease: Assessments of bleeding and its relationship with thrombocytopenia and blood coagulation parameters. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 75*(1), 28–34. doi:10.1016/j.joms.2016.08.033

Comce, M. H., Weersink, R. A., Beuers, U., van Hest, R. M., & Lantinga, M. A. (2024). Pharmacokinetics of ceftriaxone, gentamicin, meropenem and vancomycin in liver cirrhosis: A systematic review. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy, 79*(11), 2750–2761. doi:10.1093/jac/dkae310

Czock, D., Keller, F., Rasche, F. M., & Häussler, U. (2005). Pharmacokinetics and pharmacodynamics of systemically administered glucocorticoids. *Clinical Pharmacokinetics, 44*(1), 61–98. doi:10.2165/00003088-200544010-00003

de Franchis, R., Bosch, J., Garcia-Tsao, G., Reiberger, T., Ripoll, C., & Baveno VII Faculty. (2022). Baveno VII – Renewing

consensus in portal hypertension. *Journal of Hepatology, 76*(4), 959–974. doi:10.1016/j.jhep.2021.12.022

deLemos, A. S., Ghabril, M., Rockey, D. C., Gu, J., Barnhart, H. X., Fontana, R. J., . . . Bonkovsky, H. L. (2016). Amoxicillin–clavulanate-induced liver injury. *Digestive Diseases and Sciences, 61*(8), 2406–2416. doi:10.1007/s10620-016-4121-6

Devarbhavi, H., Asrani, S. K., Arab, J. P., Nartey, Y. A., Pose, E., & Kamath, P. S. (2023). Global burden of liver disease: 2023 update. *Journal of Hepatology, 79*(2), 516–537. doi:10.1016/j.jhep.2023.03.017

Efeoğlu, C., Sipahi Çalış, A., Karasu, Z., Koca, H., & Boyacıoğlu, H. (2019). Prospective randomized single-blind study of post-operative bleeding after minor oral surgery in patients with cirrhosis. *Turkish Journal of Gastroenterology, 30*(2), 171–176. doi:10.5152/tjg.2018.18078

European Association for the Study of the Liver. (2022). EASL Clinical Practice Guidelines on prevention and management of bleeding and thrombosis in patients with cirrhosis. *Journal of Hepatology, 76*(5), 1151–1184. doi:10.1016/j.jhep.2021.09.003

Fortea, J. I., Puente, Á., Crespo, J., & Fábrega, E. (2023). Periprocedural management of hemostatic alterations in patients with cirrhosis and vascular liver disorders: A step forward of the American Association for the Study of Liver Diseases. *HepatoBiliary Surgery and Nutrition, 12*(1), 105–109. doi:10.21037/hbsn-22-556

Francoz, C., Glotz, D., Moreau, R., & Durand, F. (2010). The evaluation of renal function and disease in patients with

cirrhosis. *Journal of Hepatology, 52*(4), 605–613. doi:10.1016/j.jhep.2009.11.025

Grønbæk, L., Watson, H., Vilstrup, H., & Jepsen, P. (2018). Benzodiazepines and risk for hepatic encephalopathy in patients with cirrhosis and ascites. *United European Gastroenterology Journal, 6*(3), 407–412. doi:10.1177/2050640617727179

Guggenheimer, J., Eghtesad, B., & Stock, D. J. (2003). Dental management of the (solid) organ transplant patient. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 95*(4), 383–389. doi:10.1067/moe.2003.150

Halilovic, J., & Heintz, B. H. (2014). Antibiotic dosing in cirrhosis. *American Journal of Health-System Pharmacy, 71*(19), 1621–1634. doi:10.2146/ajhp140031

Helenius-Hietala, J., Åberg, F., Meurman, J. H., & Isoniemi, H. (2013). Increased infection risk postliver transplant without pretransplant dental treatment. *Oral Diseases, 19*(3), 271–278. doi:10.1111/j.1601-0825.2012.01974.x

Helenius-Hietala, J., Meurman, J. H., Höckerstedt, K., Lindqvist, C., & Isoniemi, H. (2012). Effect of the aetiology and severity of liver disease on oral health and dental treatment prior to transplantation. *Transplant International, 25*(2), 158–165. doi:10.1111/j.1432-2277.2011.01381.x

Kamath, P. S., Wiesner, R. H., Malinchoc, M., Kremers, W., Therneau, T. M., Kosberg, C. L., . . . Kim, W. R. (2001). A model to predict survival in patients with end-stage liver disease. *Hepatology, 33*(2), 464–470. doi:10.1053/jhep.2001.22172

Kim, W. R., Mannalithara, A., Heimbach, J. K., Kamath, P. S., Asrani, S. K., Biggins, S. W., . . . Kwong, A. J. (2021). MELD 3.0: The model for end-stage liver disease updated for the modern era. *Gastroenterology, 161*(6), 1887–1895.e4. doi:10.1053/j.gastro.2021.08.050

Kohn, W. G., Collins, A. S., Cleveland, J. L., Harte, J. A., Eklund, K. J., & Malvitz, D. M. (2003). Guidelines for infection control in dental health-care settings—2003. *MMWR Recommendations and Reports, 52*(RR-17), 1–61. Retrieved from https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/rr5217a1.htm

Lewis, J. H., & Stine, J. G. (2013). Review article: Prescribing medications in patients with cirrhosis – a practical guide. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics, 37*(12), 1132–1156. doi:10.1111/apt.12324

Lisman, T., & Porte, R. J. (2010). Rebalanced hemostasis in patients with liver disease: Evidence and clinical consequences. *Blood, 116*(6), 878–885. doi:10.1182/blood-2010-02-261891

Little, J. W., Miller, C. S., & Rhodus, N. L. (2018). *Little and Falace's dental management of the medically compromised patient* (9 ed.). Elsevier.

Lodi, G., Pellicano, R., & Carrozzo, M. (2010). Hepatitis C virus infection and lichen planus: A systematic review with meta-analysis. *Oral Diseases, 16*(7), 601–612. doi:10.1111/j.1601-0825.2010.01670.x

Medina, J. B., Andrade, N. S., de Paula Eduardo, F., Bezinelli, L., Franco, J. B., Gallottini, M., . . . Ortega, K. L. (2018). Bleeding during and after dental extractions in patients with liver cirrhosis. *International Journal of Oral and*

Maxillofacial Surgery, 47(12), 1543–1549. doi:10.1016/j.ijom.2018.04.007

Northup, P. G., Garcia-Pagan, J. C., Garcia-Tsao, G., Intagliata, N. M., Superina, R. A., Roberts, L. N., . . . Valla, D. C. (2021). Vascular liver disorders, portal vein thrombosis, and procedural bleeding in patients with liver disease: 2020 practice guidance by the American Association for the Study of Liver Diseases. *Hepatology, 73*(1), 366–413. doi:10.1002/hep.31646

Oertel, R., Rahn, R., & Kirch, W. (1997). Clinical pharmacokinetics of articaine. *Clinical Pharmacokinetics, 33*(6), 417–425. doi:10.2165/00003088-199733060-00002

Olander, A. E., Helenius-Hietala, J., Nordin, A., Savikko, J., Ruokonen, H., & Åberg, F. (2023). Association between pre-transplant oral health and post-liver transplant complications. *Transplant International, 36*, 11534. doi:10.3389/ti.2023.11534

Owattanapanich, D., Ungprasert, P., & Owattanapanich, W. (2019). Efficacy of local tranexamic acid treatment for prevention of bleeding after dental procedures: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dental Sciences, 14*(1), 21–26. doi:10.1016/j.jds.2018.10.001

Pereira, T. S., Pelinsari, F. C., Ruas, B. M., Avelar, L. P., da Fonseca, V. J., de Abreu, M. H., . . . Gomez, R. S. (2016). Postoperative complications after dental extraction in liver pretransplant patients. *Special Care in Dentistry, 36*(5), 277–281. doi:10.1111/scd.12179

Pugh, R. N., Murray-Lyon, I. M., Dawson, J. L., Pietroni, M. C., & Williams, R. (1973). Transection of the oesophagus for

bleeding oesophageal varices. *British Journal of Surgery, 60*(8), 646–649. doi:10.1002/bjs.1800600817

Rech, B. O., Tenório, J. R., Franco, J. B., Medina, J. B., Gallottini, M., Pérez-Sayáns, M., & Ortega, K. L. (2021). Risk of bleeding during oral surgery in patients with liver cirrhosis: A systematic review. *Journal of the American Dental Association, 152*(1), 46–54.e2. doi:10.1016/j.adaj.2020.09.018

Rinella, M. E., Lazarus, J. V., Ratziu, V., Francque, S. M., Sanyal, A. J., Kanwal, F., . . . Newsome, P. N. (2023). A multisociety Delphi consensus statement on new fatty liver disease nomenclature. *Journal of Hepatology, 79*(6), 1542–1556. doi:10.1016/j.jhep.2023.06.003

Santos, P. S., Fernandes, K. S., & Gallottini, M. H. (2012). Assessment and management of oral health in liver transplant candidates. *Journal of Applied Oral Science, 20*(2), 241–245. doi:10.1590/S1678-77572012000200020

Stanca, C. M., Montazem, A. H., Lawal, A., Zhang, J. X., & Schiano, T. D. (2010). Intranasal desmopressin versus blood transfusion in cirrhotic patients with coagulopathy undergoing dental extraction: A randomized controlled trial. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 68*(1), 138–143. doi:10.1016/j.joms.2009.07.081

Teh, S. H., Nagorney, D. M., Stevens, S. R., Offord, K. P., Therneau, T. M., Plevak, D. J., . . . Kamath, P. S. (2007). Risk factors for mortality after surgery in patients with cirrhosis. *Gastroenterology, 132*(4), 1261–1269. doi:10.1053/j.gastro.2007.01.040

Tripodi, A., & Mannucci, P. M. (2011). The coagulopathy of chronic liver disease. *New England Journal of Medicine, 365*(2), 147–156. doi:10.1056/NEJMra1011170

Tripodi, A., Salerno, F., Chantarangkul, V., Clerici, M., Cazzaniga, M., Primignani, M., & Mannucci, P. M. (2005). Evidence of normal thrombin generation in cirrhosis despite abnormal conventional coagulation tests. *Hepatology, 41*(3), 553–558. doi:10.1002/hep.20569

Vilstrup, H., Amodio, P., Bajaj, J., Cordoba, J., Ferenci, P., Mullen, K. D., . . . Wong, P. (2014). Hepatic encephalopathy in chronic liver disease: 2014 practice guideline by the American Association for the Study of Liver Diseases and the European Association for the Study of the Liver. *Hepatology, 60*(2), 715–735. doi:10.1002/hep.27210

Weersink, R. A., Bouma, M., Burger, D. M., Drenth, J. P., Harkes-Idzinga, S. F., Hunfeld, N. G., . . . Borgsteede, S. D. (2018). Evidence-based recommendations to improve the safe use of drugs in patients with liver cirrhosis. *Drug Safety, 41*(6), 603–613. doi:10.1007/s40264-017-0635-x

Zapater, P., Llanos, L., Barquero, C., Bellot, P., Pascual, S., Carnicer, F., . . . Such, J. (2015). Acute effects of dipyrone on renal function in patients with cirrhosis: A randomized controlled trial. *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology, 116*(3), 257–263. doi:10.1111/bcpt.12312

BÖLÜM 4

Atrofik Çenelerde İmplant Tedavisi İçin Güncel Greftleme Alternatifleri ve Greftsiz Konseptler: Kısa İmplantlar, Zigomatik İmplantlar ve Tilt İmplant Uygulamaları

Dilan AYKANAT[1]

Adalet ÇELEBİ[2]

Ayşe ÖZCAN KÜÇÜK[3]

1

Giriş

Diş kaybını izleyen alveolar kemik rezorpsiyonu, implant destekli rehabilitasyonda en sık karşılaşılan anatomik kısıtlamadır ve özellikle posterior maksilla ile posterior mandibulada standart boyutlu implant yerleştirilmesini çoğu zaman olanaksız kılar (Tan ve ark. 2012; Araújo, 2005 & Lindhe, 2005; Schropp ve ark. 2003; Atwood, 1971; Tallgren, 1972). Bu durumun geleneksel çözümü; otojen, allojen, ksenojen ve alloplastik greft materyalleri ile yapılan yönlendirilmiş kemik rejenerasyonu (GBR), blok greftler, sinüs tabanı elevasyonu, distraksiyon osteogenezi ve segmental osteotomiler gibi kemik ogmentasyon prosedürleridir (Chiapasco ve ark. 2009; Esposito ve ark. 2009). Ancak bu prosedürler; ek cerrahi alan morbiditesi, uzun tedavi süresi, yüksek maliyet, teknik hassasiyet ve öngörülebilirliği sınırlayan komplikasyonlar nedeniyle her hasta için uygun değildir (Esposito ve ark. 2009; Nkenke, 2014 & Neukam, 2014). Son yirmi yılda bu sınırlamalara yanıt olarak geliştirilen "greftsiz (graftless)" konseptler, mevcut rezidüel kemiği ve uzak anatomik ankraj bölgelerini akıllıca kullanarak kemik ogmentasyonu ihtiyacını ortadan kaldırmayı ya da en aza indirmeyi amaçlamaktadır (Jensen, 2018). Bu konseptlerin başlıcaları kısa ve ultrakısa implantlar, eğimli (tilt) implantlar ve All-on-4 tedavi konsepti ile zigomatik implantlardır; pterigoid, transnazal ve kişiye özel subperiostal implantlar ise tamamlayıcı seçenekler olarak öne çıkmaktadır (Jensen, 2018; Ravidà ve ark. 2024; Al-Nawas ve ark. 2023; Maló ve ark. 2019). Bu yazıda atrofik çenelerin biyolojisi ve sınıflaması, güncel greftleme alternatifleri ile greftsiz konseptlerin endikasyonları, cerrahi ilkeleri, biyomekanik temelleri, uzun dönem klinik sonuçları ve komplikasyonları güncel sistematik derleme, meta-analiz ve konsensus raporları ışığında

[1]Arş. Gör. Mersin Üniversitesi, Diş hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, 0009-0003-8984-9704

[2]Doç. Dr. Mersin Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, 0000-0003-2471-1942,

[3]Doç. Dr. Mersin Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, 0000-0002-8289-8066

değerlendirilmiştir (Ravidà ve ark. 2024; Al-Nawas ve ark. 2023; Maló ve ark. 2019). Mevcut kanıtlar, ≤6 mm implantların doğal kemikte ve sinüs tabanı elevasyonuna alternatif olarak beş yıllık dönemde uzun implantlarla benzer sağkalım gösterdiğini (Ravidà ve ark. 2024), zigomatik implantların ortalama 6 yıllık takipte %96,2 sağkalıma ulaştığını (Al-Nawas ve ark. 2023) ve All-on-4 konseptinde 10–18 yıllık takipte yüksek implant ve protez sağkalımı bildirildiğini ortaya koymaktadır (Maló ve ark. 2019). Sonuç olarak tedavi seçimi; atrofinin derecesi ve bölgesi, protetik gereksinimler, hastanın sistemik durumu ve beklentileri ile klinisyenin deneyimi birlikte değerlendirilerek bireyselleştirilmelidir (Jensen, 2018; Al-Nawas ve ark. 2023). Dental implantlar, tam ve kısmi dişsizliğin tedavisinde uzun dönem başarısı kanıtlanmış, hasta memnuniyeti ve yaşam kalitesi üzerinde belirgin olumlu etkisi olan bir tedavi seçeneği hâline gelmiştir (Chiapasco ve ark. 2009; Maló ve ark. 2019). Bununla birlikte implant tedavisinin öngörülebilirliği, implantın üç boyutlu protetik olarak ideal pozisyonda yerleştirilebileceği yeterli hacim ve kalitede kemiğin varlığına bağlıdır (Chiapasco ve ark. 2009). Diş çekimini takiben alveolar kret, özellikle ilk 3–6 ay içinde hızlı ve ardından yavaşlayarak süren bir boyutsal değişime uğrar (Tan ve ark. 2012; Schropp ve ark. 2003).

Sistematik derlemeler, çekimden sonraki ilk altı ayda horizontal yönde ortalama %29–63, vertikal yönde ise %11–22 oranında kemik kaybı oluştuğunu göstermektedir (Tan ve ark. 2012). Deneysel çalışmalar bu rezorpsiyonun, demet kemiğin (bundle bone) kaybı ve bukkal kemik duvarının incelmesi nedeniyle özellikle bukkal tarafta daha belirgin olduğunu ortaya koymuştur (Araújo, 2005 & Lindhe, 2005). Schropp ve arkadaşlarının klinik ve radyografik çalışmasında, tek diş çekimini izleyen 12 ay içinde kret genişliğinin yaklaşık %50 azaldığı ve bu kaybın üçte ikisinin ilk üç ayda gerçekleştiği bildirilmiştir (Schropp ve ark. 2003).

Uzun süreli dişsizlik ve özellikle doku destekli total protez kullanımı, rezidüel kretin kronik ve ilerleyici rezorpsiyonuna yol açar (Atwood, 1971). Atwood bu durumu "rezidüel kret rezorpsiyonu" olarak tanımlamış ve anatomik, metabolik, fonksiyonel ve protetik faktörlerin etkileşimiyle oluşan çok faktörlü bir hastalık olarak nitelendirmiştir (Atwood, 1971). Tallgren'in 25 yıllık longitudinal çalışmasında mandibuladaki ön kret yüksekliği kaybının maksillaya göre yaklaşık dört kat fazla olduğu gösterilmiştir (Tallgren, 1972). Maksillada ise kret rezorpsiyonuna ek olarak çekim sonrası maksiller sinüs pnömatizasyonu, posterior bölgede vertikal kemik yüksekliğini daha da azaltır (Sharan, 2008 & Madjar, 2008).

Bu biyolojik süreçlerin sonucunda klinisyen; posterior maksillada sinüs tabanına, posterior mandibulada inferior alveolar sinire yakın, ince ve alçak kretlerle karşı karşıya kalır (Sharan, 2008 & Madjar, 2008; Chiapasco ve ark. 2009). Bu klinik tabloda geleneksel yaklaşım, implant yerleştirilmesinden önce ya da eş zamanlı olarak kemik hacminin çeşitli ogmentasyon teknikleriyle artırılmasıdır (Chiapasco ve ark. 2009; Esposito ve ark. 2009). Cochrane derlemeleri, horizontal ve vertikal ogmentasyon tekniklerinin implant yerleştirilmesine olanak sağladığını, ancak hangi tekniğin üstün olduğuna dair kanıtların sınırlı olduğunu ve komplikasyon oranlarının küçümsenmemesi gerektiğini vurgulamaktadır (Esposito ve ark. 2009).

Özellikle otojen kemik grefti alınan donör alanlarda ağrı, duyu bozukluğu, enfeksiyon ve yürüme güçlüğü gibi morbiditeler; greftin öngörülemeyen rezorpsiyonu ve toplam tedavi süresinin bir yılı aşabilmesi önemli dezavantajlardır (Nkenke, 2014 & Neukam, 2014). Bu

nedenle ileri yaş, sistemik hastalık, sigara kullanımı veya ekonomik kısıtlılık gibi durumlarda pek çok hasta kapsamlı rekonstrüktif cerrahiyi kabul etmemekte ya da bu tedavi için uygun aday olmamaktadır (Nkenke, 2014 & Neukam, 2014; Jensen, 2018).

Bu gerçeklik, implant cerrahisinde "rezidüel kemiğe uyum sağlama" felsefesine dayanan greftsiz konseptlerin gelişmesine yol açmıştır (Jensen, 2018). Greftsiz yaklaşımlar; implantın boyutunu küçültmek (kısa ve ultrakısa implantlar), açısını değiştirmek (tilt implantlar ve All-on-4 konsepti) veya ankrajı alveolar kemik dışındaki bazal yapılara taşımak (zigomatik, pterigoid ve transnazal implantlar) şeklinde üç temel strateji üzerine kuruludur (Jensen, 2018; Al-Nawas ve ark. 2023; Maló ve ark. 2019). 2024 yılında yayımlanan ve yalnızca randomize kontrollü çalışmaları içeren bir meta-analiz, ≤6 mm implantların doğal kemikte ve sinüs tabanı elevasyonuna alternatif olarak beş yıllık dönemde ≥10 mm implantlarla benzer sağkalım gösterdiğini orta-yüksek kesinlikte kanıtla ortaya koymuştur (Ravidà ve ark. 2024). Uluslararası İmplantoloji Takımı (ITI) 2023 konsensus raporu da zigomatik implantların ileri derecede atrofik maksillada ogmentasyona güvenilir bir alternatif olduğunu kabul etmiştir (Al-Nawas ve ark. 2023).

Bu seminerin amacı; atrofik çenelerde kullanılan güncel greftleme alternatiflerini ve greftsiz tedavi konseptlerini (kısa implantlar, tilt implantlar ve zigomatik implantlar başta olmak üzere) güncel literatür ışığında karşılaştırmalı olarak değerlendirmek ve klinik karar verme sürecine yol gösterecek pratik bir çerçeve sunmaktır (Jensen, 2018; Ravidà ve ark. 2024; Al-Nawas ve ark. 2023; Maló ve ark. 2019).

