



FACTORS AFFECTING IMPRESSION ACCURACY IN IMPLANT-SUPPORTED FIXED PROSTHESES

İMLANT ÜSTÜ SABİT PROTEZLERDE ÖLÇÜ DOĞRULUĞUNU ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Natig BAYRAMOV ¹, Ayşe KOÇAK BÜYÜKDERE ²

¹ Res. Asst., Department of Prosthetic Dental Treatment, Faculty of Dentistry, Kocaeli University, Kocaeli / TURKEY

ORCID ID: 0000-0003-4201-6150

² Asst. Prof. Dr., Department of Prosthetic Dental Treatment, Faculty of Dentistry, Kocaeli University, Kocaeli / TURKEY

ORCID ID: 0000-0003-1942-456X

Corresponding Author:

Res. Asst., Natig Bayramov,

Kocaeli University, Faculty of Dentistry, Department of Prosthetic Dentistry, Yuvacık Yerleşkesi, 41190 Yuvacık –
Başiskele, Kocaeli / TURKEY

natigbayramov1985@gmail.com +90 544 354 5049

Article Info / Makale Bilgisi

Received / Teslim: April 9, 2020

Accepted / Kabul: October 28, 2020

Online Published / Yayınlanma: October 30, 2020

DOI:

Bayramov N, Buyukdere AK. Factors affecting impression accuracy in implant-supported fixed prostheses. Dent & Med J - R. 2020;2(3):138-155.

Abstract

In dentistry, it is aimed to regain the lost function, phonetic and aesthetic needs of the patients within the stomatognathic system. Implants are offered for treatment to achieve these goals in tooth deficiency. It is very important to ensure passive alignment during the construction of implant-supported fixed prostheses and undoubtedly the impression is based on this. The purpose of this article is to investigate the factors affecting impression accuracy in implant fixed prostheses and to consider these factors in the impressions we will take in the future.

Keywords: *Implant impressions, impression accuracy, passive fit.*

Özet

Diş hekimliğinde, hastaların kaybolan fonksiyon, fonetik ve estetik ihtiyaçlarını stomagnatik sistem içerisinde tekrar kazandırmak amaçlanır. İmplantlar diş eksikliğinde bu amaçları gerçekleştirmek için tedaviye sunulmuşlardır. İmplant destekli sabit protezlerin yapım aşamasında pasif uyumun sağlanması çok önemlidir ve bunun temelinde hiç şüphesiz ölçü bulunmaktadır. Bu makalemizin amacı implant üstü sabit protezlerde ölçü doğruluğunu etkileyen faktörleri araştırmak ve alacağımız ölçülerde bunları dikkate almaktır.

Anahtar Kelimeler: *İmplant ölçüsü, ölçü doğruluğu, pasif uyum.*

OVERVIEW / GENEL BAKIŞ

Diş hekimliğinde, hastaların kaybolan fonksiyon, fonetik ve estetik ihtiyaçlarını stomagnatik sistem içerisinde tekrar kazandırmak amaçlanır. İmplantlar, diş eksikliğinde bu amaçları gerçekleştirmek için tedaviye sunulmuşlardır. Bununla birlikte, kayıp diş sayısı arttıkça bu hedefin başarılması zorlaşmaktadır. Doğru tedavi planlamaları, implant tasarımları, yeni materyaller ve teknikler sayesinde, zor klinik durumların tedavisi başarı ile gerçekleşmektedir (1-3).

İmplant destekli restorasyonlara duyulan ihtiyaçtaki artış birçok etkene bağlıdır. Diş kayıpları, sabit protezin hastalar tarafından daha çok tercih edilmesi, hareketli protezlerin düşük performansları, diş kaybının psikolojik yönleri ve yaşlanan "baby-boomers" kuşağının istekleri, implant destekli protezlerde öngörülebilir uzun vadeli sonuçlar, implant destekli restorasyonların avantajları ve toplumun farkındalık ve bilincinin artması sayılabilir (1-5).