Rezorpsiyonun biyolojik temeli

Alveolar kemik, dişin varlığına bağımlı (diş-bağımlı) bir doku olup diş kaybı sonrası fonksiyonel uyarının ortadan kalkmasıyla rezorbe olur (Araújo, 2005 & Lindhe, 2005; Atwood, 1971). Pietrokovski ve Massler, çekim sonrası rezorpsiyonun bukkal/labial yüzeyde lingual/palatinal yüzeye göre belirgin şekilde fazla olduğunu ve bunun sonucunda kretin merkezinin lingual/palatinale doğru kaydığını göstermiştir (Pietrokovski, 1967 & Massler, 1967). Bu durum maksillada santripetal (içe doğru), mandibulada ise santrifugal (dışa doğru) bir rezorpsiyon paterni oluşturarak ileri vakalarda ters (Sınıf III) iskeletsel ilişkiye yol açar (Cawood, 1988 & Howell, 1988; Pietrokovski, 1967 & Massler, 1967).

Araújo ve Lindhe'nin deneysel modelinde demet kemiğin çekimden sonraki ilk haftalarda osteoklastik aktiviteyle tamamen ortadan kalktığı ve bukkal duvarın tepe noktasının lingual duvara göre daha fazla apikale çekildiği gösterilmiştir (Araújo, 2005 & Lindhe, 2005). Bu bulgular, çekim sonrası kret korumanın ve atrofi gelişmeden önce planlama yapmanın önemini vurgular (Tan ve ark. 2012; Araújo, 2005 & Lindhe, 2005). Uzun dönemde rezidüel kret rezorpsiyonunun hızı; protez kullanımı, parafonksiyon, osteoporoz, hormonal durum ve sistemik ilaçlar gibi faktörlerden etkilenir (Atwood, 1971; Tallgren, 1972).

Posterior maksillada çekim sonrası sinüs pnömatizasyonu ek bir boyutsal kayıp kaynağıdır (Sharan, 2008 & Madjar, 2008). Sharan ve Madjar'ın radyografik çalışmasında, özellikle iki veya daha fazla komşu dişin, köklerin sinüs tabanına uzandığı bölgede çekilmesi hâlinde sinüs pnömatizasyonunun belirgin şekilde arttığı bildirilmiştir (Sharan, 2008 & Madjar, 2008). Bu nedenle posterior maksillada rezidüel kemik yüksekliği sıklıkla 4–5 mm'nin altına düşer ve

standart implant yerleştirilmesi olanaksızlaşır (Sharan, 2008 & Madjar, 2008; Bedrossian ve ark. 2008).

Cawood ve Howell sınıflaması

Cawood ve Howell, 300 kuru kafatası üzerinde yaptıkları çalışmaya dayanarak dişsiz çenelerin rezorpsiyonunu altı sınıfta tanımlamıştır (Cawood, 1988 & Howell, 1988). Bu sınıflama günümüzde atrofinin derecesini ifade etmek ve tedavi seçimine yön vermek amacıyla en sık kullanılan sistemdir (Chiapasco ve ark. 2009; Cawood, 1988 & Howell, 1988).

Tablo 1. *Cawood–Howell sınıflaması ve tedavi seçeneklerine yansıması (Chiapasco ve ark. 2009; Cawood, 1988 & Howell, 1988).*

Sınıf	Kret morfolojisi	Klinik anlamı
I	Dişli alveol	Çekim öncesi durum
II	Çekim sonrası taze soket	Kret koruma veya immediat implant
III	Yuvarlak, yeterli yükseklik ve genişlik	Standart implant genellikle mümkün
IV	Bıçak sırtı (knife-edge); yeterli yükseklik, yetersiz genişlik	Horizontal ogmentasyon, kret yarma veya dar implant
V	Düz kret; yetersiz yükseklik ve genişlik	Vertikal + horizontal ogmentasyon, kısa veya tilt implant
VI	Bazal kemiğe ulaşan çökük kret	Kapsamlı rekonstrüksiyon veya zigomatik/bazal ankrajlı implant

Kemik kalitesi sınıflamaları

Lekholm ve Zarb, çene kemiğini rezorpsiyon derecesine göre A'dan E'ye beş kategoride; kemik kalitesini ise kortikal ve trabeküler kemik oranına göre 1'den 4'e kadar dört kategoride sınıflandırmıştır (Lekholm, 1985 & Zarb, 1985). Misch, kemik yoğunluğunu D1'den D4'e kadar dört gruba ayırmış ve posterior maksillanın çoğunlukla düşük yoğunluklu D3–D4 kemikten oluştuğunu vurgulamıştır (Misch, 1990). Düşük kemik yoğunluğu primer stabiliteyi azalttığından, posterior maksillada hem kısa implant uygulamalarında hem de immediat yükleme protokollerinde cerrahi preparasyon tekniği ve implant tasarımı özellikle önem kazanır (Misch, 1990).

Kemik hacmi ve kret defekt sınıflamaları

Misch ve Judy, mevcut kemik hacmini yükseklik, genişlik, uzunluk, açı ve kron/implant oranına göre A (bol kemik), B (yeterli), C (yetersiz) ve D (ileri atrofi) olarak dört bölüme ayırmıştır (Misch, 1987 & Judy, 1987). Seibert ise kısmi dişsiz kret defektlerini horizontal (Sınıf I), vertikal (Sınıf II) ve kombine (Sınıf III) olarak sınıflandırmıştır (Seibert, 1983). Bu sınıflamalar özellikle lokal defektlerde ogmentasyon tekniğinin seçimine yön verir (Misch, 1987 & Judy, 1987; Seibert, 1983).

Bedrossian zonları ve ZAGA sınıflaması

Bedrossian ve arkadaşları dişsiz maksillayı üç bölgeye ayırmıştır: Zon I premaksilla (kanin–kanin), Zon II premolar bölge ve Zon III molar bölgedir (Bedrossian ve ark. 2008). Bu sistemde Zon I, II ve III'te yeterli kemik varsa konvansiyonel aksiyel implantlar; yalnızca Zon I ve II'de kemik varsa tilt implantlar (All-on-4); yalnızca Zon I'de kemik varsa premaksiller implantlarla kombine zigomatik implantlar; hiçbir zonda yeterli kemik yoksa dört zigomatik implant (quad zygoma) önerilir (Bedrossian ve ark. 2008; Bedrossian, 2010). Bu pratik algoritma, greftsiz konseptler arasında seçim yapılırken günümüzde de yaygın olarak kullanılmaktadır (Al-Nawas ve ark. 2023; Bedrossian ve ark. 2008).

Aparicio, zigomatik implantın seyrini ve maksillanın lateral duvar anatomisini temel alan ZAGA (Zygoma Anatomy-Guided Approach) sınıflamasını tanımlamıştır (Aparicio, 2011). ZAGA 0–4 tipleri, alveolar kret ile zigomatik kemik arasındaki ilişkiye göre implantın sinüs içinden mi, kısmen sinüs içinden mi yoksa tamamen sinüs dışından mı geçeceğini belirler (Aparicio, 2011). Bu sınıflama, zigomatik implant cerrahisinde kişiye özel yaklaşımın temelini oluşturur ve Bölüm 8'de ayrıntılı olarak tartışılmıştır (Aparicio, 2011; Kämmerer ve ark. 2023).

Tanı ve Tedavi Planlaması

Klinik ve sistemik değerlendirme

Atrofik çene hastasında tedavi planlaması; ayrıntılı tıbbi anamnez, sistemik risk faktörlerinin (kontrolsüz diyabet, sigara, antirezorptif tedavi, baş-boyun radyoterapisi) belirlenmesi, ağız içi yumuşak doku değerlendirmesi ve mevcut protezin analiziyle başlar (Chiapasco ve ark. 2009; Jensen, 2018). Hastanın estetik ve fonksiyonel beklentileri, gülme hattı, dudak desteği gereksinimi, interarkal mesafe ve sabit ya da hareketli protez tercihi, cerrahi seçeneğin belirlenmesinde en az kemik hacmi kadar belirleyicidir (Jensen, 2018; Bedrossian ve ark. 2008). Özellikle tam dişsiz maksillada dudak desteğinin protez flanşı ile mi sağlanacağı, yoksa kemik rekonstrüksiyonu gerekip gerekmediği kararı, sabit-hareketli protez seçimini doğrudan etkiler (Bedrossian ve ark. 2008; Bedrossian, 2010).

Üç boyutlu görüntüleme

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT/CBCT), atrofik çenelerde kemik yüksekliği, genişliği, yoğunluğu ve anatomik yapılarla ilişkinin değerlendirilmesinde standart yöntem hâline gelmiştir (Jacobs ve ark. 2018). Avrupa ve uluslararası öneriler, KIBT'nin implant planlamasında en düşük makul radyasyon dozu (ALADA) ilkesine uygun olarak ve klinik gereksinime göre sınırlandırılmış görüntüleme alanıyla kullanılmasını önermektedir (Jacobs ve ark. 2018). Zigomatik ve pterigoid implant planlamasında ise görüntüleme alanının zigomatik kemik, orbita tabanı, pterigomaksiller fissür ve maksiller sinüsleri tamamen içermesi gerekir; sinüs patolojisi varlığı da bu aşamada mutlaka değerlendirilmelidir (Al-Nawas ve ark. 2023; Jacobs ve ark. 2018).

Protetik yönlendirmeli dijital planlama

Güncel yaklaşımda implant pozisyonu, önce ideal protezin dijital olarak tasarlanması (dijital diş dizimi) ve ardından bu protez ile KIBT verilerinin birleştirilmesi yoluyla "protezden geriye doğru" belirlenir (Jacobs ve ark. 2018; Tahmaseb ve ark. 2018). Bu yöntem, greftsiz

konseptlerde implant açısının, uzunluğunun ve emerjans noktasının protetik olarak kabul edilebilir sınırlar içinde kalmasını sağlar (Tahmaseb ve ark. 2018; Bedrossian, 2010). Statik bilgisayar destekli implant cerrahisine ilişkin meta-analiz, giriş noktasında ortalama yaklaşık 1,2 mm, apekste yaklaşık 1,4 mm ve açısal olarak yaklaşık 3,5° sapma bildirmiştir (Tahmaseb ve ark. 2018). Bu sapma değerleri, özellikle uzun zigomatik implantlarda apikal hatanın büyüyebileceğini göstermekte ve kritik anatomik yapılara yakın çalışırken güvenlik marjının korunması gerektiğini vurgulamaktadır (Tahmaseb ve ark. 2018; Kämmerer ve ark. 2023).

Dinamik navigasyon sistemleri, cerrahi sırasında frezin pozisyonunu gerçek zamanlı olarak izleyerek rehber kullanmadan yüksek doğruluk sağlar (Block ve ark. 2017). Klinik çalışmalarda dinamik navigasyonla yerleştirilen implantlarda giriş ve apeks sapmalarının statik rehberlerle karşılaştırılabilir düzeyde olduğu bildirilmiştir (Block ve ark. 2017). Zigomatik implant cerrahisinde gerçek zamanlı navigasyonun kullanımı, quad zigoma uygulamalarında doğruluğu artırmak amacıyla pilot klinik çalışmalarda başarıyla denenmiştir (Hung ve ark. 2017). Son yıllarda haptik robotik rehberlik sistemleri tam dişsiz arklarda da kullanılmaya başlanmış ve yüksek yerleştirme doğruluğu rapor edilmiştir (Bolding, 2022 & Reebye, 2022).

Yapay zekâ uygulamaları, KIBT üzerinde anatomik yapıların otomatik segmentasyonu, kemik kalitesinin değerlendirilmesi ve implant pozisyonunun önerilmesi gibi alanlarda giderek daha fazla kullanılmaktadır (Revilla-León ve ark. 2023). Ancak bu teknolojilerin klinik karar verme sürecine entegrasyonu henüz erken aşamadadır ve klinisyen denetimi gerektirir (Revilla-León ve ark. 2023).

Karar verme ilkeleri

Atrofik çenede tedavi planı oluşturulurken üç temel soru yanıtlanmalıdır: (a) protetik hedef nedir, (b) mevcut kemik bu hedefi greftsiz olarak destekleyebilir mi, (c) ogmentasyon gerekiyorsa hasta ve klinisyen bu sürecin risklerini ve süresini kabul edebilir mi (Jensen, 2018; Bedrossian ve ark. 2008). Bedrossian'ın zonal yaklaşımı ve Cawood–Howell sınıflaması bu soruları yanıtlamada pratik bir çerçeve sunar; ancak nihai karar daima hastanın bireysel koşullarına göre verilmelidir (Cawood, 1988 & Howell, 1988; Bedrossian ve ark. 2008; Bedrossian, 2010). Bu karar sürecine ilişkin ayrıntılı bir klinik algoritma Bölüm 10'da sunulmuştur.

Güncel Greftleme Alternatifleri

Kemik ogmentasyonu, atrofik kretlerde implant yerleştirilmesini mümkün kılmak ve protetik olarak ideal implant pozisyonunu sağlamak amacıyla uzun yıllardır başarıyla uygulanmaktadır (Chiapasco ve ark. 2009; Sanz ve ark. 2019). 15. Avrupa Periodontoloji Çalıştayı konsensus raporu, kraniomaksillofasiyal bölgede kullanılan biyomateryallerin ve rejeneratif teknolojilerin seçiminin defektin morfolojisine, boyutuna ve hedeflenen kemik kazancına göre yapılması gerektiğini vurgulamıştır (Sanz ve ark. 2019).

Greft materyalleri

Otojen kemik; osteogenik, osteoindüktif ve osteokondüktif özelliklere sahip tek greft materyali olması nedeniyle tarihsel olarak "altın standart" kabul edilmiştir (Jensen, 2009 & Terheyden, 2009). Ağız içi donör alanlar (simfiz, retromolar bölge/ramus, tüber) ve ağız dışı donör alanlar

(iliak krest, kalvaryum, tibia) defektin büyüklüğüne göre seçilir (Nkenke, 2014 & Neukam, 2014; Jensen, 2009 & Terheyden, 2009). Ancak donör alan morbiditesi, sınırlı miktar ve öngörülemeyen rezorpsiyon, otojen kemiğin tek başına kullanımını kısıtlamaktadır (Nkenke, 2014 & Neukam, 2014).

Allogreftler (mineralize ve demineralize dondurulmuş kurutulmuş kemik), ksenogreftler (özellikle deproteinize sığır kemiği, DBBM) ve alloplastik materyaller (β-trikalsiyum fosfat, hidroksiapatit, bifazik kalsiyum fosfat) donör alan gereksinimini ortadan kaldıran alternatiflerdir (Sanz ve ark. 2019; Jensen, 2009 & Terheyden, 2009). DBBM'nin düşük rezorpsiyon hızı, ogmente edilen hacmin uzun dönemde korunmasına katkı sağlar; bu nedenle günümüzde sıklıkla otojen kemik ile karıştırılarak (örneğin 1:1 oranında) kullanılmaktadır (Buser ve ark. 2023; Urban ve ark. 2013). Jensen ve Terheyden'in derlemesi, lokalize defektlerde farklı greft ve kemik yerine geçen materyallerle elde edilen implant sağkalımının genel olarak yüksek ve birbirine benzer olduğunu göstermiştir (Jensen, 2009 & Terheyden, 2009).

Yönlendirilmiş kemik rejenerasyonu (GBR)

GBR, bariyer membran kullanılarak yumuşak doku hücrelerinin defekt alanına girişinin engellenmesi ve osteojenik hücrelerin defekti doldurmasına olanak tanınması ilkesine dayanır (Buser ve ark. 2023). Buser ve arkadaşları, 35 yıllık gelişim sürecinde GBR'nin rezorbe olabilen kolajen membranlar, düşük ikame hızına sahip kemik doldurucuları ve otojen kemik çipslerinin kombinasyonuyla daha basit ve öngörülebilir hâle geldiğini vurgulamıştır (Buser ve ark. 2023).

Horizontal ogmentasyona ilişkin meta-analizde, farklı tekniklerle ortalama yaklaşık 2–4 mm horizontal kazanç elde edildiği ve blok greftlerin partikül greftlere göre daha fazla horizontal kazanç sağladığı bildirilmiştir (Sanz-Sánchez ve ark. 2015). İmplantla eş zamanlı yapılan lateral ogmentasyon ise dehisens ve fenestrasyon defektlerinde defekt kapanmasını anlamlı ölçüde artırmakta ve yüksek implant sağkalımı sağlamaktadır (Thoma ve ark. 2019). Urban ve arkadaşlarının tanımladığı "sosis tekniği" (sausage technique), kolajen membranın pinlerle sabitlendiği ve otojen kemik ile DBBM karışımının kullanıldığı bir horizontal GBR yöntemi olup yaklaşık 5 mm'nin üzerinde horizontal kazanç bildirilmiştir (Urban ve ark. 2013).

Vertikal ogmentasyon, implant cerrahisinin teknik olarak en zorlu prosedürlerinden biridir (Urban ve ark. 2019). Urban ve arkadaşlarının meta-analizinde vertikal GBR ile ortalama yaklaşık 4 mm, distraksiyon osteogenezi ile daha yüksek vertikal kazanç elde edildiği; ancak komplikasyon oranlarının GBR'de yaklaşık %12, distraksiyonda ise daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Urban ve ark. 2019). Titanyum ile güçlendirilmiş politetrafloroetilen (d-PTFE) membranlar ve titanyum meşler vertikal defektlerde alan sağlama (space-making) amacıyla kullanılır (Urban ve ark. 2019; Cucchi ve ark. 2017). Cucchi ve arkadaşlarının randomize çalışmasında d-PTFE membran ile titanyum meş + kolajen membran kombinasyonu arasında vertikal kazanç açısından anlamlı fark bulunmamış, ancak her iki grupta da cerrahi ve iyileşme komplikasyonları gözlenmiştir (Cucchi ve ark. 2017). Günümüzde dijital olarak tasarlanan ve üç boyutlu üretilen kişiye özel titanyum meşler, cerrahi süreyi kısaltma ve ogmentasyonu protetik plana göre şekillendirme potansiyeli taşımaktadır (Buser ve ark. 2023; Urban ve ark. 2019).

GBR'ye bağlı yara iyileşme komplikasyonları arasında en sık görüleni membran ekspozisyonudur; meta-analiz sonuçlarına göre ekspozisyon, rejenerasyon miktarını önemli ölçüde azaltmaktadır (Lim ve ark. 2018). Bu nedenle gerilimsiz flep kapatılması, periost serbestleştirme teknikleri ve yumuşak doku yönetimi, özellikle vertikal GBR'de başarının belirleyici unsurlarıdır (Urban ve ark. 2019; Lim ve ark. 2018).

Blok greftler ve kabuk (shell) tekniği

Otojen blok greftler, özellikle geniş horizontal ve sınırlı vertikal defektlerde kullanılmaktadır (Jensen, 2009 & Terheyden, 2009; Sanz-Sánchez ve ark. 2015). Khoury'nin tanımladığı ve 10 yıllık prospektif sonuçları bildirilen tekniğinde retromolar bölgeden alınan blok ince kortikal plaklara ayrılarak defekt sınırlarında bir "kabuk" oluşturulur ve aradaki boşluk partikül otojen kemikle doldurulur (Khoury, 2015 & Hanser, 2015). Bu biyolojik yaklaşım, greftin revaskülarizasyonunu kolaylaştırarak rezorpsiyonu azaltmayı amaçlar (Khoury, 2015 & Hanser, 2015). Allojen blok greftler donör alan morbiditesini ortadan kaldırmakla birlikte, otojen bloklara göre daha yüksek komplikasyon ve rezorpsiyon oranları bildirilmiştir (Sanz ve ark. 2019; Jensen, 2009 & Terheyden, 2009).

Maksiller sinüs tabanı elevasyonu

Lateral pencere tekniğiyle sinüs tabanı elevasyonu ilk olarak Tatum tarafından tanımlanmış, Boyne ve James tarafından otojen kemik iliği ve kemik ile yapılan grefleme sonuçlarıyla yayımlanmıştır (Boyne, 1980 & James, 1980; Tatum, 1986). Summers, rezidüel kemik yüksekliğinin daha fazla olduğu vakalarda osteotomlarla uygulanan transkrestal (krestal) yaklaşımı tanıtmıştır (Summers, 1994).

Pjetursson ve arkadaşlarının sistematik derlemesinde lateral pencere ile yapılan sinüs tabanı elevasyonu sonrası yerleştirilen implantların 3 yıllık sağkalımı yaklaşık %90, pürüzlü yüzeyli implantlarda ise %98'in üzerinde bulunmuştur (Pjetursson ve ark. 2008). Raghoebar ve arkadaşlarının uzun dönem meta-analizi, ogmente edilmiş sinüs tabanına yerleştirilen implantların en az 5 yıllık takipte yüksek sağkalım gösterdiğini ve bu prosedürün öngörülebilir olduğunu doğrulamıştır (Raghoebar ve ark. 2019). Cochrane derlemesi ise rezidüel kemik yüksekliği 3–6 mm olan vakalarda kısa implantların sinüs ogmentasyonuna kıyasla daha az komplikasyonla benzer sonuçlar sağlayabileceğini ileri sürmüştür (Esposito ve ark. 2014).

Sinüs tabanı elevasyonunun en sık intraoperatif komplikasyonu Schneider membranı perforasyonudur; postoperatif dönemde ise enfeksiyon, sinüzit ve greft kaybı görülebilir (Schwartz-Arad ve ark. 2004). Schwartz-Arad ve arkadaşları, membran perforasyonu ile implant sağkalımı arasında anlamlı ilişki bulunmadığını, ancak postoperatif komplikasyonların genel morbiditeyi artırdığını bildirmiştir (Schwartz-Arad ve ark. 2004). Genel bir kılavuz olarak rezidüel kemik yüksekliği ≥5–6 mm ise transkrestal yaklaşım veya kısa implant, ≤4–5 mm ise lateral pencere tekniği tercih edilmektedir (Pjetursson ve ark. 2008; Esposito ve ark. 2014; Thoma ve ark. 2015).

Distraksiyon osteogenezi ve segmental osteotomiler

Alveolar distraksiyon osteogenezi, kemik segmentinin kademeli olarak hareket ettirilmesiyle kemik ve yumuşak dokuların eş zamanlı uzatılmasına olanak tanır (Chiapasco ve ark. 2004).

Chiapasco ve arkadaşlarının prospektif karşılaştırmasında distraksiyonun vertikal GBR'ye göre daha öngörülebilir vertikal kazanç sağladığı, ancak distraksiyon vektörünün kontrolü, cihaz kırılması ve hasta uyumu gibi sorunların yaşandığı bildirilmiştir (Chiapasco ve ark. 2004). Bu nedenle distraksiyonun klinik kullanımı günümüzde belirgin şekilde azalmıştır (Urban ve ark. 2019).

İnterpozisyonel ("sandviç") osteotomi, posterior mandibulada vertikal defektlerin düzeltilmesi için tanımlanmış; segment yukarı kaldırılarak araya greft yerleştirilir ve lingual periosttan beslenen segmentin canlılığı korunur (Jensen, 2006). Kret yarma (ridge split/expansion) tekniği ise yeterli yüksekliğe sahip ancak dar kretlerde horizontal genişleme sağlar; sistematik derlemede yaklaşık 3,5 mm horizontal kazanç ve yüksek implant sağkalımı bildirilmiştir (Elnayef ve ark. 2015).

Biyolojik ajanlar ve büyüme faktörleri

Trombositten zengin fibrin (PRF), greft materyalleriyle karıştırılarak veya membran olarak kullanılmakta ve yumuşak doku iyileşmesini hızlandırma potansiyeli taşımaktadır; ancak kemik rejenerasyonuna katkısına ilişkin kanıtlar heterojendir (Miron ve ark. 2017). Rekombinant insan kemik morfogenetik proteini-2 (rhBMP-2), insan çalışmalarında GBR ile birlikte kullanıldığında kemik olgunlaşmasını hızlandırmıştır; ancak maliyet ve olası yan etkiler nedeniyle kullanımı sınırlıdır (Jung ve ark. 2003).

Greftlemenin sınırlamaları

Tüm bu tekniklerin ortak sınırlamaları; ek cerrahi müdahale gereksinimi, 6–12 ayı bulabilen iyileşme süresi, donör alan morbiditesi, membran ekspozisyonu, greft rezorpsiyonu, yüksek maliyet ve operatör deneyimine bağımlılıktır (Esposito ve ark. 2009; Nkenke, 2014 & Neukam, 2014; Urban ve ark. 2019). Ciddi derecede rezorbe mandibulada üç farklı tedavi stratejisini karşılaştıran prospektif çalışmada, kemik ogmentasyonu sonrası implant tedavisinin greftsiz seçeneklere göre daha yüksek morbidite ile ilişkili olduğu ve hasta memnuniyetinin benzer olduğu gösterilmiştir (Stellingsma ve ark. 2004). Bu bulgular, uygun hastalarda greftsiz konseptlerin değerlendirilmesinin gerekçesini oluşturmaktadır (Jensen, 2018; Stellingsma ve ark. 2004).

Greftsiz Konseptlere Geçiş: Gerekçe ve Felsefe

Greftsiz (graftless) konsept, implant tedavisinde kemiği implanta uydurmak yerine implantı ve tedavi stratejisini mevcut kemiğe uydurma felsefesine dayanır (Jensen, 2018). Bu yaklaşımda amaç; ogmentasyon prosedürlerinin morbiditesinden, süresinden ve maliyetinden kaçınarak, mümkün olan en kısa sürede ve çoğu zaman tek cerrahi seansta sabit protetik rehabilitasyon sağlamaktır (Jensen, 2018; Maló ve ark. 2019).

Greftsiz yaklaşımların gelişimini destekleyen başlıca gerekçeler şunlardır (Esposito ve ark. 2009; Nkenke, 2014 & Neukam, 2014; Jensen, 2018; Stellingsma ve ark. 2004):

- **Morbiditenin azaltılması:** Donör alan cerrahisinin ve ikinci bir cerrahi alanın ortadan kaldırılması (Nkenke, 2014 & Neukam, 2014; Stellingsma ve ark. 2004).

- **Tedavi süresinin kısaltılması:** Greft iyileşmesi için gereken 4–12 aylık bekleme süresinin elimine edilmesi ve immediat yükleme olanağı (Al-Nawas ve ark. 2023; Maló ve ark. 2019).
- **Maliyetin düşürülmesi:** Greft materyali, membran ve ek cerrahi seansların maliyetinden kaçınılması (Ravidà ve ark. 2024; Ramezanzade ve ark. 2021).
- **Öngörülebilirlik:** Greft başarısızlığı, rezorpsiyon ve membran ekspozisyonu gibi ogmentasyona özgü komplikasyonların ortadan kalkması (Urban ve ark. 2019; Lim ve ark. 2018).
- **Hasta kabulü:** Özellikle yaşlı ve sistemik riskli hastaların kapsamlı rekonstrüktif cerrahiyi kabul etme olasılığının düşük olması (Jensen, 2018; Stellingsma ve ark. 2004).

Greftsiz stratejiler üç ana mekanizmaya dayanır (Jensen, 2018; Al-Nawas ve ark. 2023; Maló ve ark. 2019). Birincisi, implant boyutunun kısaltılması veya daraltılması yoluyla mevcut kemik hacminin sınırları içinde kalınmasıdır (kısa, ultrakısa ve dar çaplı implantlar) (Ravidà ve ark. 2024; Jung ve ark. 2018). İkincisi, implantın açısının değiştirilmesiyle anatomik yapılardan (maksiller sinüs, mental foramen) kaçınılması ve daha uzun implantın daha yoğun anterior kemikte konumlandırılmasıdır (tilt implantlar, All-on-4) (Maló ve ark. 2019; Krekmanov ve ark. 2000). Üçüncüsü ise ankrajın alveolar kemik dışındaki yoğun bazal yapılara (zigomatik kemik, pterigoid plato, nazal kavite tabanı) taşınmasıdır (Al-Nawas ve ark. 2023; Araujo ve ark. 2019).

Zigomatik implantlara ilişkin bir şemsiye derleme, bu implantların konvansiyonel greftleme tekniklerine göre daha düşük maliyet, daha az komplikasyon ve morbidite, daha kısa tedavi süresi ve karşılaştırılabilir yüksek sağkalım sunduğu sonucuna varmıştır (Ramezanzade ve ark. 2021). Benzer şekilde kısa implantlara ilişkin güncel kanıtlar da uygun klinik senaryolarda ogmentasyona gerek kalmadan benzer sağkalım elde edilebileceğini göstermektedir (Ravidà ve ark. 2024).

Bununla birlikte greftsiz konseptlerin de sınırlamaları vardır (Jensen, 2018; Al-Nawas ve ark. 2023). Bu yaklaşımlar kaybedilen sert ve yumuşak dokuyu yeniden oluşturmaz; dolayısıyla estetik bölgede pembe estetik ve dudak desteği protez ile telafi edilmek zorundadır (Bedrossian ve ark. 2008; Bedrossian, 2010). Ayrıca zigomatik ve pterigoid implantlar ileri cerrahi deneyim gerektirir ve kendilerine özgü ciddi komplikasyon riskleri taşır (Al-Nawas ve ark. 2023; Kämmerer ve ark. 2023). Bu nedenle greftleme ve greftsiz konseptler birbirinin rakibi değil, doğru endikasyonla kullanıldığında birbirini tamamlayan seçenekler olarak görülmelidir (Jensen, 2018; Al-Nawas ve ark. 2023).

Kısa ve Ultrakısa İmplantlar

Tanım ve tarihsel gelişim

Kısa implant tanımı literatürde zaman içinde değişmiş; başlangıçta <10 mm implantlar kısa kabul edilirken, günümüzde intraosseöz uzunluğu ≤6 mm olan implantlar "kısa" veya "ekstra kısa", ≤4–5 mm olanlar ise "ultrakısa" olarak tanımlanmaktadır (Renouard, 2006 & Nisand, 2006; Jung ve ark. 2018). ITI 2018 konsensus raporu, ≤6 mm uzunluktaki implantları kısa implant olarak tanımlamış ve bu implantların seçilmiş klinik senaryolarda ogmentasyona alternatif olabileceğini kabul etmiştir (Jung ve ark. 2018).

Erken dönem çalışmalarda makine yüzeyli kısa implantların başarısızlık oranı yüksek bulunmuş ve bu durum "kısa implant başarısızdır" kanısını doğurmuştur (Renouard, 2006 & Nisand, 2006). Renouard ve Nisand'ın derlemesi, cerrahi tekniğin kemik yoğunluğuna uyarlanması ve pürüzlü yüzeyli implantların kullanılmasıyla kısa implantların sağkalımının standart implantlarla karşılaştırılabilir düzeye ulaştığını göstermiştir (Renouard, 2006 & Nisand, 2006). Günümüzde mikropürüzlü yüzeyler, platform switching, konik bağlantılar ve geliştirilmiş makro tasarım, kısa implantların öngörülebilirliğini belirgin şekilde artırmıştır (Jung ve ark. 2018; Papaspyridakos ve ark. 2018).

Biyomekanik temeller

Oklüzal kuvvetler implant–kemik arayüzünde öncelikle krestal bölgede yoğunlaşır; sonlu elemanlar analizleri, implantın apikal bölümünün yük aktarımına katkısının sınırlı olduğunu göstermektedir (Renouard, 2006 & Nisand, 2006; Garaicoa-Pazmiño ve ark. 2014). Bu nedenle implant çapı, yük dağılımı açısından uzunluktan daha etkili bir parametre olarak kabul edilir ve kısa implantlarda mümkün olduğunca geniş çaplı implant tercih edilmesi önerilir (Renouard, 2006 & Nisand, 2006; Jung ve ark. 2018).

Kron/implant (K/İ) oranı, kısa implantlarda en çok tartışılan biyomekanik parametredir (Garaicoa-Pazmiño ve ark. 2014). Garaicoa-Pazmiño ve arkadaşlarının sistematik derlemesi, 0,6 ile 2,36 arasındaki K/İ oranlarının marjinal kemik kaybı üzerinde belirgin olumsuz etkisinin bulunmadığını göstermiştir (Garaicoa-Pazmiño ve ark. 2014). Bununla birlikte yüksek K/İ oranlı restorasyonlarda vida gevşemesi ve protetik komplikasyon riskini azaltmak için oklüzal tablanın daraltılması, kaspal eğimlerin azaltılması, kantilever uzunluğunun sınırlandırılması ve komşu implantlarla splintleme gibi önlemler önerilmektedir (Jung ve ark. 2018; Garaicoa-Pazmiño ve ark. 2014).

Klinik kanıtlar

Papaspyridakos ve arkadaşlarının meta-analizinde ≤6 mm implantların, posterior çenelerde >6 mm implantlara göre 1–5 yıllık dönemde biraz daha düşük ancak yüksek sağkalım gösterdiği ve aradaki farkın özellikle uzun takip süresinde belirginleştiği bildirilmiştir (Papaspyridakos ve ark. 2018). Ravidà ve arkadaşlarının 18 randomize kontrollü çalışmayı ve 1.612 implantı kapsayan meta-analizinde, ≤6 mm ekstra kısa implantların 3 yıla kadar takipte ≥10 mm implantlarla eşdeğer bir seçenek olduğu; ayrıca daha az marjinal kemik kaybı, daha az biyolojik komplikasyon, daha kısa cerrahi süre ve daha düşük maliyetle ilişkili olduğu gösterilmiştir (Ravidà ve ark. 2019).

Posterior maksillada çok merkezli randomize kontrollü çalışmada 6 mm implantlar ile sinüs tabanı elevasyonu yapılarak yerleştirilen 11–15 mm implantlar karşılaştırılmış; 5 yıllık takipte her iki grupta da yüksek ve benzer implant sağkalımı bulunurken, kısa implant grubunda hasta morbiditesi, tedavi süresi ve maliyetin daha düşük olduğu bildirilmiştir (Thoma ve ark. 2018). Thoma ve arkadaşlarının EAO konsensus derlemesi de kısa implantların sinüs ogmentasyonuyla yerleştirilen uzun implantlara göre biraz daha düşük sağkalım eğiliminde olduğunu, ancak daha az komplikasyon, daha düşük maliyet ve daha kısa tedavi süresi sunduğunu ortaya koymuştur (Thoma ve ark. 2015).

Posterior mandibulada vertikal ogmentasyon yapılan kemiğe yerleştirilen uzun implantlar ile kısa implantların karşılaştırıldığı 5 yıllık randomize kontrollü çalışmaların sistematik derlemesinde, iki yaklaşım arasında implant ve protez başarısızlığı açısından anlamlı fark bulunmamış; ancak komplikasyonların ogmente edilen bölgede daha sık ve daha ciddi olduğu görülmüştür (Esposito ve ark. 2019). 2024 yılında yayımlanan bir meta-analiz, ogmentasyonla eş zamanlı yerleştirilen kısa ve uzun implantları karşılaştırmış ve kısa implantların daha az marjinal kemik kaybı ile daha iyi klinik sonuçlar gösterdiğini bildirmiştir (Abayov ve ark. 2024).

En güncel ve kapsamlı kanıt, Ravidà ve arkadaşlarının 2024 yılında yayımladığı, yalnızca randomize kontrollü çalışmaları içeren ve GRADE yaklaşımıyla kanıt kalitesini değerlendiren meta-analizidir (Ravidà ve ark. 2024). Bu çalışmada ≤6 mm ve ≥10 mm implantların doğal (ogmente edilmemiş) kemikte ve tam ark rehabilitasyonlarında her iki çenede, ayrıca maksillada sinüs tabanı elevasyonuna alternatif olarak kullanılan 6 mm implantlarda 5 yıllık sağkalımın orta-yüksek kesinlikte benzer olduğu gösterilmiştir (Ravidà ve ark. 2024). Aynı çalışmada marjinal kemik seviyesi ile kısa ve uzun dönem biyolojik ve protetik komplikasyonlar da benzer bulunmuştur (Ravidà ve ark. 2024). Ancak 4 ve 5 mm implantların sinüs tabanı elevasyonuna alternatif olarak kullanımı ve tüm ≤6 mm uzunluklardaki implantların vertikal ogmentasyon yerine kullanımı gibi senaryolarda kanıtların henüz yetersiz olduğu vurgulanmıştır (Ravidà ve ark. 2024).

Tablo 2. *Kısa implantlara ilişkin güncel kanıtların özeti (Ravidà ve ark. 2024; Papaspyridakos ve ark. 2018; Ravidà ve ark. 2019; Thoma ve ark. 2018; Thoma ve ark. 2015; Esposito ve ark. 2019; Abayov ve ark. 2024).*

Çalışma	Tasarım	Karşılaştırma	Ana bulgu
Ravidà ve ark., 2024	RKÇ meta-analizi, GRADE	≤6 mm vs ≥10 mm, farklı senaryolar	Doğal kemikte, tam arkta ve sinüs elevasyonu yerine 6 mm implantta 5 yıllık sağkalım benzer
Abayov ve ark., 2024	Sistematik derleme ve meta-analiz	Ogmentasyonla eş zamanlı kısa vs uzun	Kısa implantlarda daha az marjinal kemik kaybı
Esposito ve ark., 2019	5 yıllık RKÇ'lerin sistematik derlemesi	Kısa vs vertikal ogmente mandibulada uzun	Başarısızlık benzer; komplikasyonlar ogmentasyonda daha fazla
Ravidà ve ark., 2019	18 RKÇ meta-analizi	≤6 mm vs ≥10 mm	3 yıla kadar eşdeğer; daha az biyolojik komplikasyon ve maliyet
Thoma ve ark., 2018	Çok merkezli RKÇ, 5 yıl	6 mm vs sinüs elevasyonu + 11–15 mm	Sağkalım benzer; morbidite ve maliyet kısa implantta düşük
Papaspyridakos ve ark., 2018	Meta-analiz	≤6 mm vs >6 mm	Yüksek sağkalım; uzun takipte hafif dezavantaj

Endikasyonlar ve klinik öneriler

Kısa implantlar özellikle şu durumlarda tercih edilebilir (Ravidà ve ark. 2024; Jung ve ark. 2018; Thoma ve ark. 2015): posterior maksillada sinüs tabanının altında 5–7 mm rezidüel kemik bulunan vakalar; posterior mandibulada inferior alveolar kanalın üzerinde sınırlı kemik yüksekliği; ogmentasyonun kontrendike olduğu veya hastanın kabul etmediği durumlar; yaşlı ve sistemik riskli hastalar.

Klinik başarıyı artırmak için şu öneriler dikkate alınmalıdır (Ravidà ve ark. 2024; Jung ve ark. 2018; Garaicoa-Pazmiño ve ark. 2014; Schiegnitz, 2018 & Al-Nawas, 2018): mümkün olan en geniş çaplı implant kullanılmalı; düşük yoğunluklu kemikte cerrahi preparasyon (underpreparation) uyarlanmalı; birden fazla kısa implant splintlenmeli; oklüzal yük kontrolü sağlanmalı ve kantilever uzunluğu sınırlandırılmalıdır. Kret genişliğinin de yetersiz olduğu durumlarda dar çaplı implantlar alternatif oluşturabilir; ancak bu implantların özellikle posterior bölgede tek başına kullanımında dikkatli olunmalıdır (Schiegnitz, 2018 & Al-Nawas, 2018).

Ultrakısa (4 mm) implantlara ilişkin kanıtlar umut verici olmakla birlikte, uzun dönem randomize çalışmalar henüz sınırlıdır ve bu implantların özellikle splintlenmemiş tek diş restorasyonlarında dikkatli kullanılması önerilmektedir (Ravidà ve ark. 2024; Jung ve ark. 2018). Ayrıca kısa implant kaybedildiğinde kurtarma seçeneklerinin sınırlı olabileceği ve ileri vertikal atrofide kısa implantın tek başına protetik olarak uygun olmayan yüksek kron boyutlarına yol açabileceği göz önünde bulundurulmalıdır (Jung ve ark. 2018; Garaicoa-Pazmiño ve ark. 2014).

Tilt (Eğimli) İmplantlar ve All-on-4 Tedavi Konsepti

Tanım ve tarihsel gelişim

Tilt implant, oklüzal düzleme dik eksenden genellikle 15°–45° açıyla, kasıtlı olarak eğimli yerleştirilen implantı ifade eder (Krekmanov ve ark. 2000; Chrcanovic ve ark. 2015). Krekmanov ve arkadaşları, posterior implantların maksillada sinüsün anterior duvarına paralel, mandibulada ise mental foramenin önünden eğimli yerleştirilmesiyle daha uzun implant kullanımının, protez destek poligonunun genişletilmesinin ve kantilever uzunluğunun azaltılmasının mümkün olduğunu göstermiştir (Krekmanov ve ark. 2000). Aparicio ve arkadaşları, tilt implantları maksiller sinüs greftlemesine alternatif olarak değerlendirmiş ve aksiyel implantlarla benzer klinik, radyolojik ve stabilite sonuçları bildirmiştir (Aparicio ve ark. 2001).

Maló ve arkadaşları, iki aksiyel anterior ve iki posterior tilt implantla immediat fonksiyonda tam ark sabit protez sağlayan "All-on-4" konseptini ilk olarak 2003 yılında mandibula, 2005 yılında ise maksilla için tanımlamıştır (Maló ve ark. 2003; Maló ve ark. 2005). Bu konsept günümüzde tam dişsiz ve ileri atrofik çenelerin greftsiz rehabilitasyonunda dünya genelinde en yaygın kullanılan protokollerden biri hâline gelmiştir (Maló ve ark. 2019; Soto-Peñaloza ve ark. 2017).

Biyomekanik avantajlar

Tilt implantların temel biyomekanik avantajı, posterior implantın platformunun daha distale konumlandırılmasıyla anteroposterior (A-P) yayılımın artırılması ve distal kantilever uzunluğunun kısaltılmasıdır (Krekmanov ve ark. 2000; Bellini ve ark. 2009). Bellini ve arkadaşlarının biyomekanik çalışması, posterior implantların eğimli yerleştirildiği tasarımlarda kantilever azalmasına bağlı olarak periimplanter kemikteki stresin aksiyel implantlı tasarıma göre azaldığını göstermiştir (Bellini ve ark. 2009). Ayrıca eğimli implant daha uzun yerleştirilebildiğinden kemik–implant temas yüzeyi artar ve maksillanın anterior bölgesindeki daha yoğun kortikal kemik veya mandibulanın interforaminal bölgesi ankraj için kullanılabilir (Krekmanov ve ark. 2000; Aparicio ve ark. 2001). Eğimli implantların rijit bir protezle splintlenmesi, implant açısından kaynaklanan olası olumsuz yük etkisini nötralize eden temel önkoşuldur (Bellini ve ark. 2009; Chrcanovic ve ark. 2015).

Cerrahi ve protetik ilkeler

All-on-4 konseptinde anterior iki implant aksiyel olarak lateral keser/kanin bölgesine, posterior iki implant ise maksillada sinüsün anterior duvarına paralel ve platformları ikinci premolar/birinci molar bölgesinde olacak şekilde, mandibulada ise mental foramenin önünde yaklaşık 30°–45° eğimle yerleştirilir (Maló ve ark. 2003; Maló ve ark. 2005). Posterior implantların platform açısı açılı multi-unit dayanaklarla (17° veya 30°) protez düzlemine uygun hâle getirilir (Maló ve ark. 2003; Soto-Peñaloza ve ark. 2017). İmmediat yükleme için genellikle her implantta ≥30–35 Ncm insersiyon torku hedeflenir ve implantlar aynı gün veya 24–48 saat içinde rijit geçici protezle splintlenir (Maló ve ark. 2019; Maló ve ark. 2003).

Kret redüksiyonu (alveoloplasti), All-on-4 protokolünde yeterli restoratif alan, uygun protez–doku geçişinin gülme hattı altında gizlenmesi ve daha geniş kemik platformu sağlanması amacıyla sıklıkla uygulanır (Soto-Peñaloza ve ark. 2017). Protezin kantilever uzunluğunun genellikle bir moleri aşmaması önerilmektedir (Maló ve ark. 2003; Soto-Peñaloza ve ark. 2017).

İleri derecede atrofik mandibulada Jensen ve Adams, kemik yüksekliğinin çok sınırlı olduğu vakalarda posterior implantların mental foramenden kaçınacak şekilde "V" konfigürasyonunda ileri derecede eğimli yerleştirildiği "V-4" modifikasyonunu tanımlamıştır (Jensen, 2009 & Adams, 2009). Benzer şekilde maksillada da trans-sinüs veya paranazal yerleşimli modifikasyonlar, All-on-4 konseptinin sınırlarını genişletmektedir (Jensen, 2009 & Adams, 2009; Jensen ve ark. 2012).

Klinik kanıtlar

Chrcanovic ve arkadaşlarının meta-analizinde tilt ve aksiyel implantlar arasında implant başarısızlığı, marjinal kemik kaybı ve protez başarısızlığı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (Chrcanovic ve ark. 2015). Del Fabbro ve Ceresoli'nin sistematik derlemesinde de eğimli ve aksiyel implantlar etrafındaki marjinal kemik seviyesi değişikliklerinin benzer olduğu bildirilmiştir (Del Fabbro, 2014 & Ceresoli, 2014). Gaonkar ve arkadaşlarının All-on-4 konseptine özgü sistematik derlemesinde 72–132 aylık takipte kümülatif implant sağkalımı %94–98 aralığında bulunmuş; tilt ve aksiyel implantlar arasında ve maksilla ile mandibula arasında anlamlı fark gözlenmemiştir (Gaonkar ve ark. 2021).

Uzun dönem verilere bakıldığında Maló ve arkadaşları, All-on-4 konseptiyle tedavi edilen tam dişsiz mandibulalarda 10–18 yıllık takipte yüksek implant ve protez sağkalımı bildirmiştir (Maló ve ark. 2019). Soto-Peñaloza ve arkadaşlarının sistematik derlemesi de All-on-4 konseptinin hem maksilla hem mandibulada yüksek kısa ve orta dönem başarı gösterdiğini, ancak çalışmaların büyük kısmının retrospektif ve tek merkezli olduğunu vurgulamıştır (Soto-Peñaloza ve ark. 2017).

Endikasyonlar, avantajlar ve sınırlamalar

All-on-4 ve tilt implant uygulamaları özellikle anterior bölgede (Bedrossian Zon I–II) yeterli kemik bulunan ancak posteriorda sinüs pnömatizasyonu veya inferior alveolar sinir nedeniyle implant yerleştirilemeyen tam dişsiz hastalarda endikedir (Bedrossian ve ark. 2008; Gaonkar ve ark. 2021). Avantajları arasında greftlemeden kaçınılması, immediat fonksiyon, kısa tedavi süresi, daha az implantla maliyetin azaltılması ve yüksek hasta memnuniyeti sayılabilir (Maló ve ark. 2019; Gaonkar ve ark. 2021; Soto-Peñaloza ve ark. 2017).

Sınırlamaları arasında anterior bölgede minimum yaklaşık 10 mm kemik yüksekliği ve 5 mm genişlik gereksinimi, bir implantın kaybında tüm protezin desteğinin tehlikeye girmesi, kret redüksiyonuna bağlı geri dönüşümsüz kemik kaybı, protez kırıkları ve hijyen güçlükleri yer alır (Maló ve ark. 2003; Soto-Peñaloza ve ark. 2017). Bu nedenle bazı klinisyenler özellikle düşük kemik yoğunluğuna sahip maksillada beş veya altı implant kullanımını (All-on-6) tercih etmektedir (Gaonkar ve ark. 2021; Soto-Peñaloza ve ark. 2017).

Zigomatik İmplantlar

Tarihçe ve anatomik temel

Zigomatik implant, Brånemark tarafından 1980'lerin sonunda başlangıçta maksillektomi sonrası onkolojik hastaların rehabilitasyonu için geliştirilmiş, daha sonra ileri derecede atrofik maksillanın greftsiz tedavisinde kullanılmaya başlanmıştır (Brånemark ve ark. 2004). Brånemark ve arkadaşlarının uzun dönem sonuçlarında zigomatik implantların yaklaşık %97 sağkalım gösterdiği bildirilmiştir (Brånemark ve ark. 2004). Zigomatik implantlar genellikle 30–52,5 mm uzunluğunda olup apikal bölümleri zigomatik kemiğin yoğun kortikal yapısına, koronal bölümleri ise palatinal veya krestal alveolar kemiğe ankre olur (Al-Nawas ve ark. 2023; Aparicio ve ark. 2014).

Zigomatik kemiğin yüksek yoğunluklu kortikal yapısı, immediat yükleme için gerekli yüksek primer stabiliteyi sağlar (Aparicio ve ark. 2014). Bu implantlar, Bedrossian Zon II ve III'te yeterli kemik bulunmayan maksillalarda posterior protetik desteği sağlamak amacıyla kullanılır (Bedrossian ve ark. 2008; Bedrossian, 2010).

Endikasyonlar

ITI 2023 konsensus raporuna göre zigomatik implantlar başlıca maksiller kemik atrofisi veya kemik eksikliği bulunan vakalarda endikedir (Al-Nawas ve ark. 2023). Bu endikasyonlar; Cawood–Howell Sınıf V–VI ileri atrofik maksilla, başarısız greftleme veya implant sonrası kemik kaybı, onkolojik rezeksiyon, travma ve konjenital defektler sonrası maksiller rekonstrüksiyonu kapsar (Al-Nawas ve ark. 2023; Aparicio ve ark. 2014). Kontrendikasyonlar arasında akut veya tedavi edilmemiş kronik sinüzit, zigomatik kemik patolojisi, kontrolsüz

sistemik hastalıklar ve yetersiz ağız açıklığı sayılabilir (Al-Nawas ve ark. 2023; Kämmerer ve ark. 2023).

Konfigürasyonlar; iki zigomatik implantın premaksillaya yerleştirilen iki-dört konvansiyonel implantla kombine edildiği klasik yaklaşım ve premaksillada da yeterli kemik bulunmadığında her iki zigomatik kemiğe ikişer implant yerleştirilen "quad zigoma" yaklaşımı şeklindedir (Bedrossian, 2010; Stiévenart, 2010 & Malevez, 2010). Stiévenart ve Malevez, tamamen atrofik maksillalarda dört zigomatik implant ve sabit protezle 6–40 aylık takipte yüksek başarı bildirmiştir (Stiévenart, 2010 & Malevez, 2010). Davó ve Pons'un prospektif çalışmasında immediat yüklenen dört zigomatik implantla desteklenen protezlerde 5 yıllık takipte yüksek implant ve protez sağkalımı rapor edilmiştir (Davó, 2015 & Pons, 2015).

Cerrahi teknikler

Brånemark'ın orijinal tekniğinde (OST) implant, maksiller sinüs içinden geçirilerek palatinal bölgeden çıkar ve zigomatik kemiğe ankre olur; bu teknik protez açısından palatinal emerjans ve hacimli protez gerektirebilir (Brånemark ve ark. 2004; Kämmerer ve ark. 2023). Daha sonra sinüs penceresi açılmadan uygulanan "sinüs slot" ve ekstra-sinüs teknikleri geliştirilmiştir (Aparicio ve ark. 2014).

Aparicio'nun tanımladığı ZAGA yaklaşımında implantın yolu, alveolar kret ve zigomatik kemik arasındaki anatomik ilişkiye göre belirlenir; amaç implant başını protetik olarak ideal olan kret üzerinde konumlandırmak ve sinüs mukozasıyla teması en aza indirmektir (Aparicio, 2011; Aparicio ve ark. 2014). ZAGA 0 tipinde implant tamamen sinüs içinden, ZAGA 4 tipinde ise tamamen sinüs dışından seyreder (Aparicio, 2011). Kämmerer ve arkadaşlarının sistematik derlemesi, 918 hastada 2.194 zigomatik implantı içeren 24 çalışmayı değerlendirmiş ve sağkalım oranını orijinal teknikte %90,3–100, anatomi rehberli yaklaşımda %90,4–100 olarak bildirmiştir (Kämmerer ve ark. 2023). Bu sonuçlar her iki tekniğin de yüksek sağkalım sağladığını, ancak tekniğe özgü komplikasyon profillerinin farklı olduğunu göstermektedir (Kämmerer ve ark. 2023).

Cerrahi işlem genellikle genel anestezi veya derin sedasyon altında yapılır; infraorbital sinir, orbita tabanı, infratemporal fossa ve palatinal yapılar korunacak şekilde geniş görüş sağlayan flep kaldırılır (Aparicio ve ark. 2014; Kämmerer ve ark. 2023). Dijital planlama, statik cerrahi rehberler ve dinamik navigasyon, özellikle quad zigoma vakalarında implant yolunun doğruluğunu artırmak amacıyla giderek daha fazla kullanılmaktadır (Tahmaseb ve ark. 2018; Hung ve ark. 2017).

Klinik sonuçlar

Chrcanovic ve arkadaşlarının güncellenmiş sistematik derlemesinde zigomatik implantların 12 yıllık kümülatif sağkalım oranı yaklaşık %96 olarak hesaplanmış ve başarısızlıkların büyük çoğunluğunun ilk 6 ayda meydana geldiği gösterilmiştir (Chrcanovic ve ark. 2016). ITI çalıştayı kapsamında yapılan Brennand Roper ve arkadaşlarının meta-analizinde ortalama 6 yıllık takipte zigomatik implant sağkalımı %96,2 (%95 GA: 93,8–97,7) olarak bulunmuştur (Brennand Roper ve ark. 2023). Aynı çalışmada immediat yüklenen implantların sağkalımı (%98,1) gecikmiş yüklemeye (%95) göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek, ortalama protez sağkalımı ise %94 olarak bildirilmiştir (Brennand Roper ve ark. 2023). Yazarlar zigomatik

implantların uzun dönem sağkalımının konvansiyonel implantlarla karşılaştırılabilir olduğu sonucuna varmıştır (Brennand Roper ve ark. 2023).

Davó ve arkadaşlarının çok merkezli randomize kontrollü çalışmasında immediat yüklenen zigomatik implantlar ile ogmente edilmiş maksillaya yerleştirilen konvansiyonel implantlar karşılaştırılmış; zigomatik implant grubunda daha az protez başarısızlığı, daha kısa tedavi süresi ve daha erken fonksiyon elde edilmiştir (Davó ve ark. 2018). 2025 yılı sonuna kadarki literatürü tarayan güncel Cochrane derlemesi, üç yıllık dönemde zigomatik implantların greftleme ile karşılaştırıldığında rehabilitasyona kadar geçen süreyi muhtemelen belirgin şekilde kısalttığını (yaklaşık 1,3 güne karşı 444 gün) ve protez başarısızlığını azaltabileceğini düşük-orta kesinlikte kanıtla bildirmiştir (Visconti ve ark. 2026). Aynı derlemede hasta memnuniyeti açısından iki yaklaşım arasında anlamlı fark gözlenmemiştir (Visconti ve ark. 2026).

***Tablo 3**. Zigomatik implantlara ilişkin güncel kanıtların özeti (Al-Nawas ve ark. 2023; Kämmerer ve ark. 2023; Brennand Roper ve ark. 2023; Chrcanovic ve ark. 2016; Davó ve ark. 2018; Visconti ve ark. 2026).*

Kaynak	Kapsam	Temel sonuç
Visconti ve ark., 2026	Cochrane derlemesi, RKÇ'ler	Rehabilitasyon süresi belirgin kısa; protez başarısızlığı muhtemelen daha az
Brennand Roper ve ark., 2023	Meta-analiz, ≥3 yıl takip	Ortalama 6 yılda %96,2 sağkalım; immediat yükleme %98,1
Kämmerer ve ark., 2023	24 çalışma, 2.194 implant	OST %90,3–100; anatomi rehberli %90,4–100
Al-Nawas ve ark., 2023	ITI konsensus raporu	21 konsensus ifadesi; sinüzit en sık komplikasyon (%14,2)
Chrcanovic ve ark., 2016	Güncellenmiş sistematik derleme	12 yılda yaklaşık %96 kümülatif sağkalım
Davó ve ark., 2018	Çok merkezli RKÇ	Zigomatik implantta daha az protez başarısızlığı ve daha erken fonksiyon

Komplikasyonlar

Zigomatik implantların en sık komplikasyonu maksiller sinüzittir; ITI konsensus raporunda ortalama 65,4 aylık takipte toplam sinüzit prevalansı %14,2 olarak bildirilmiş ve bu durumun implant kaybına yol açabilecek en yaygın komplikasyon olduğu vurgulanmıştır (Al-Nawas ve ark. 2023). D'Agostino ve arkadaşları, zigomatik implantlarla ilişkili sinüzitin büyük ölçüde implantın sinüs içindeki seyri ve oroantral iletişimle bağlantılı olduğunu bildirmiştir (D'Agostino ve ark. 2016).

Diğer komplikasyonlar arasında yumuşak doku dehisensi ve periimplantitis, oroantral fistül, infraorbital sinir parestezisi, orbita penetrasyonu, infratemporal fossa yaralanması ve nadiren ciddi enfeksiyonlar yer alır (Aparicio ve ark. 2014; Kämmerer ve ark. 2023; Chrcanovic ve ark.

2016). Aparicio ve arkadaşlarının önerdiği "zigomatik başarı kodu" (Zygomatic Success Code), implant stabilitesi, sinüs sağlığı, yumuşak doku durumu ve protetik sonuçları birlikte değerlendirerek zigomatik implant başarısının standart bir şekilde raporlanmasını amaçlar (Aparicio ve ark. 2014).

Klinik öneriler

ITI konsensus raporu, zigomatik implant cerrahisinin ileri cerrahi eğitim almış ve deneyimli ekipler tarafından, kapsamlı preoperatif üç boyutlu değerlendirme ve sinüs sağlığının kontrolü sonrası yapılmasını önermektedir (Al-Nawas ve ark. 2023). Mümkün olan durumlarda immediat yükleme ve rijit cross-arch splintleme tercih edilmeli, hastalar düzenli sinüs ve periimplanter doku takibine alınmalıdır (Al-Nawas ve ark. 2023; Brennand Roper ve ark. 2023).

Diğer Greftsiz Seçenekler

Pterigoid implantlar

Pterigoid implantlar, maksiller tüberden başlayarak palatin kemiğin piramidal çıkıntısından geçen ve sfenoid kemiğin pterigoid çıkıntısının yoğun kortikal kemiğine ankre olan, genellikle 15–20 mm uzunluğunda ve yaklaşık 45° eğimle yerleştirilen implantlardır (Balshi ve ark. 1999; Araujo ve ark. 2019). Bu implantlar, posterior maksillada sinüs ogmentasyonuna ve zigomatik implantlara alternatif olarak en distal protetik desteği sağlar ve distal kantilever ihtiyacını ortadan kaldırır (Araujo ve ark. 2019; Bidra ve ark. 2023). Balshi ve arkadaşları, 356 pterigomaksiller implantı içeren erken dönem serisinde bu implantların tam ark sabit protezlerin ankrajında güvenilir bir seçenek olduğunu bildirmiştir (Balshi ve ark. 1999).

Araujo ve arkadaşlarının sistematik derlemesi ve meta-analizinde 634 hastada 1.893 pterigoid implantın ortalama sağkalımı %94,87 olarak bulunmuştur (Araujo ve ark. 2019). Bidra ve arkadaşlarının yalnızca modern pürüzlü yüzeyli implantları içeren güncellenmiş sistematik derlemesinde 911 pterigoid implantta 6 yıllık kümülatif sağkalım %95,5 olarak hesaplanmış ve başarısızlıkların büyük çoğunluğunun yükleme öncesinde, ilk yıl içinde gerçekleştiği gösterilmiştir (Bidra ve ark. 2023). Yazarlar, pterigoid implantların daha invaziv ve maliyetli olan sinüs tabanı ogmentasyonu veya zigomatik implantlara uygun bir alternatif olabileceğini vurgulamıştır (Bidra ve ark. 2023).

Pterigoid implant cerrahisinin başlıca zorlukları; sınırlı görüş ve erişim, internal maksiller arter ve pterigoid venöz pleksusa yakınlık nedeniyle kanama riski, implant yolunun kör bir şekilde izlenmesi ve protetik olarak uygun emerjans açısının sağlanmasıdır (Araujo ve ark. 2019; Bidra ve ark. 2023). Bu nedenle dijital planlama ve navigasyon desteği bu implantlarda özellikle önerilmektedir (Block ve ark. 2017; Bidra ve ark. 2023).

Nazal, transnazal ve trans-sinüs implantlar

Premaksillada vertikal kemik yüksekliğinin yetersiz olduğu durumlarda implantlar nazal kavite tabanının kortikal kemiğine veya lateral piriform aperture boyunca (paranazal) yerleştirilerek bikortikal ankraj elde edilebilir (Jensen ve ark. 2012). Jensen ve arkadaşları, ileri maksiller atrofide trans-sinüs olarak yerleştirilen implantları rhBMP-2 ile kombine ederek All-on-4 konseptinde immediat fonksiyon sağlamış ve yüksek kısa dönem başarı bildirmiştir (Jensen ve

ark. 2012). Bu modifikasyonlar, All-on-4 ile zigomatik implantlar arasında yer alan ara seçenekler olarak değerlendirilebilir (Jensen, 2009 & Adams, 2009; Jensen ve ark. 2012).

Dar çaplı implantlar

Kret yüksekliği yeterli, ancak genişliği 3–5 mm ile sınırlı olan vakalarda dar çaplı (<3,5 mm) implantlar horizontal ogmentasyona alternatif oluşturabilir (Schiegnitz, 2018 & Al-Nawas, 2018). Schiegnitz ve Al-Nawas'ın meta-analizi, 3,0–3,25 mm ve 3,3–3,5 mm çaplı implantların standart çaplı implantlarla karşılaştırılabilir sağkalım gösterdiğini; ancak <3 mm mini implantların daha düşük sağkalım ve sınırlı endikasyonlara sahip olduğunu ortaya koymuştur (Schiegnitz, 2018 & Al-Nawas, 2018). Titanyum–zirkonyum alaşımından üretilen dar implantlar, artırılmış mekanik dayanımları nedeniyle bu alanda özellikle tercih edilmektedir (Schiegnitz, 2018 & Al-Nawas, 2018). Mini implantlar ise özellikle yaşlı hastalarda mandibular overdenture retansiyonu için greftsiz ve minimal invaziv bir seçenek sunar (Schiegnitz, 2018 & Al-Nawas, 2018).

Kişiye özel (custom) subperiostal implantlar

Subperiostal implantlar 1940'lardan itibaren kullanılmış, ancak hatalı uyum, yumuşak doku sorunları ve yüksek başarısızlık oranları nedeniyle uzun süre terk edilmiştir (Mommaerts, 2017). Dijital görüntüleme, sanal cerrahi planlama ve titanyumun eklemeli üretimi (3D baskı) bu implantların yeniden gündeme gelmesini sağlamıştır (Mommaerts, 2017; Van den Borre ve ark. 2022). Mommaerts, eklemeli üretimle hastaya özel üretilen subperiostal çene implantı (AMSJI) kavramını tanımlamış ve implantın yükü kortikal bazal kemiğe aktaran bir tasarım ilkesine dayandığını vurgulamıştır (Mommaerts, 2017).

Van den Borre ve arkadaşlarının maksillaya yönelik prospektif çok merkezli çalışmasında, AMSJI ile tedavi edilen hastalarda bir yıllık takipte yüksek implant sağkalımı ve hasta memnuniyeti bildirilmiştir (Van den Borre ve ark. 2022). 2023 yılında yapılan uzman konsensus toplantısı sonrasında yayımlanan derleme, kişiye özel subperiostal implantların kısa dönemde mükemmel sağkalım, düşük majör komplikasyon insidansı ve kompleks greftleme prosedürlerine göre daha düşük morbidite sunduğu sonucuna varmıştır (Herce-López ve ark. 2024).

Al-Nawas ve Bär'ın 2025 yılında yayımlanan sistematik derlemesinde, dijital iş akışlarıyla üretilen 246 subperiostal implantı içeren 24 çalışma değerlendirilmiş; ortalama 17 aylık takipte implantların %97,6'sının fonksiyonda olduğu, ancak implantların %37'sinde kısmi ekspozisyon meydana geldiği bildirilmiştir (Al-Nawas, 2025 & Bär, 2025). Yazarlar bu implantların özellikle yaşlı veya sistemik olarak riskli hastalarda ileri atrofik çeneler için uygulanabilir bir seçenek olduğunu, ancak uzun dönem verilerin henüz yetersiz olduğunu vurgulamıştır (Al-Nawas, 2025 & Bär, 2025). Bu nedenle kişiye özel subperiostal implantlar şu aşamada, konvansiyonel ve zigomatik seçeneklerin uygulanamadığı veya başarısız olduğu vakalarda bir kurtarma seçeneği olarak değerlendirilmelidir (Herce-López ve ark. 2024; Al-Nawas, 2025 & Bär, 2025).

Karşılaştırmalı Değerlendirme ve Klinik Karar Verme

Atrofik çenelerde "tek doğru" bir tedavi seçeneği yoktur; her yaklaşımın kendine özgü kanıt düzeyi, cerrahi zorluğu, maliyeti ve komplikasyon profili bulunmaktadır (Jensen, 2018; Al-Nawas ve ark. 2023). Aşağıdaki tablo, başlıca seçeneklerin klinik karar vermede belirleyici olan özelliklerini karşılaştırmalı olarak özetlemektedir (Ravidà ve ark. 2024; Al-Nawas ve ark. 2023; Maló ve ark. 2019; Urban ve ark. 2019; Raghoebar ve ark. 2019; Brennand Roper ve ark. 2023; Bidra ve ark. 2023; Al-Nawas, 2025 & Bär, 2025).

Tablo 4. *Atrofik çenelerde başlıca tedavi seçeneklerinin karşılaştırılması.*

Seçenek	Bildirilen sağkalım	Tedavi süresi	Cerrahi zorluk	Başlıca dezavantaj
Vertikal/horizontal GBR + standart implant	Yüksek; ogmente kemikte konvansiyonel implantlarla benzer (Thoma ve ark. 2019; Urban ve ark. 2019)	6–12 ay	Yüksek (vertikal)	Membran ekspozisyonu, ikinci cerrahi, maliyet
Lateral sinüs elevasyonu + standart implant	≥5 yılda yüksek (Pjetursson ve ark. 2008; Raghoebar ve ark. 2019)	6–9 ay	Orta	Membran perforasyonu, sinüzit, greft kaybı
Kısa implant (≤6 mm)	5 yılda uzun implantlarla benzer (Ravidà ve ark. 2024)	3–4 ay	Düşük	Yüksek K/İ oranı, ultrakısa için sınırlı uzun dönem veri
Tilt implant / All-on-4	72–132 ayda %94–98 (Gaonkar ve ark. 2021)	Aynı gün immediat yükleme	Orta	Kret redüksiyonu, anterior kemik gereksinimi
Zigomatik implant	Ortalama 6 yılda %96,2 (Brennand Roper ve ark. 2023)	Aynı gün immediat yükleme	Çok yüksek	Sinüzit (%14,2), ciddi cerrahi riskler
Pterigoid implant	6 yılda %95,5 (Bidra ve ark. 2023)	Çoğunlukla immediat	Yüksek	Sınırlı görüş, kanama riski
Kişiye özel subperiostal implant	Kısa dönemde %94–100 (Al-Nawas, 2025 & Bär, 2025)	Birkaç hafta (üretim süresi)	Orta–yüksek	Ekspozisyon (%37), uzun dönem veri yok

Karar verme sürecinde atrofinin bölgesi ve derecesi temel belirleyicidir (Cawood, 1988 & Howell, 1988; Bedrossian ve ark. 2008). Aşağıdaki tablo, güncel kanıtlara dayanan pratik bir

klinik algoritmayı özetlemektedir (Ravidà ve ark. 2024; Al-Nawas ve ark. 2023; Bedrossian ve ark. 2008; Bedrossian, 2010; Jung ve ark. 2018; Thoma ve ark. 2015).

Tablo 5. *Atrofik çenelerde bölgeye ve atrofi derecesine göre klinik karar algoritması.*

Klinik senaryo	Birinci seçenek	Alternatifler
Posterior maksilla, rezidüel kemik 6–8 mm	Kısa implant veya transkrestal sinüs elevasyonu (Ravidà ve ark. 2024; Esposito ve ark. 2014)	Standart implant + osteotom tekniği
Posterior maksilla, rezidüel kemik 4–6 mm	6 mm kısa implant veya lateral sinüs elevasyonu (Ravidà ve ark. 2024; Thoma ve ark. 2018)	Tilt implant, pterigoid implant
Posterior maksilla, rezidüel kemik <4 mm	Lateral sinüs elevasyonu (Raghoebar ve ark. 2019)	Pterigoid implant, zigomatik implant (tek taraflı)
Posterior mandibula, kanal üzerinde 6–8 mm	Kısa implant (Ravidà ve ark. 2024; Esposito ve ark. 2019)	Vertikal GBR + standart implant
Dar kret, yeterli yükseklik	Dar çaplı implant veya kret yarma (Elnayef ve ark. 2015; Schiegnitz, 2018 & Al-Nawas, 2018)	Horizontal GBR, blok greft
Tam dişsiz maksilla, Bedrossian Zon I–II'de kemik var	All-on-4 / tilt implant (Bedrossian ve ark. 2008; Maló ve ark. 2005)	Sinüs elevasyonu + aksiyel implantlar
Tam dişsiz maksilla, yalnızca Zon I'de kemik var	İki zigomatik + anterior implantlar (Bedrossian ve ark. 2008; Bedrossian, 2010)	Pterigoid/transnazal kombinasyonlar, kapsamlı greftleme
Tam dişsiz maksilla, hiçbir zonda yeterli kemik yok	Quad zigoma (Stiévenart, 2010 & Malevez, 2010; Davó, 2015 & Pons, 2015)	Le Fort I + interpozisyonel greft, subperiostal implant
Tam dişsiz atrofik mandibula, interforaminal kemik yeterli	All-on-4 / V-4 (Maló ve ark. 2019; Jensen, 2009 & Adams, 2009)	Kısa implantlar, mini implant overdenture
Daha önce başarısız greftleme veya implant	Zigomatik, pterigoid veya subperiostal implant (Al-Nawas ve ark. 2023; Herce-López ve ark. 2024)	Yeniden ogmentasyon

Bu algoritmanın uygulanmasında sistemik faktörler, hastanın tercihleri ve klinisyenin deneyimi göz ardı edilmemelidir (Jensen, 2018; Al-Nawas ve ark. 2023). Örneğin genç ve estetik beklentisi yüksek, sistemik açıdan sağlıklı bir hastada kaybedilen dokuların greftlemeyle rekonstrüksiyonu ön plana çıkarken; ileri yaşta, antikoagülan kullanan veya ağır sistemik hastalığı olan bir hastada kısa implant veya tilt implant gibi daha az invaziv seçenekler tercih edilebilir (Jensen, 2018; Stellingsma ve ark. 2004). Zigomatik ve pterigoid implantlar ise yalnızca bu alanda eğitim almış ekipler tarafından ve uygun cerrahi altyapıda uygulanmalıdır (Al-Nawas ve ark. 2023; Bidra ve ark. 2023).

Hasta bildirimli sonuçlar (PROMs) açısından değerlendirildiğinde, greftsiz konseptlerin tedavi süresi, maliyet ve postoperatif morbidite yönünden avantajlı olduğu, buna karşın uzun dönem hasta memnuniyetinin genellikle her iki yaklaşımda da yüksek olduğu görülmektedir (Ravidà ve ark. 2019; Thoma ve ark. 2015; Visconti ve ark. 2026). Bu nedenle tedavi seçimi, sağkalım oranlarının yanı sıra hasta için önemli olan sonuçlar da göz önünde bulundurularak ortak karar verme süreciyle yapılmalıdır (Jensen, 2018; Visconti ve ark. 2026).

Komplikasyonlar ve Yönetimi

Greftleme prosedürlerine özgü komplikasyonlar

GBR'de en sık karşılaşılan komplikasyon membran ekspozisyonu olup, özellikle rezorbe olmayan membranlarda enfeksiyon ve greft kaybı riskini artırır (Cucchi ve ark. 2017; Lim ve ark. 2018). Erken ekspozisyonda klorheksidin ile lokal antisepsi ve yakın takip, enfeksiyon bulguları varlığında ise membranın erken çıkarılması önerilir (Urban ve ark. 2019; Lim ve ark. 2018). Otojen kemik alımına bağlı donör alan komplikasyonları arasında simfiz bölgesinde alt dudak ve keser dişlerde duyu bozukluğu, ramus bölgesinde inferior alveolar sinir hasarı, iliak krestte ise ağrı ve yürüme bozukluğu yer alır (Nkenke, 2014 & Neukam, 2014; Khoury, 2015 & Hanser, 2015).

Sinüs tabanı elevasyonunda Schneider membranı perforasyonu en sık intraoperatif komplikasyondur; küçük perforasyonlar kolajen membranla onarılabilirken, geniş perforasyonlarda işlemin ertelenmesi gerekebilir (Pjetursson ve ark. 2008; Schwartz-Arad ve ark. 2004). Postoperatif sinüzit, greft enfeksiyonu ve oroantral fistül daha nadir ancak daha ciddi komplikasyonlardır ve antibiyoterapi, gerekirse cerrahi drenaj ve greftin uzaklaştırılmasını gerektirebilir (Raghoebar ve ark. 2019; Schwartz-Arad ve ark. 2004).

Kısa ve tilt implantlara özgü komplikasyonlar

Kısa implantlarda biyolojik komplikasyonlar genel olarak ogmente kemiğe yerleştirilen uzun implantlardan daha az, protetik komplikasyonlar ise benzer bulunmuştur (Ravidà ve ark. 2024; Ravidà ve ark. 2019; Esposito ve ark. 2019). Bununla birlikte yüksek K/İ oranına bağlı vida gevşemesi ve seramik kırığı gibi teknik komplikasyonlara karşı oklüzal ayarlamalar ve splintleme önerilir (Jung ve ark. 2018; Garaicoa-Pazmiño ve ark. 2014).

All-on-4 konseptinde en sık görülen komplikasyonlar geçici ve kalıcı protez kırıkları, protez vidası gevşemesi, periimplanter mukozitis ve protez altındaki hijyen güçlükleridir (Maló ve ark. 2019; Soto-Peñaloza ve ark. 2017). Tek bir implantın kaybı tüm protezin stabilitesini tehlikeye atabileceğinden, kayıp durumunda ek implant yerleştirilmesi veya protezin modifikasyonu gerekir (Maló ve ark. 2019; Gaonkar ve ark. 2021). Tilt implantlar ile aksiyel implantlar arasında biyolojik ve teknik komplikasyon oranları açısından anlamlı fark bildirilmemiştir (Chrcanovic ve ark. 2015; Del Fabbro, 2014 & Ceresoli, 2014).

Zigomatik ve pterigoid implantlara özgü komplikasyonlar

Zigomatik implantlarla ilişkili sinüzit, öncelikle konservatif tedavi (antibiyotik, nazal dekonjestan, irrigasyon) ile yönetilir; dirençli vakalarda fonksiyonel endoskopik sinüs cerrahisi gerekebilir ve bu yaklaşımla çoğu zaman implant korunabilir (Al-Nawas ve ark. 2023; D'Agostino ve ark. 2016). Yumuşak doku dehisensi ve implant yüzeyinin ekspozisyonu,

özellikle ekstra-sinüs yerleşimli implantlarda görülebilir ve bağ dokusu grefti, bukkal yağ yastığı transferi gibi yumuşak doku girişimleri gerektirebilir (Aparicio ve ark. 2014; Kämmerer ve ark. 2023).

Orbita penetrasyonu, infratemporal fossa yaralanması ve intrakraniyal penetrasyon gibi nadir ancak ciddi komplikasyonlar, dikkatli planlama ve cerrahi deneyim ile önlenebilir (Kämmerer ve ark. 2023; Chrcanovic ve ark. 2016). Bu nedenle cerrahi ekibin bu komplikasyonları yönetebilecek altyapıya sahip olması zorunludur (Al-Nawas ve ark. 2023). Pterigoid implantlarda ise intraoperatif kanama ve implantın pterigomaksiller fissür dışına yönlenmesi başlıca risklerdir (Araujo ve ark. 2019; Bidra ve ark. 2023).

Başarısız tedavinin kurtarılması

Başarısız greftleme veya implant kaybı sonrası ortaya çıkan ileri atrofi, çoğu zaman yeniden ogmentasyondan çok greftsiz yaklaşımlarla yönetilebilir (Al-Nawas ve ark. 2023; Kämmerer ve ark. 2023). Zigomatik implantların başarısız ogmentasyon sonrası kurtarma tedavisinde kullanımı ITI konsensus raporunda da kabul görmüştür (Al-Nawas ve ark. 2023). Zigomatik implant kaybedildiğinde ise ek zigomatik implant, kişiye özel subperiostal implant veya kapsamlı rekonstrüksiyon seçenekleri değerlendirilebilir (Al-Nawas ve ark. 2023; Herce-López ve ark. 2024; Al-Nawas, 2025 & Bär, 2025).

Gelecek Perspektifleri ve Sonuç

Gelecek perspektifleri

Dijital teknolojilerin gelişimi, hem greftleme hem de greftsiz konseptlerde tedavinin doğruluğunu ve öngörülebilirliğini artırmaktadır (Tahmaseb ve ark. 2018; Bolding, 2022 & Reebye, 2022; Revilla-León ve ark. 2023). Kişiye özel üç boyutlu üretilmiş titanyum meşler ve blok greftler, ogmentasyonun protetik plana göre şekillendirilmesine olanak tanırken (Buser ve ark. 2023; Urban ve ark. 2019); dinamik navigasyon ve robotik sistemler zigomatik ve pterigoid implantların daha güvenli yerleştirilmesine katkı sağlamaktadır (Block ve ark. 2017; Bolding, 2022 & Reebye, 2022; Hung ve ark. 2017). Yapay zekâ destekli planlama ve kişiye özel subperiostal implantlar ise önümüzdeki yıllarda ileri atrofinin yönetiminde önemli rol oynaması beklenen alanlardır (Revilla-León ve ark. 2023; Al-Nawas, 2025 & Bär, 2025).

Gelecekteki araştırmaların; ultrakısa implantların, pterigoid ve subperiostal implantların uzun dönem sonuçlarını değerlendiren randomize kontrollü çalışmalara, standart başarı kriterlerine ve hasta bildirimli sonuçlara odaklanması gerekmektedir (Ravidà ve ark. 2024; Bidra ve ark. 2023; Al-Nawas, 2025 & Bär, 2025). Özellikle zigomatik implantlar ile greftleme seçeneklerini doğrudan karşılaştıran randomize çalışmaların sayısının artırılması, kanıt kesinliğini yükseltecektir (Visconti ve ark. 2026).

Sonuç

Atrofik çenelerde implant tedavisi, son yıllarda "her vakada kemiği yeniden oluşturma" anlayışından "mevcut kemiği en verimli şekilde kullanma" anlayışına doğru belirgin bir dönüşüm geçirmiştir (Jensen, 2018). Güncel kanıtlar ışığında şu sonuçlara ulaşılabilir:

1. Kemik ogmentasyon teknikleri, özellikle estetik bölgede ve kaybedilen dokuların rekonstrüksiyonunun gerekli olduğu vakalarda öngörülebilir ve değerli seçenekler olmaya devam etmektedir; ancak vertikal ogmentasyon yüksek teknik hassasiyet ve komplikasyon riski taşır (Buser ve ark. 2023; Urban ve ark. 2019; Raghoebar ve ark. 2019).
2. ≤6 mm kısa implantlar, doğal kemikte ve posterior maksillada sinüs tabanı elevasyonuna alternatif olarak 5 yıllık dönemde uzun implantlarla benzer sağkalım gösterir ve daha düşük morbidite ile maliyet sunar (Ravidà ve ark. 2024; Ravidà ve ark. 2019; Thoma ve ark. 2018).
3. Tilt implantlar ve All-on-4 konsepti, tam dişsiz atrofik çenelerde aksiyel implantlarla benzer sağkalım ve kemik seviyesi sonuçlarıyla greftsiz ve immediat fonksiyonlu rehabilitasyon sağlar (Maló ve ark. 2019; Chrcanovic ve ark. 2015; Gaonkar ve ark. 2021).
4. Zigomatik implantlar, ileri derecede atrofik maksillada ortalama 6 yıllık takipte %96,2 sağkalım ile konvansiyonel implantlarla karşılaştırılabilir sonuçlar verir; ancak sinüzit başta olmak üzere kendine özgü komplikasyonları nedeniyle deneyimli ekipler tarafından uygulanmalıdır (Al-Nawas ve ark. 2023; Brennand Roper ve ark. 2023).
5. Pterigoid, transnazal ve kişiye özel subperiostal implantlar, umut verici sonuçlar sunan ancak uzun dönem kanıtları henüz sınırlı olan tamamlayıcı seçeneklerdir (Bidra ve ark. 2023; Jensen ve ark. 2012; Al-Nawas, 2025 & Bär, 2025).

Sonuç olarak greftleme ve greftsiz konseptler birbirinin alternatifi değil, tamamlayıcısıdır (Jensen, 2018; Al-Nawas ve ark. 2023). Başarılı bir tedavi; protetik hedefin net olarak belirlendiği, üç boyutlu dijital planlamanın yapıldığı, hastanın sistemik durumu ve beklentilerinin dikkate alındığı ve klinisyenin deneyiminin gerçekçi şekilde değerlendirildiği bireyselleştirilmiş bir yaklaşımla mümkündür (Al-Nawas ve ark. 2023; Bedrossian ve ark. 2008; Jacobs ve ark. 2018).

Kaynaklar

Abayov, P., Sarikov, R., Nazarenko, L. M., Babich, O., Haimov, E., & Juodzbalys, G. (2024). Outcome difference between short and longer dental implants placed simultaneously with alveolar bone augmentation: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Oral & Maxillofacial Research*, *15*(2), Article e2. https://doi.org/10.5037/jomr.2024.15202

Al-Nawas, B., Aghaloo, T., Aparicio, C., Bedrossian, E., Brecht, L., Brennand-Roper, M., et al. (2023). ITI consensus report on zygomatic implants: indications, evaluation of surgical techniques and long-term treatment outcomes. *International Journal of Implant Dentistry*, *9*(1), Article 1. https://doi.org/10.1186/s40729-023-00473-3

Al-Nawas, B., & Bär, A. K. (2025). Virtual surgical planning and customized subperiosteal implants: a systematic review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *54*(10), 979-994. https://doi.org/10.1016/j.ijom.2024.11.011

Aparicio, C. (2011). A proposed classification for zygomatic implant patient based on the zygoma anatomy guided approach (ZAGA): a cross-sectional survey. *European Journal of Oral Implantology*, *4*(3), 269-275.

Aparicio, C., Manresa, C., Francisco, K., Claros, P., Alández, J., González-Martín, O., & Albrektsson, T. (2014). Zygomatic implants: indications, techniques and outcomes, and the zygomatic success code. *Periodontology 2000*, *66*(1), 41-58. https://doi.org/10.1111/prd.12038

Aparicio, C., Perales, P., & Rangert, B. (2001). Tilted implants as an alternative to maxillary sinus grafting: a clinical, radiologic, and periotest study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, *3*(1), 39-49. https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2001.tb00030.x

Araujo, R. Z., Santiago Júnior, J. F., Cardoso, C. L., Benites Condezo, A. F., Moreira Júnior, R., & Curi, M. M. (2019). Clinical outcomes of pterygoid implants: systematic review and meta-analysis. *Journal of Craniomaxillofacial Surgery*, *47*(4), 651-660. https://doi.org/10.1016/j.jcms.2019.01.033

Araújo, M. G., & Lindhe, J. (2005). Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *Journal of Clinical Periodontology*, *32*(2), 212-218. https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2005.00642.x

Atwood, D. A. (1971). Reduction of residual ridges: a major oral disease entity. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *26*(3), 266-279. https://doi.org/10.1016/0022-3913(71)90069-2

Balshi, T. J., Wolfinger, G. J., & Balshi, S. F. (1999). Analysis of 356 pterygomaxillary implants in edentulous arches for fixed prosthesis anchorage. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, *14*(3), 398-406.

Bedrossian, E. (2010). Rehabilitation of the edentulous maxilla with the zygoma concept: a 7-year prospective study. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, *25*(6), 1213-1221.

Bedrossian, E., Sullivan, R. M., Fortin, Y., Malo, P., & Indresano, T. (2008). Fixed-prosthetic implant restoration of the edentulous maxilla: a systematic pretreatment evaluation method. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *66*(1), 112-122. https://doi.org/10.1016/j.joms.2007.06.062

Bellini, C. M., Romeo, D., Galbusera, F., Taschieri, S., Raimondi, M. T., Zampelis, A., & Francetti, L. (2009). Comparison of tilted versus nontilted implant-supported prosthetic designs for the restoration of the edentulous mandible: a biomechanical study. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, *24*(3), 511-517.

Bidra, A. S., Peña-Cardelles, J. F., & Iverson, M. (2023). Implants in the pterygoid region: an updated systematic review of modern roughened surface implants. *Journal of Prosthodontics*, *32*(Suppl 2), 115-128. https://doi.org/10.1111/jopr.13600

Block, M. S., Emery, R. W., Lank, K., & Ryan, J. (2017). Implant placement accuracy using dynamic navigation. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, *32*(1), 92-99. https://doi.org/10.11607/jomi.5104

Bolding, S. L., & Reebye, U. N. (2022). Accuracy of haptic robotic guidance of dental implant surgery for completely edentulous arches. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *128*(4), 639-647. https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.12.043

Boyne, P. J., & James, R. A. (1980). Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *Journal of Oral Surgery*, *38*(8), 613-616.

Brånemark, P. I., Gröndahl, K., Ohrnell, L. O., Nilsson, P., Petruson, B., Svensson, B., et al. (2004). Zygoma fixture in the management of advanced atrophy of the maxilla: technique and long-term results. *Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery and Hand Surgery*, *38*(2), 70-85. https://doi.org/10.1080/02844310310023918

Brennand Roper, M., Vissink, A., Dudding, T., Pollard, A., Gareb, B., Malevez, C., et al. (2023). Long-term treatment outcomes with zygomatic implants: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Implant Dentistry*, *9*(1), Article 21. https://doi.org/10.1186/s40729-023-00479-x

Buser, D., Urban, I., Monje, A., Kunrath, M. F., & Dahlin, C. (2023). Guided bone regeneration in implant dentistry: basic principle, progress over 35 years, and recent research activities. *Periodontology 2000*, *93*(1), 9-25. https://doi.org/10.1111/prd.12513

Cawood, J. I., & Howell, R. A. (1988). A classification of the edentulous jaws. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *17*(4), 232-236. https://doi.org/10.1016/S0901-5027(88)80047-X

Chiapasco, M., Casentini, P., & Zaniboni, M. (2009). Bone augmentation procedures in implant dentistry. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, *24*(Suppl), 237-259.

Chiapasco, M., Romeo, E., Casentini, P., & Rimondini, L. (2004). Alveolar distraction osteogenesis vs. vertical guided bone regeneration for the correction of vertically deficient edentulous ridges: a 1-3-year prospective study on humans. *Clinical Oral Implants Research*, *15*(1), 82-95. https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2004.00979.x

Chrcanovic, B. R., Albrektsson, T., & Wennerberg, A. (2015). Tilted versus axially placed dental implants: a meta-analysis. *Journal of Dentistry*, *43*(2), 149-170. https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.12.003

Chrcanovic, B. R., Albrektsson, T., & Wennerberg, A. (2016). Survival and complications of zygomatic implants: an updated systematic review. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *74*(10), 1949-1964. https://doi.org/10.1016/j.joms.2016.06.173

Cucchi, A., Vignudelli, E., Napolitano, A., Marchetti, C., & Corinaldesi, G. (2017). Evaluation of complication rates and vertical bone gain after guided bone regeneration

with non-resorbable membranes versus titanium meshes and resorbable membranes. A randomized clinical trial. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, *19*(5), 821-832. https://doi.org/10.1111/cid.12515

D'Agostino, A., Trevisiol, L., Favero, V., Pessina, M., Procacci, P., & Nocini, P. F. (2016). Are zygomatic implants associated with maxillary sinusitis? *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *74*(8), 1562-1573. https://doi.org/10.1016/j.joms.2016.03.033

Davó, R., Felice, P., Pistilli, R., Barausse, C., Marti-Pages, C., Ferrer-Fuertes, A., et al. (2018). Immediately loaded zygomatic implants vs conventional dental implants in augmented atrophic maxillae: 1-year post-loading results from a multicentre randomised controlled trial. *European Journal of Oral Implantology*, *11*(2), 145-161.

Davó, R., & Pons, O. (2015). 5-year outcome of cross-arch prostheses supported by four immediately loaded zygomatic implants: a prospective case series. *European Journal of Oral Implantology*, *8*(2), 169-174.

Del Fabbro, M., & Ceresoli, V. (2014). The fate of marginal bone around axial vs. tilted implants: a systematic review. *European Journal of Oral Implantology*, *7*(Suppl 2), S171-S189.

Elnayef, B., Monje, A., Lin, G. H., Gargallo-Albiol, J., Chan, H. L., Wang, H. L., & Hernández-Alfaro, F. (2015). Alveolar ridge split on horizontal bone augmentation: a systematic review. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, *30*(3), 596-606. https://doi.org/10.11607/jomi.3980

Esposito, M., Buti, J., Barausse, C., Gasparro, R., Sammartino, G., & Felice, P. (2019). Short implants versus longer implants in vertically augmented atrophic mandibles: a systematic review of randomised controlled trials with a 5-year post-loading follow-up. *International Journal of Oral Implantology*, *12*(3), 267-280.

Esposito, M., Felice, P., & Worthington, H. V. (2014). Interventions for replacing missing teeth: augmentation procedures of the maxillary sinus. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (5), CD008397. https://doi.org/10.1002/14651858.CD008397.pub2

Esposito, M., Grusovin, M. G., Felice, P., Karatzopoulos, G., Worthington, H. V., & Coulthard, P. (2009). Interventions for replacing missing teeth: horizontal and vertical bone augmentation techniques for dental implant treatment. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (4), CD003607. https://doi.org/10.1002/14651858.CD003607.pub4

Gaonkar, S. H., Aras, M. A., Chitre, V., Mascarenhas, K., Amin, B., & Rajagopal, P. (2021). Survival rates of axial and tilted implants in the rehabilitation of edentulous jaws using the All-on-four™ concept: a systematic review. *Journal of Indian Prosthodontic Society*, *21*(1), 3-10. https://doi.org/10.4103/jips.jips_100_20

Garaicoa-Pazmiño, C., Suárez-López del Amo, F., Monje, A., Catena, A., Ortega-Oller, I., Galindo-Moreno, P., & Wang, H. L. (2014). Influence of crown/implant ratio on

marginal bone loss: a systematic review. *Journal of Periodontology*, *85*(9), 1214-1221. https://doi.org/10.1902/jop.2014.130641

Herce-López, J., Del Canto Pingarrón, M., Tofé-Povedano, Á., García-Arana, L., Espino-Segura-Illa, M., et al. (2024). Customized subperiosteal implants for the rehabilitation of atrophic jaws: a consensus report and literature review. *Biomimetics*, *9*(1), Article 61. https://doi.org/10.3390/biomimetics9010061

Hung, K. F., Wang, F., Wang, H. W., Zhou, W. J., Huang, W., & Wu, Y. Q. (2017). Accuracy of a real-time surgical navigation system for the placement of quad zygomatic implants in the severe atrophic maxilla: a pilot clinical study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, *19*(3), 458-465. https://doi.org/10.1111/cid.12474

Jacobs, R., Salmon, B., Codari, M., Hassan, B., & Bornstein, M. M. (2018). Cone beam computed tomography in implant dentistry: recommendations for clinical use. *BMC Oral Health*, *18*(1), Article 88. https://doi.org/10.1186/s12903-018-0523-5

Jensen, O. T. (Ed.). (2018). *Graftless solutions for the edentulous patient*. Springer.

Jensen, O. T. (2006). Alveolar segmental "sandwich" osteotomies for posterior edentulous mandibular sites for dental implants. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *64*(3), 471-475. https://doi.org/10.1016/j.joms.2005.11.026

Jensen, O. T., & Adams, M. W. (2009). All-on-4 treatment of highly atrophic mandible with mandibular V-4: report of 2 cases. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *67*(7), 1503-1509. https://doi.org/10.1016/j.joms.2009.03.023

Jensen, O. T., Cottam, J., Ringeman, J., & Adams, M. (2012). Trans-sinus dental implants, bone morphogenetic protein 2, and immediate function for all-on-4 treatment of severe maxillary atrophy. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *70*(1), 141-148. https://doi.org/10.1016/j.joms.2011.08.013

Jensen, S. S., & Terheyden, H. (2009). Bone augmentation procedures in localized defects in the alveolar ridge: clinical results with different bone grafts and bone-substitute materials. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, *24*(Suppl), 218-236.

Jung, R. E., Al-Nawas, B., Araujo, M., Avila-Ortiz, G., Barter, S., Brodala, N., et al. (2018). Group 1 ITI Consensus Report: The influence of implant length and design and medications on clinical and patient-reported outcomes. *Clinical Oral Implants Research*, *29*(Suppl 16), 69-77. https://doi.org/10.1111/clr.13334

Jung, R. E., Glauser, R., Schärer, P., Hämmerle, C. H., Sailer, H. F., & Weber, F. E. (2003). Effect of rhBMP-2 on guided bone regeneration in humans. *Clinical Oral Implants Research*, *14*(5), 556-568. https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.2003.00925.x

Kämmerer, P. W., Fan, S., Aparicio, C., Bedrossian, E., Davó, R., Morton, D., Raghoebar, G. M., Zarrine, S., & Al-Nawas, B. (2023). Evaluation of surgical techniques in survival rate and complications of zygomatic implants for the rehabilitation of the atrophic edentulous maxilla: a systematic review. *International*

Journal of Implant Dentistry, *9*(1), Article 20. https://doi.org/10.1186/s40729-023-00478-y

Khoury, F., & Hanser, T. (2015). Mandibular bone block harvesting from the retromolar region: a 10-year prospective clinical study. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, *30*(3), 688-697. https://doi.org/10.11607/jomi.3986

Krekmanov, L., Kahn, M., Rangert, B., & Lindström, H. (2000). Tilting of posterior mandibular and maxillary implants for improved prosthesis support. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, *15*(3), 405-414.

Lekholm, U., & Zarb, G. A. (1985). Patient selection and preparation. In P. I. Brånemark, G. A. Zarb, & T. Albrektsson (Eds.), *Tissue-integrated prostheses: Osseointegration in clinical dentistry* (pp. 199-209). Quintessence.

Lim, G., Lin, G. H., Monje, A., Chan, H. L., & Wang, H. L. (2018). Wound healing complications following guided bone regeneration for ridge augmentation: a systematic review and meta-analysis. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, *33*(1), 41-50. https://doi.org/10.11607/jomi.5746

Maló, P., de Araújo Nobre, M., Lopes, A., Ferro, A., & Botto, J. (2019). The All-on-4 treatment concept for the rehabilitation of the completely edentulous mandible: a longitudinal study with 10 to 18 years of follow-up. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, *21*(4), 565-577. https://doi.org/10.1111/cid.12771

Maló, P., Rangert, B., & Nobre, M. (2003). "All-on-Four" immediate-function concept with Brånemark System implants for completely edentulous mandibles: a retrospective clinical study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, *5*(Suppl 1), 2-9. https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2003.tb00010.x

Maló, P., Rangert, B., & Nobre, M. (2005). All-on-4 immediate-function concept with Brånemark System implants for completely edentulous maxillae: a 1-year retrospective clinical study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, *7*(Suppl 1), S88-S94. https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2005.tb00080.x

Miron, R. J., Zucchelli, G., Pikos, M. A., Salama, M., Lee, S., Guillemette, V., et al. (2017). Use of platelet-rich fibrin in regenerative dentistry: a systematic review. *Clinical Oral Investigations*, *21*(6), 1913-1927. https://doi.org/10.1007/s00784-017-2133-z

Misch, C. E. (1990). Density of bone: effect on treatment plans, surgical approach, healing, and progressive bone loading. *International Journal of Oral Implantology*, *6*(2), 23-31.

Misch, C. E., & Judy, K. W. (1987). Classification of partially edentulous arches for implant dentistry. *International Journal of Oral Implantology*, *4*(2), 7-13.

Mommaerts, M. Y. (2017). Additively manufactured sub-periosteal jaw implants. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *46*(7), 938-940. https://doi.org/10.1016/j.ijom.2017.02.120

Nkenke, E., & Neukam, F. W. (2014). Autogenous bone harvesting and grafting in advanced jaw resorption: morbidity, resorption and implant survival. *European Journal of Oral Implantology*, *7*(Suppl 2), S203-S217.

Papaspyridakos, P., De Souza, A., Vazouras, K., Gholami, H., Pagni, S., & Weber, H. P. (2018). Survival rates of short dental implants (≤6 mm) compared with implants longer than 6 mm in posterior jaw areas: a meta-analysis. *Clinical Oral Implants Research*, *29*(Suppl 16), 8-20. https://doi.org/10.1111/clr.13296

Pietrokovski, J., & Massler, M. (1967). Alveolar ridge resorption following tooth extraction. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *17*(1), 21-27. https://doi.org/10.1016/0022-3913(67)90173-7

Pjetursson, B. E., Tan, W. C., Zwahlen, M., & Lang, N. P. (2008). A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation. *Journal of Clinical Periodontology*, *35*(8 Suppl), 216-240. https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2008.01272.x

Raghoebar, G. M., Onclin, P., Boven, G. C., Vissink, A., & Meijer, H. J. A. (2019). Long-term effectiveness of maxillary sinus floor augmentation: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Periodontology*, *46*(Suppl 21), 307-318. https://doi.org/10.1111/jcpe.13055

Ramezanzade, S., Yates, J., Tuminelli, F. J., Keyhan, S. O., Yousefi, P., & Lopez-Lopez, J. (2021). Zygomatic implants placed in atrophic maxilla: an overview of current systematic reviews and meta-analysis. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery*, *43*(1), Article 1. https://doi.org/10.1186/s40902-020-00289-4

Ravidà, A., Serroni, M., Borgnakke, W. S., Romandini, M., Wang, I. I., Arena, C., Annunziata, M., Cecoro, G., & Saleh, M. H. A. (2024). Short (≤6 mm) compared with ≥10-mm dental implants in different clinical scenarios: a systematic review of randomized clinical trials with meta-analysis, trial sequential analysis and quality of evidence grading. *Journal of Clinical Periodontology*, *51*(7), 936-965. https://doi.org/10.1111/jcpe.13981

Ravidà, A., Wang, I. C., Barootchi, S., Askar, H., Tavelli, L., Gargallo-Albiol, J., & Wang, H. L. (2019). Meta-analysis of randomized clinical trials comparing clinical and patient-reported outcomes between extra-short (≤6 mm) and longer (≥10 mm) implants. *Journal of Clinical Periodontology*, *46*(1), 118-142. https://doi.org/10.1111/jcpe.13038

Renouard, F., & Nisand, D. (2006). Impact of implant length and diameter on survival rates. *Clinical Oral Implants Research*, *17*(Suppl 2), 35-51. https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2006.01354.x

Revilla-León, M., Gómez-Polo, M., Vyas, S., Barmak, A. B., Gallucci, G. O., Att, W., et al. (2023). Artificial intelligence applications in implant dentistry: a systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *129*(2), 293-300. https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2021.08.019

Sanz, M., Dahlin, C., Apatzidou, D., Artzi, Z., Bozic, D., Calciolari, E., et al. (2019). Biomaterials and regenerative technologies used in bone regeneration in the craniomaxillofacial region: consensus report of group 2 of the 15th European Workshop on Periodontology on Bone Regeneration. *Journal of Clinical Periodontology*, *46*(Suppl 21), 82-91. https://doi.org/10.1111/jcpe.13123

Sanz-Sánchez, I., Ortiz-Vigón, A., Sanz-Martín, I., Figuero, E., & Sanz, M. (2015). Effectiveness of lateral bone augmentation on the alveolar crest dimension: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Dental Research*, *94*(9 Suppl), 128S-142S. https://doi.org/10.1177/0022034515594776

Schiegnitz, E., & Al-Nawas, B. (2018). Narrow-diameter implants: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Implants Research*, *29*(Suppl 16), 21-40. https://doi.org/10.1111/clr.13272

Schropp, L., Wenzel, A., Kostopoulos, L., & Karring T. (2003). Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, *23*(4), 313-323.

Schwartz-Arad, D., Herzberg, R., & Dolev, E. (2004). The prevalence of surgical complications of the sinus graft procedure and their impact on implant survival. *Journal of Periodontology*, *75*(4), 511-516. https://doi.org/10.1902/jop.2004.75.4.511

Seibert, J. S. (1983). Reconstruction of deformed, partially edentulous ridges, using full thickness onlay grafts. Part I. Technique and wound healing. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, *4*(5), 437-453.

Sharan, A., & Madjar, D. (2008). Maxillary sinus pneumatization following extractions: a radiographic study. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, *23*(1), 48-56.

Soto-Peñaloza, D., Zaragozí-Alonso, R., Peñarrocha-Diago, M., & Peñarrocha-Diago, M. (2017). The all-on-four treatment concept: systematic review. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, *9*(3), e474-e488. https://doi.org/10.4317/jced.53445

Stellingsma, K., Raghoebar, G. M., Meijer, H. J., & Stegenga, B. (2004). The extremely resorbed mandible: a comparative prospective study of 2-year results with 3 treatment strategies. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, *19*(4), 563-577.

Stiévenart, M., & Malevez, C. (2010). Rehabilitation of totally atrophied maxilla by means of four zygomatic implants and fixed prosthesis: a 6-40-month follow-up. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *39*(4), 358-363. https://doi.org/10.1016/j.ijom.2009.11.020

Summers, R. B. (1994). A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique. *Compendium*, *15*(2), 152-162.

Tahmaseb, A., Wu, V., Wismeijer, D., Coucke, W., & Evans, C. (2018). The accuracy of static computer-aided implant surgery: a systematic review and meta-

analysis. *Clinical Oral Implants Research*, *29*(Suppl 16), 416-435. https://doi.org/10.1111/clr.13346

Tallgren, A. (1972). The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: a mixed-longitudinal study covering 25 years. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *27*(2), 120-132. https://doi.org/10.1016/0022-3913(72)90188-5

Tan, W. L., Wong, T. L., Wong, M. C., & Lang, N. P. (2012). A systematic review of post-extractional alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans. *Clinical Oral Implants Research*, *23*(Suppl 5), 1-21. https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2011.02375.x

Tatum, H., Jr. (1986). Maxillary and sinus implant reconstructions. *Dental Clinics of North America*, *30*(2), 207-229.

Thoma, D. S., Bienz, S. P., Figuero, E., Jung, R. E., & Sanz-Martín, I. (2019). Efficacy of lateral bone augmentation performed simultaneously with dental implant placement: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Periodontology*, *46*(Suppl 21), 257-276. https://doi.org/10.1111/jcpe.13088

Thoma, D. S., Haas, R., Sporniak-Tutak, K., Garcia, A., Taylor, T. D., & Hämmerle, C. H. F. (2018). Randomized controlled multicentre study comparing short dental implants (6 mm) versus longer dental implants (11-15 mm) in combination with sinus floor elevation procedures: 5-year data. *Journal of Clinical Periodontology*, *45*(12), 1465-1474. https://doi.org/10.1111/jcpe.13025

Thoma, D. S., Zeltner, M., Hüsler, J., Hämmerle, C. H., & Jung, R. E. (2015). Short implants versus sinus lifting with longer implants to restore the posterior maxilla: a systematic review. *Clinical Oral Implants Research*, *26*(Suppl 11), 154-169. https://doi.org/10.1111/clr.12606

Urban, I. A., Montero, E., Monje, A., & Sanz-Sánchez, I. (2019). Effectiveness of vertical ridge augmentation interventions: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Periodontology*, *46*(Suppl 21), 319-339. https://doi.org/10.1111/jcpe.13061

Urban, I. A., Nagursky, H., Lozada, J. L., & Nagy, K. (2013). Horizontal ridge augmentation with a collagen membrane and a combination of particulated autogenous bone and anorganic bovine bone-derived mineral: a prospective case series in 25 patients. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, *33*(3), 299-307. https://doi.org/10.11607/prd.1407

Van den Borre, C., Rinaldi, M., De Neef, B., Loomans, N. A. J., Nout, E., Van Doorne, L., et al. (2022). Patient- and clinician-reported outcomes for the additively manufactured subperiosteal jaw implant (AMSJI) in the maxilla: a prospective multicentre one-year follow-up study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *51*(2), 243-250. https://doi.org/10.1016/j.ijom.2021.05.011

Visconti, R. F., Greco, K., Cotticelli, C., Ambrosi, A., & Esposito, M. (2026). Interventions for replacing missing teeth: zygomatic implants for the rehabilitation of the severely atrophic edentulous maxilla. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (10).

BÖLÜM 5

DENTAL İMPLANT CERRAHİSİNDE DİJİTAL REHBERLİK: STATİK CERRAHİ KILAVUZLAR, DİNAMİK NAVİGASYON VE ROBOTİK YAKLAŞIMLAR

Mustafa Can AKAR[1]
Nergiz YILMAZ[2]

Giriş

Dental implantların üç boyutlu konumu, planlanan restorasyonun biçimini, protetik bağlantıların yerleşimini ve implant çevresindeki dokularla ilişkisini belirler. Bu nedenle implant planlaması yalnızca mevcut kemik içerisinde uygun bir yer bulmayı değil, fonksiyonel ve estetik gereksinimleri karşılayan bir restorasyona olanak sağlayacak implant konumunu belirlemeyi amaçlar. Dijital teknolojiler, kemik anatomisi ile diş ve yumuşak doku yüzeylerini ortak bir ortamda göstererek bu hedefin cerrahi öncesinde değerlendirilmesini sağlar. İmplantın konumu ve

[1] Uzm. Dt., İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Türkiye. ORCID: 0009-0003-9664-3587
[2] Prof. Dr., İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Türkiye. ORCID: 0000-0002-8577-6910

boyutları, sanal protetik tasarımla birlikte belirlenebilir (Chen et al., 2025).

Bilgisayar destekli implant cerrahisi (computer-assisted implant surgery, CAIS), dijital planın klinik uygulamaya aktarılmasını kapsar. Statik yaklaşımda fiziksel bir kılavuz, dinamik yaklaşımda gerçek zamanlı konum bilgisi kullanılır. Robotik yaklaşım ise yönlendirmeye mekanik destek veya belirli cerrahi görevlerin otomatik yürütülmesini ekler. Dijital planlamayı izleyen serbest el cerrahisi ise planın rehberlik olmadan uygulanmasıdır. Planlama yöntemi ile cerrahi rehberlik düzeyi bu nedenle ayrı tanımlanmalıdır (Jorba-Garcia et al., 2025).

Güncel araştırmalar, dijital rehberliğin özellikle planlanan ve gerçekleşen implant konumları arasındaki sapmayı azaltabildiğini göstermektedir. Bununla birlikte daha düşük geometrik sapma; sağkalım, peri-implant doku sağlığı veya hasta memnuniyetinde aynı ölçüde iyileşme olduğu anlamına gelmez. Bu bölümde statik kılavuzlar, dinamik navigasyon ve robotik sistemler; iş akışları, doğrulukları, klinik sonuçları ve uygulanabilirlikleri açısından incelenmektedir. Amaç, farklı teknolojilerin hangi koşullarda yararlı olabileceğini ve klinik karar sürecindeki yerini açıklamaktır (Sadilina et al., 2025).

Dijital tanı ve cerrahi planlama

Görüntüleme ve yüzey verilerinin elde edilmesi

Dijital planlamanın başlangıcında klinik muayene ile radyografik gereksinim birlikte değerlendirilir. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT), implant bölgesindeki kemik hacmini ve komşu anatomik yapıları kesitsel olarak incelemeye olanak sağlar. Görüntüleme alanı, gerekli anatomik bilgiyi ve kullanılacak sistemin kayıt gereksinimlerini karşılamalıdır. Çekim parametreleri tanısal kaliteyi koruyacak şekilde seçilmeli; gereksiz tekrar çekimlerinden kaçınılmalıdır. Dijital rehberlik için gereken

görüntüleme de klinik olarak gerekçelendirilmelidir (Benavides et al., 2026).

CBCT verileri genellikle DICOM formatında, optik yüzey taramaları ise STL, PLY veya OBJ gibi formatlarda planlama yazılımına aktarılır. Tomografi kemik ve anatomik sınırlar hakkında bilgi sağlarken, ağız içi tarama dişlerin ve yüzey dokularının biçimini daha ayrıntılı gösterir. Kısmi dişsizlikte kalan dişler eşleştirme için referans oluşturabilir. Tam dişsizlikte ise yüzey referanslarının sınırlılığı nedeniyle kullanılan protezin, radyopak işaretleyicilerin veya sisteme özgü kayıt araçlarının uygunluğu önem kazanır. Veri toplama yöntemi, uygulanacak cerrahi rehberlik sisteminin gereksinimlerine göre seçilmelidir (Jorba-Garcia, Couso-Queiruga, et al., 2026).

Veri eşleştirmesi ve protetik hedef

Veri eşleştirmesi, tomografik görüntü ile optik taramanın aynı koordinat sistemi içerisinde doğru konumlandırılmasıdır. Hatalı eşleştirme, yazılımda anatomik açıdan uygun görünen bir implantın klinikte farklı bir konuma yönlendirilmesine neden olabilir. Eşleştirmenin doğruluğu, genel üç boyutlu görünümün yanı sıra farklı kesitlerde diş yüzeylerinin örtüşmesi incelenerek kontrol edilmelidir. Metal restorasyonlara bağlı artefaktlar ve yetersiz yüzey referansları süreci etkileyebilir. 2024 tarihli bir çalışmada, görüntüleme artefaktlarının bulunmadığı koşullarda yapay zekâ destekli eşleştirmenin manuel yöntemlerle benzer doğruluk sağlayabildiği bildirilmiştir (Ntovas et al., 2024).

Sanal protetik tasarım, planlamanın yönünü belirler. Dişlerin konumu, oklüzal ilişki ve restorasyonun çıkış profili oluşturulduktan sonra implant ekseni, platform seviyesi ve boyutları değerlendirilir. Yazılımın önerdiği konum, kemik hacmi ve biyolojik gereksinimlerle uyumlu olmalıdır. Anatomik yapılarla ilişkiler, komşu dişler ve implantlar arasındaki mesafeler ile abutment

seçenekleri birlikte incelenir. Planlama tamamlandığında cerrah, protetik hekim ve laboratuvarın aynı implant konumu ve restorasyon hedefi üzerinde çalışması, veri aktarımındaki yorum farklılıklarını azaltır (Chen et al., 2025; Jorba-Garcia, Couso-Queiruga, et al., 2026).

Statik cerrahi kılavuzlar

Destek biçimi ve stabilizasyon

Statik bilgisayar destekli implant cerrahisinde (s-CAIS), önceden tasarlanan implant konumu fiziksel bir kılavuz aracılığıyla aktarılır. Kılavuzlar diş, mukoza veya kemik desteğine göre sınıflandırılır. Diş destekli kılavuzlarda kalan dişlerin dağılımı ve temas yüzeyleri stabilizasyonu etkiler. Serbest sonlanan dişsiz alanlarda kılavuzun arka bölümündeki hareket olasılığı ayrıca değerlendirilmelidir. Mukoza destekli kılavuzlarda ise dokunun sıkışabilirliği, oturma basıncı ve fiksasyon biçimi önemlidir. Kemik destekli kılavuzların yerleştirilmesi için cerrahi erişim gerektiğinden, destek seçimi planlanan flep yaklaşımıyla birlikte yapılır (Y. Shi et al., 2023).

Kılavuzun pasif ve tekrarlanabilir biçimde oturması, dijital tasarımın cerrahiye aktarılmasının temel koşuludur. Tasarımdaki kontrol pencereleri, dişlerle veya destek yüzeyiyle temasın görülmesini kolaylaştırabilir. Fiksasyon gerektiren olgularda sabitleme noktaları önceden planlanır. Bir destek tipinde elde edilen stabilizasyon, diğer destek tiplerinde aynı düzeyde sağlanamayabilir. Özellikle tam dişsiz hastalarda kayıt, üretim ve ağızda oturma aşamalarının her biri sapmaya katkıda bulunabilir (Y. Shi et al., 2023; Yeo, Fan, et al., 2025).

Rehberlik düzeyi ve üretim

Pilot rehberli cerrahide kılavuz, başlangıç osteotomisinin konumunu ve yönünü belirler; sonraki aşamalar kılavuz dışında

tamamlanabilir. Kısmi rehberli protokollerde hazırlığın daha fazla aşaması yönlendirilir. Tam rehberli protokolde ise osteotomi ve implant yerleştirme, sistemin uygun parçalarıyla kılavuz üzerinden yürütülür. Bu grupların doğruluk sonuçları aynı başlık altında toplanmamalıdır. Pilot aşamadan sonra serbest el ile devam edilmesi, başlangıçta belirlenen yönün implant yerleştirilinceye kadar korunacağını garanti etmez (Jorba-Garcia et al., 2025; Yeo, Fan, et al., 2025).

Kılavuz üretimi eklemeli veya eksiltmeli yöntemlerle gerçekleştirilebilir. Dijital tasarımın yanı sıra üretim parametreleri, malzeme, son işlem ve kılavuzun boyutsal uyumu da önemlidir. Metal manşon kullanılan sistemlerde manşon, anahtar ve frez arasındaki toleranslar; manşonsuz sistemlerde ise yönlendirici yüzeyin geometrisi hareketi etkileyebilir. Kılavuz yüksekliği ve cerrahi setin geometrisi, frezin osteotomi bölgesine erişimini etkiler. Üretimden sonra kılavuzun yalnızca dış görünümü değil, oturması ve kullanılacak cerrahi setle uyumu da kontrol edilir (Y. Shi et al., 2023; Yeo, Fan, et al., 2025).

Sterilizasyon veya dezenfeksiyon işlemi, üretim sürecinden ayrı bir hazırlık basamağıdır. Kullanılacak yöntem, malzeme ve cihazın doğrulanmış protokolüyle uyumlu olmalıdır. 2024 tarihli bir in vitro araştırmada farklı işlemlerin dijital kılavuzların boyutsal doğruluğunu farklı biçimde etkileyebildiği gösterilmiştir. İşlem sonrasında kılavuzun uyumu kontrol edilmeli; hazırlık, üreticinin önerileri ve kurumun enfeksiyon kontrol uygulamaları doğrultusunda yürütülmelidir (Li et al., 2024).

Cerrahi erişim ve flep yaklaşımı

Statik rehberlik ile flepsiz cerrahi aynı kavram değildir. Kılavuz, flepli veya flepsiz bir işlemde kullanılabilir; flep kararı kemik ve yumuşak doku koşullarına göre verilir. Flepsiz yaklaşımın cerrahi morbiditeyi azaltma potansiyeli bulunmakla birlikte, kemik

yüzeyinin doğrudan görülmemesi bazı durumlarda değerlendirmeyi sınırlandırır. Kemik konturunun, keratinize dokunun veya augmentasyon gereksiniminin doğrudan incelenmesi gereken olgularda kılavuz kullanımı flep kaldırma ihtiyacını ortadan kaldırmaz. Klinik sonuçlar yorumlanırken rehberlik yönteminin etkisi ile flep yaklaşımının etkisi ayrı düşünülmelidir (Romandini et al., 2023).

Kılavuzun ağızda kapladığı alan ile frez ve yönlendirici bileşenlerin gerektirdiği toplam çalışma yüksekliği, özellikle ağız açıklığı sınırlı hastalarda posterior erişimi güçleştirebilir. İrrigasyonun osteotomiye ulaşması ve debris uzaklaştırılması da değerlendirilmelidir. Cerrahi sırasında kılavuz beklenen şekilde oturmuyorsa, dijital planı sürdürmek amacıyla zorlayarak sabitlemek uygun değildir. Statik yöntemin belirgin sınırlılığı, konum değişikliği gerektiğinde aynı kılavuzun yeni planı kendiliğinden uygulayamamasıdır (Romandini et al., 2023; Yeo, Fan, et al., 2025).

Dinamik navigasyon

Çalışma prensibi ve sistem bileşenleri

Dinamik bilgisayar destekli implant cerrahisi (d-CAIS), hastanın ve cerrahi aletin konumunu izleyerek planlanan osteotomiye göre yön, açı ve derinlik bilgisi sağlar. Optik izleme kullanan sistemlerde kameralar, hasta referansı ve alet üzerindeki izleyiciler arasındaki ilişkiyi takip eder. Operatör cerrahi hareketi kendisi gerçekleştirir; ekran, planla mevcut konum arasındaki farkı gösterir. Dolayısıyla dinamik navigasyon, aleti mekanik olarak sabitleyen bir kılavuz yerine görsel geri bildirimle çalışır. Hastaya bağlanan referansın stabilitesi, bu konum bilgisinin güvenilirliği için gereklidir (Jorba-Garcia, Fan, et al., 2026).

Sistemler kamera yerleşimi, izleyici yapısı, kalibrasyon ve kayıt yöntemleri açısından farklılık gösterir. 2025 tarihli bir

sistematik derlemede beş dinamik navigasyon sistemi, yedi in vitro çalışmada toplam 649 implant üzerinden incelenmiştir. İzleme teknolojisi, kalibrasyon yöntemi ve kullanıcı deneyimi doğruluğu etkileyen unsurlar arasında değerlendirilmiştir. Model ortamında elde edilen sonuçlar, hasta hareketi ve klinik erişim koşullarını tam olarak yansıtmadığından, bir sistemin yalnızca laboratuvar sapmasına göre seçilmesi yeterli değildir (Matvijenko & Borusevičius, 2025).

Hasta kaydı ve alet kalibrasyonu

Hasta kaydı, dijital anatomik model ile hastanın cerrahi sırasındaki konumunun eşleştirilmesidir. İşaretleyiciye dayalı yöntemlerde tomografide tanımlanabilen referanslar kullanılır. İşaretleyicisiz yöntemlerde ise diş veya anatomik yüzeyler üzerinden kayıt yapılabilir. Bu iki yaklaşımın hazırlık gereksinimleri farklıdır. İşaretleyicinin önceden konumlandırılması gerekip gerekmediği, görüntüleme aşamasından önce bilinmelidir. 2024 tarihli randomize bir çalışmada kayıt yöntemleri hem doğruluk hem de hasta merkezli sonuçlar açısından karşılaştırılmıştır; kayıt seçimi klinik iş akışının ayrı bir bileşeni olarak ele alınmalıdır (Zhu et al., 2024).

Hasta kaydı ile alet kalibrasyonu farklı işlemlerdir. Kalibrasyon, frezin veya ilgili aletin ucunun ve ekseninin izleyiciye göre konumunu tanımlar. Sistem, ekranda görülen konumu bu ilişkiye göre hesaplar. Yanlış alet seçimi, kalibrasyon hatası veya referansın yer değiştirmesi, doğru görünen ekran bilgisini klinik olarak yanıltıcı hâle getirebilir. Kayıt sonrasında bilinen anatomik noktalardan doğrulama yapılması ve sistemin gerektirdiği alet değişim kontrollerinin uygulanması önemlidir. Kamera ile izleyiciler arasındaki görüşün kesilmesi durumunda güvenilir izleme yeniden sağlanmadan navigasyon bilgisine dayanılmamalıdır (Jorba-Garcia, Fan, et al., 2026).

Uygulama, öğrenme eğrisi ve sınırlılıklar

Navigasyon, hekimin cerrahi alan ile ekrandaki anatomik gösterimi birlikte izlemesini gerektirir. Aletin hareketi, dokunsal geri bildirim ve ekrandaki sapma bilgisi aynı anda yorumlanır. Bu koordinasyon, geleneksel implant cerrahisinden farklı bir beceridir. Dinamik yöntemin avantajı, fiziksel kılavuzun erişimi sınırlandırmaması ve gerekli olduğunda implant planının sistem içerisinde güncellenebilmesidir. Ancak değiştirilen planın anatomik ve protetik uygunluğu yeniden değerlendirilmelidir; gerçek zamanlı konum geri bildirimi tek başına planlama hatasını düzeltmez (Wang et al., 2025).

Dinamik navigasyonun öğrenme eğrisi, implant sapmasının yanı sıra hazırlık ve cerrahi süreler ile sistem sorunlarını yönetme becerisi üzerinden değerlendirilir. Dokuz hekimle gerçekleştirilen 2023 tarihli bir model çalışmasında, implant cerrahisi deneyimi bulunan hekimlerin dinamik navigasyonu daha verimli öğrendiği bildirilmiştir. Çalışmanın simülasyon koşullarında yürütülmesi, bulguların klinik öğrenme sürecine doğrudan aktarılmasını sınırlandırmaktadır (Xu et al., 2023).

2025 tarihli ITI eğitim yazısında ele alınan simülasyon uygulamaları, anatomik ilişkilerin anlaşılması, alet-ekran koordinasyonunun geliştirilmesi ve performansın ölçülmesi için kullanılabilir. Klinik geçişte ise gözetim altında çalışma, kayıt doğrulama ve rehberlik kaybında uygun karar verme becerileri önem taşır. Sistem kullanım eğitimi, implant cerrahisinin biyolojik ve protetik temelinin yerine geçmez (Uei et al., 2025).

Robotik implant cerrahisi

Robotik destek ve görev otonomisi

Robotik implant cerrahisi, cerrahi aletin yönlendirilmesine mekanik destek sağlayan veya belirli hareketleri otomatik olarak gerçekleştiren sistemleri içerir. Haptik destekli uygulamalarda hekim aleti kontrol ederken robot planlanan alan dışına hareketi

sınırlandırabilir. Görev otonomisine sahip sistemlerde ise önceden tanımlanan osteotomi veya implant yerleştirme adımları robot tarafından yürütülebilir. Belirli görevlerin otonom olarak yürütülmesi, cerrahi işlemin tamamının hekimden bağımsız biçimde planlandığı ve yönetildiği anlamına gelmez. Otonomi düzeyi, gerçekleştirilen görev ve hekimin kontrol rolü üzerinden açıklanmalıdır (Liu et al., 2024).

Robotik iş akışında dijital planın sisteme aktarılması, hasta ile robotun koordinatlarının eşleştirilmesi ve cerrahi aletin tanımlanması gerekir. Optik veya mekanik izleme, hasta hareketine göre konum bilgisinin güncellenmesini sağlar. Robotik kolun erişim alanı, ağız açıklığı ve bağlantı elemanlarının yerleşimi, uygulanabilirliği etkiler. Sistemin hareket sınırları ile cerrahi alan arasındaki ilişki, işlem öncesinde değerlendirilir (Wang et al., 2025).

Hekimin kontrolü ve klinik uygulama

Cerrah; implant planını, kullanılan verileri ve kayıt doğruluğunu onaylamakla sorumludur. Robotik hareket sırasında irrigasyon, yumuşak doku korunması ve cerrahi alanın izlenmesi sürdürülür. Sistemin durdurulması veya planın değiştirilmesi gereken koşullar önceden tanımlanmalıdır. Hasta referansının stabilitesi veya izleme güvenilirliği bozulduğunda, mekanik doğruluk klinik güvenliği tek başına sağlayamaz (Jorba-Garcia, Fan, et al., 2026; Liu et al., 2024).

2025 tarihli üç kollu randomize bir çalışmada, premolar veya molar bölgede tek diş eksikliği bulunan 45 hasta robotik cerrahi, dinamik navigasyon ve statik kılavuz gruplarına ayrılmıştır. Robotik grupta platform ve apikal düzeylerdeki meziodistal sapmalar, statik kılavuz grubundan daha düşük bulunmuştur. Statik kılavuz grubunda cerrahi süre daha kısa, dinamik navigasyon grubunda ise cerrahi alana erişim daha kolay değerlendirilmiştir. Hasta tarafından bildirilen sonuçlar genel olarak benzer olmakla birlikte, statik

kılavuz grubunda ameliyat sonrası üçüncü günde ağız sağlığıyla ilişkili yaşam kalitesi daha iyi bulunmuştur. Aynı araştırmanın farklı sonuç ölçütleri bakımından farklı avantajlar göstermesi, yöntem seçiminin tek bir doğruluk değerine indirgenemeyeceğini ortaya koymaktadır (J. Y. Shi et al., 2025).

Aynı optik izleme teknolojisini kullanan otonom robot ile dinamik navigasyonun karşılaştırıldığı 2025 tarihli randomize çalışmada, robotik grupta ortalama açısal sapma 1,01° ± 0,65°, dinamik navigasyon grubunda ise 1,78° ± 1,15° bulunmuştur. Robotik grupta açısal sapma anlamlı ölçüde daha düşükken, koronal ve apikal sapmalarda gruplar arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Aynı izleme teknolojisinin kullanılması, mekanik yönlendirmenin etkisinin değerlendirilmesini kolaylaştırmıştır. Bununla birlikte tek diş eksikliği olan hastalarda elde edilen sonuçlar, tam dişsiz çenelere veya ileri rekonstrüksiyon gerektiren olgulara doğrudan genellenemez (Wei et al., 2025).

Doğruluk ve klinik sonuçların değerlendirilmesi

Sapma ölçütleri ve ölçüm yöntemleri

Dijital rehberliğin doğruluğu çoğunlukla planlanan ve yerleştirilen implant konumlarının karşılaştırılmasıyla değerlendirilir. Koronal veya platform sapması, implantın giriş düzeyindeki konum farkını; apikal sapma uç noktasındaki farkı; açısal sapma ise iki implant ekseni arasındaki açıyı tanımlar. Derinlik sapması ayrıca değerlendirilebilir. Üç boyutlu toplam uzaklık ile yatay ve dikey bileşenler farklı ölçütlerdir. Doğruluk kavramında hedefe yakınlık (trueness) ile tekrarlanan uygulamaların birbirine yakınlığı (precision) ayrılmalıdır. Benzer ortalama sapmalar, aynı tekrarlanabilirliği göstermeyebilir (Pimkhaokham et al., 2024).

Sonuçların hesaplanmasında kullanılan kayıt ve ölçüm yöntemi de önemlidir. Ameliyat öncesi ve sonrası tomografilerin

eşleştirilmesi, optik taramalar veya implant pozisyonunu tanımlayan parçalar farklı hata kaynakları içerir. Ölçüm yönteminin kendisindeki belirsizlik, cerrahi sapmaya eklenebilir. Bu nedenle çalışmalar arasında yalnızca son sayısal değerler değil, hangi referansın kullanıldığı ve değerlendirmenin nasıl yapıldığı da karşılaştırılmalıdır. Ortalama sapma değerleri, uç değerleri ve sapmanın yönünü tek başına açıklamaz (Pimkhaokham et al., 2024).

2024 tarihli bir sistematik derlemede, 67 klinik çalışma üzerinden bilgisayar destekli yöntemlerin birleştirilmiş ortalama koronal sapması 1,11 mm, apikal sapması 1,40 mm ve açısal sapması 3,51° bulunmuştur. Yöntemler birlikte analiz edildiğinden bu değerler tek bir sistemin performansını temsil etmez. Aynı değerlendirmede tam rehberli protokol, pilot rehberli protokolden daha doğru bulunmuştur (Khaohoen et al., 2024).

Güncel karşılaştırmalı kanıtlar

2025 tarihli bir meta-analizde 55 çalışma incelenmiş; serbest el, pilot rehberli, tam rehberli ve dinamik yaklaşımların ortalama açısal sapmaları sırasıyla 7,46°, 5,94°, 2,57° ve 3,67° bildirilmiştir. Bulgular bilgisayar destekli yöntemlerin planı aktarma doğruluğunu desteklemektedir. Ancak farklı çalışmalardan birleştirilen grup ortalamaları, her yöntemin aynı hastalarda doğrudan karşılaştırıldığı bir deneyle eşdeğer değildir. Dişsizlik durumu, cerrahi bölge ve protokol farklılıkları yorumda dikkate alınmalıdır (Werny et al., 2025).

Eylül 2026'da yayımlanan ve yalnızca randomize çalışmaları içeren bir meta-analizde, toplam 529 implantı kapsayan yedi çalışma değerlendirilmiştir. Robotik cerrahi, serbest el yaklaşımına göre konumsal doğrulukta avantaj göstermiştir. Dinamik navigasyonla karşılaştırıldığında açısal sapma ortalama 0,77° daha düşük bulunurken, platform ve apikal sapmalarda anlamlı fark saptanmamıştır. Statik yöntemle karşılaştırma ise tek randomize

çalışmaya dayanmıştır. Bu sonuçlar robotik sistemlerin bazı ölçütlerdeki avantajını desteklerken, bütün rehberli yöntemlere karşı genel üstünlük iddiasını desteklememektedir (Ainoosah et al., 2026).

Çekim soketinin geometrisi nedeniyle immediyat implant yerleştirilmesi, iyileşmiş kretlere implant yerleştirilmesinden ayrı değerlendirilmelidir. 2026 tarihli bir meta-analizde, toplam 780 immediyat implantı içeren 18 çalışma değerlendirilmiştir. Rehberli yöntemlerin serbest el yerleşimine göre daha yüksek doğruluk sağladığı bildirilmiştir. Ancak daha yüksek kaliteli çalışmalarla yapılan duyarlılık analizlerinde rehberli yöntemler arasındaki farkların daha az belirgin olabileceği görülmüştür. Bu nedenle immediyat implantlarda teknoloji seçimi, soket anatomisi ve stabilite gereksinimleriyle birlikte değerlendirilmelidir (Nava et al., 2026).

Klinik sonuçlar ve hasta deneyimi

Doğruluğun klinik anlamı, planlanan restorasyonun ne ölçüde gerçekleştirilebildiğiyle ilişkilidir. Uygun implant konumu, restorasyonun çıkış profilinin ve protetik tasarımının oluşturulmasını kolaylaştırabilir; peri-implant sağlık ise doku koşulları, restorasyon tasarımı ve bakımın ortak etkisiyle şekillenir. 2025 tarihli klinik sonuç sentezinde, rehberli ve rehbersiz cerrahi arasında primer stabilite, sağkalım, marjinal kemik kaybı ve komplikasyonlar bakımından belirgin üstünlük gösteren kanıtın sınırlı olduğu belirtilmiştir (Sadilina et al., 2025).

Hasta açısından ağrı, iyileşme deneyimi, tedavi süresi, maliyet ve beklentilerin karşılanması da sonuç ölçütleridir. Hasta deneyimine ilişkin sonuçların karşılaştırılmasında kullanılan ölçekler ve değerlendirme zamanları dikkate alınmalıdır. Cerrahi rehberlik ile flepsiz yaklaşımın veya immediyat restorasyonun birlikte uygulanması, bildirilen yararın hangi bileşenden kaynaklandığını ayırmayı güçleştirebilir. Hasta tarafından bildirilen sonuçları içeren araştırmalar, yalnızca cerrahi doğruluğu ölçen

çalışmaların açıklayamadığı bu boyutu tamamlar (Yeo, Uei, et al., 2025).

Hasta seçimi ve klinik karar verme

Statik kılavuz seçimi, güvenilir destek ve fiksasyonun sağlanabildiği, cerrahi erişimin uygun olduğu olgularda değerlendirilebilir. İşlem sırasında implant konumunun güncellenmesi bekleniyorsa veya fiziksel kılavuz erişimi güçleştiriyorsa dinamik navigasyon düşünülebilir. Robotik yaklaşımda ise bunlara ek olarak sistemin mekanik erişimi ve hasta bağlantılarının uygunluğu belirleyicidir. Yöntem seçimi, olgunun yönlendirme gereksinimi ile sistemin uygulanabilirliğine dayanmalıdır (Jorba-Garcia, Couso-Queiruga, et al., 2026; Wang et al., 2025).

Anatomik yapılara yakınlık, dar protetik alan veya estetik bölgede hassas konum gereksinimi, planın cerrahiye aktarılmasını önemli kılar. Bu bölgelerde planlama yapılırken hata kaynakları ve olası sapmaların yönü dikkate alınmalı; araştırmalarda bildirilen ortalama sapmalar bireysel olgu için güvenli mesafe olarak kabul edilmemelidir (Khaohoen et al., 2024).

Maliyet değerlendirmesi; cihazın alınması, yazılım, sarf malzemeleri, üretim, bakım ve ekip eğitiminin yanı sıra hazırlık süresini de kapsamalıdır. Süre değerlendirmesinde statik yöntemin tasarım ve üretim aşamaları ile dinamik ve robotik yöntemlerin kayıt ve kalibrasyon aşamaları hesaba katılmalıdır. Hangi aşamanın sürece dâhil edildiği belirtilmeden yöntemlerin hızının karşılaştırılması yanıltıcı olabilir. Hastaya yalnızca kullanılan cihaz değil, seçilen yaklaşımın gerekçesi, alternatifleri ve işlemin öngörülen seyri anlatılmalıdır (J. Y. Shi et al., 2025; Yeo, Uei, et al., 2025).

Güncel gelişmeler ve araştırma gereksinimleri

Yapay zekâ; anatomik yapıların segmentasyonu, veri eşleştirmesi ve sanal implant konumu önerilmesi gibi aşamalarda kullanılmaktadır. 2025 tarihli bir çalışmada, tek mandibular premolar veya molar eksikliği bulunan 32 hastanın verileri kullanılarak otomatik sanal implant planları, uzmanların sanal planları ve klinikte yerleştirdikleri implantlarla karşılaştırılmıştır. İmplant çapı ve uzunluğu seçiminde anlamlı fark saptanmamış; yapay zekâ ile planlama süresi 36,3 ± 7,3 saniye, uzman planlamasında ise 373 ± 113 saniye bulunmuştur. Ancak sanal yerleşimin uygunluğu, aynı planın klinikte doğru uygulanacağı veya uzun dönem başarılı olacağı anlamına gelmez. Planlama doğrulaması ile cerrahi ve klinik doğrulama ayrı araştırma basamaklarıdır (Elgarba et al., 2025).

Veri eşleştirmesindeki otomasyon, kullanıcıya bağlı bazı işlemleri azaltabilir. Buna karşılık görüntü artefaktları ve eğitim verisinden farklı anatomik durumlar, otomatik sonucun kontrolünü gerekli kılar. Sistemler arası veri uyumu da yalnızca dosyanın açılabilmesiyle sınırlı değildir; implant boyutlarının, koordinatların ve protetik hedefin doğru aktarılması gerekir. Dijital otomasyonun klinik değeri, zaman kazancı ile birlikte hataların fark edilebilirliği ve hekimin planı inceleyebilmesi üzerinden değerlendirilmelidir (Elgarba et al., 2025; Jorba-Garcia, Fan, et al., 2026; Ntovas et al., 2024).

Gelecek araştırmalar, kısa dönem geometrik performansın ötesinde bütün iş akışını incelemelidir. Aynı tanımlarla raporlanan doğruluk, cerrahi süre, komplikasyonlar, protetik sonuçlar ve hasta tarafından bildirilen sonuçlar yöntemler arası karşılaştırmayı güçlendirebilir. Eğitim araştırmaları simülasyonda kazanılan becerilerin klinik uygulamaya aktarılmasını, robotik cerrahi araştırmaları ise farklı hasta gruplarındaki uzun dönem sonuçları incelemelidir (Ainoosah et al., 2026; Uei et al., 2025).

Sonuç

Statik kılavuzlar, dinamik navigasyon ve robotik sistemler, dijital implant planının farklı biçimlerde uygulanmasını sağlar. Klinik seçimde veri kalitesi, rehberliğin stabilitesi, cerrahi erişim ve ekibin yeterliği birlikte değerlendirilmelidir. Konumsal doğrulukta sağlanan ilerlemenin uzun dönem hasta yararına katkısı henüz tam olarak ortaya konmamıştır. Uygun teknoloji, planlanan restorasyonun güvenli ve sürdürülebilir biçimde gerçekleştirilmesine katkısı üzerinden seçilmelidir (Ainoosah et al., 2026; Sadilina et al., 2025).

Kaynakça

Ainoosah, S., Al-Gabri, R. S., Alaryani, O. M., Alnazzawi, A. A., Farghal, A. E., & Alqutaibi, A. Y. (2026). Robotic Computer-Assisted Dental Implant Surgery Versus Free-Hand and Guided Techniques: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Clinical and Experimental Dental Research*, *12*(5), e70460. https://doi.org/10.1002/cre2.70460

Benavides, E., Krecioch, J. R., Allareddy, T., Buchanan, A., Keels, M. A., Mascarenhas, A. K., Duong, M.-L., O'Brien, K. K., Ziegler, K. M., Lipman, R. D., Connolly, R. T., Cevidanes, L., Cordell, K., Elangovan, S., Fouad, A. F., González-Cabezas, C., Huja, S. S., Kademani, D., Khan, A., … Yepes, J. (2026). American Dental Association and American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology patient selection for dental radiography and cone-beam computed tomography. *The Journal of the American Dental Association*, *157*(1), 20-35.e5. https://doi.org/10.1016/j.adaj.2025.10.013

Chen, C., Hsu, H., Kuo, Y., Kuo, H., & Wang, C. (2025). Digital Workflow and Guided Surgery in Implant Therapy—Literature Review and Practical Tips to Optimize Precision. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, *27*(3), e70038. https://doi.org/10.1111/cid.70038

Elgarba, B. M., Fontenele, R. C., Dawood, E. A., Lahoud, P., Meeus, J., & Jacobs, R. (2025). Clinical Feasibility of AI-Driven Automated Virtual Dental Implant Placement: A Cross-Sectional Comparative Study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, *27*(6), e70111. https://doi.org/10.1111/cid.70111

Jorba-Garcia, A., Couso-Queiruga, E., Raabe, C., Chmielewski, K., Bornstein, M., Al-Nawas, B., & Mattheos, N. (2026). Understanding the Workflows in Non-Guided and Static Computer-Assisted Implant Surgery. *Clinical and Experimental Dental Research*, *12*(2), e70309. https://doi.org/10.1002/cre2.70309

Jorba-Garcia, A., Fan, S., Wang, F., Chow, J., Pimkhaokham, A., Mattheos, N., & Pozzi, A. (2026). Understanding the Workflows in Dynamic and Robotic Computer-Assisted Implant Surgery. *Clinical and Experimental Dental Research*, *12*(4), e70419. https://doi.org/10.1002/cre2.70419

Jorba-Garcia, A., Pozzi, A., Chen, Z., Chow, J., Doliveux, R., Leung, Y. Y., Maruo, K., Pimkhaokham, A., Sadilina, S., Siu, A., Vietor, K., Wang, F., Wu, Y., Yi, M., Al-Nawas, B., & Mattheos, N. (2025). Glossary of Computer-Assisted Implant Surgery and Related Terms. First Edition. *Clinical and Experimental Dental Research*, *11*(4), e70148. https://doi.org/10.1002/cre2.70148

Khaohoen, A., Powcharoen, W., Sornsuwan, T., Chaijareenont, P., Rungsiyakull, C., & Rungsiyakull, P. (2024). Accuracy of implant placement with computer-aided static, dynamic, and robot-assisted surgery: a systematic review and meta-analysis of clinical trials. *BMC Oral Health*, *24*(1), 359. https://doi.org/10.1186/s12903-024-04033-y

Li, R., Zhu, J., Wang, S., Li, X., & Li, S. (2024). Effects of sterilization and disinfection methods on digitally designed surgical implant guide accuracy: An in vitro study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, *26*(5), 889–898. https://doi.org/10.1111/cid.13350

Liu, C., Liu, Y., Xie, R., Li, Z., Bai, S., & Zhao, Y. (2024). The evolution of robotics: research and application progress of

dental implant robotic systems. *International Journal of Oral Science*, *16*(1), 28. https://doi.org/10.1038/s41368-024-00296-x

Matvijenko, K., & Borusevičius, R. (2025). Comparison of dynamic navigation systems in dental implantology: a systematic literature review of in vitro studies. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *54*(7), 647–656. https://doi.org/10.1016/j.ijom.2025.02.005

Nava, P., Sabri, H., Hazrati, P., Nava, C., Saleh, M. H. A., & Wang, H. (2026). Accuracy of Static, Dynamic, and Robotic Guided Surgery in Immediate Implant Placement: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *Clinical Oral Implants Research*, *37*(5), 525–542. https://doi.org/10.1111/clr.70100

Ntovas, P., Marchand, L., Finkelman, M., Revilla-León, M., & Att, W. (2024). Accuracy of manual and artificial intelligence-based superimposition of cone-beam computed tomography with digital scan data, utilizing an implant planning software: A randomized clinical study. *Clinical Oral Implants Research*, *35*(10), 1262–1272. https://doi.org/10.1111/clr.14313

Pimkhaokham, A., Chow, J., Pozzi, A., Arunjaroensuk, S., Subbalehka, K., & Mattheos, N. (2024). Computer-assisted and robotic implant surgery: Assessing the outcome measures of accuracy and educational implications. *Clinical Oral Implants Research*, *35*(8), 939–953. https://doi.org/10.1111/clr.14213

Romandini, M., Ruales-Carrera, E., Sadilina, S., Hämmerle, C. H. F., & Sanz, M. (2023). Minimal invasiveness at dental implant placement: A systematic review with meta-analyses on flapless fully guided surgery. *Periodontology 2000*, *91*(1), 89–112. https://doi.org/10.1111/prd.12440

Sadilina, S., Vietor, K., Doliveux, R., Siu, A., Chen, Z., Al-Nawas, B., Mattheos, N., & Pozzi, A. (2025). Beyond Accuracy: Clinical Outcomes of Computer Assisted Implant Surgery. *Clinical and Experimental Dental Research*, *11*(3), e70129. https://doi.org/10.1002/cre2.70129

Shi, J. Y., Wu, X. Y., Lv, X. L., Liu, M., Fu, X. J., Liu, B. L., Lai, H. C., & Tonetti, M. S. (2025). Comparison of Implant Precision with Robots, Navigation, or Static Guides. *Journal of Dental Research*, *104*(1), 37–44. https://doi.org/10.1177/00220345241285566

Shi, Y., Wang, J., Ma, C., Shen, J., Dong, X., & Lin, D. (2023). A systematic review of the accuracy of digital surgical guides for dental implantation. *International Journal of Implant Dentistry*, *9*(1), 38. https://doi.org/10.1186/s40729-023-00507-w

Uei, L. J., Yeo, X. H., Leung, Y. Y., Pelekos, G., Nawas, B. Al, & Mattheos, N. (2025). Computer-Assisted Implant Surgery: Implications for Teaching, Learning, and Educational Strategies. *Clinical and Experimental Dental Research*, *11*(4), e70197. https://doi.org/10.1002/cre2.70197

Wang, Y., Xia, T., Kühl, S., Herber, V., & Bornstein, M. M. (2025). Dynamic and Robotic Computer-Assisted Implant Surgery—A Possible Workflow for the Future? *Australian Dental Journal*, *70*(S1), 105–117. https://doi.org/10.1111/adj.70013

Wei, H., Shu, Z., Tian, M., Ge, Y., & Li, D. (2025). The Accuracy of Autonomous Robotic Surgery vs. Dynamic Navigation in Implant Placement: An Open-Label, Double-Arm, Randomized Controlled Clinical Trial. *Clinical Oral Implants Research*, *36*(11), 1486–1497. https://doi.org/10.1111/clr.70024

Werny, J. G., Frank, K., Fan, S., Sagheb, K., Al-Nawas, B., Narh, C. T., & Schiegnitz, E. (2025). Freehand vs. computer-aided

implant surgery: a systematic review and meta-analysis—part 1: accuracy of planned and placed implant position. *International Journal of Implant Dentistry*, *11*(1), 35. https://doi.org/10.1186/s40729-025-00622-w

Xu, Z., Zhou, L., Zheng, M., Lin, Y., Huang, W., Chen, J., Li, Y., & Wu, D. (2023). The effect of implant surgery experience on the learning curve of a dynamic navigation system: an in vitro study. *BMC Oral Health*, *23*(1), 89. https://doi.org/10.1186/s12903-023-02792-8

Yeo, X. H., Fan, S., Chantler, J. G. M., Chow, J., Pimkhaokham, A., & Mattheos, N. (2025). Static-Computer Assisted Implant Surgery: Where Are We Now? *Australian Dental Journal*, *70*(S1), 129–145. https://doi.org/10.1111/adj.70007

Yeo, X. H., Uei, L. J., Yi, M., Kungsadalpipob, K., Subbalehka, K., Al-Nawas, B., & Mattheos, N. (2025). Computer-Assisted Implant Surgery: Patients' Experience and Perspectives. *Clinical and Experimental Dental Research*, *11*(3), e70143. https://doi.org/10.1002/cre2.70143

Zhu, J., Sun, W., Li, L., Li, H., Zou, Y., Huang, B., Ji, W., & Shi, B. (2024). Accuracy and patient-centered results of marker-based and marker-free registrations for dynamic computer-assisted implant surgery: A randomized controlled trial. *Clinical Oral Implants Research*, *35*(1), 101–113. https://doi.org/10.1111/clr.14201


BİDGE