Dental implantlar

İmplant kelimesi latince 'implantare', "içerisine ekmek" fiilinden türemiş ve anlam olarak canlı dokulara tedavi amacıyla yerleştirilen materyal olarak tanımlanmıştır. Diş hekimliğinde implantlara ait ilk bulgular, Honduras'ta bulunmuş ve bu araştırmalar 20.ci yüzyıla kadar devam etmiş ve nihayet 1965 yılında Branemark ve arkadaşlarının başlattıkları 10 yıllık takip çalışmaları günümüzdeki dental implantolojinin temellerini oluşturmuştur (6,7). Dental implant sabit veya hareketli protezlerin yapımında kemik içine, üzerine veya mukoza altına yerleştirilen, proteze retansiyon ve destek sağlamak için kullanılan materyal olarak tanımlanır. Çeneye yerleştirilen implantların kemik veya yumşak doku seviyesinde olması, yerleştirilen implantların sayısı ve yerleştirilme yeri, bölgedeki kemiğin boyutları çok önemlidir. Tüm bu faktörler yapılacak protezin implantüstü sabit veya hareketli, vidalı veya siman tutuculu, konvansiyonel veya hibrit olmasına karar vermek için vazgeçilmezdir (8).

Osseointegrasyon kavramı

Üç farklı kemik-implant bağlantısı mevcuttur; bunlar fibrointegrasyon (fibro-osteal bağlantı), biyointegrasyon ve osseointegrasyondur. Osseointegrasyon, implantların uzun ömürlülüğü için ön koşul olarak belirtilmektedir (9,10). Dental implantların çiğneme kuvvetlerine karşı koyabilmeleri ve stabilitelerini uzun süre koruyabilmelerinin temelinde osseointegrasyon kavramı bulunmaktadır (11). Osseointegrasyon, ilk olarak 1977 yılında Branemark tarafından ortaya çıkarılmıştır (12). Branemark'ın tanımına göre osseointegrasyon ışık mikroskobundan yapılan büyütmede gözlenen implant yüzeyi ile sağlıklı kemik dokusu arasında direk ve düzenli bir yapıda fonksiyonel bir bağlantı olarak tanımlanmıştır (13).

Osseointegre implantların başarı kriterleri

Günümüzde osseointegre implantlar için en çok kabul gören başarı kriterleri (11,14); Klinik olarak herhangi bir mobilitenin olmaması, implantlarda ağrı, hassasiyet, rahatsızlık veya enfeksiyon olmaması, radyografik görüntülerde implantlarda radyolusensi olmaması, bir yıllık fonksiyonu takiben her yıl ortalama vertikal kemik kaybı 0.2mm'den fazla olmaması, hastaların beş yıllık takip sonuçlarında başarı oranı en az %85, 10 yıllık takip sonrası başarı oranının ise en az % 80 olması, implant üst yapısının hem fonksiyon hem de estetik açıdan hasta ve hekim için başarılı sonuç elde edilmesine imkan vermesi olarak sıralanabilir. Ayrıca,

osseointegrasyonun başarısını etkileyen faktörler implant materyali, implant dizaynı (makro), implantın yüzey özellikleri (mikro), kemiğin durumu, uygulanan cerrahi teknik, implanta etkiyen kuvvetler gibi değişkenlerle de yakından alakalıdır (11).

Pasif uyum

İmplant destekli sabit protezlerin yapım aşaması, diş destekli sabit protezler ile benzerlik göstermekle birlikte, aralarındaki temel fark protetik üst yapıyı tolere edebilme yeteneklerinde gözlenmektedir. Osseointegre implantlar, doğal dişlerden farklı olarak periodontal ligamente sahip değildir ve sadece kemik dokunun elastisitesinden kaynaklanan çok az bir mobilite gösterirler (15). Bu nedenle, uygun ölçü tekniği ve hassasiyeti ile implant konumlarının ana modele üç boyutlu olarak doğru transfer edilmesi, implant destekli protezlerin yapımında dikkat edilmesi gereken önemli bir aşamadır (16). İmplantların kemik içerisindeki konumu ile elde edilen ölçü modelindeki konumları ne kadar birbirine yakın olursa, protetik üst yapı da o derece pasif uyum sağlar. Pasif uyum, implant destekli protezlerin okluzal kuvvetlerin etkisi altında olmadığı durumlarda gerilme, sıkışma ve bükme kuvvetleri uygulamadan dayanaklara tam adaptasyon hali olarak tanımlanır (17).

Pasif uyumu sağlayabilmek için en önemli aşamalardan biri ölçü aşamasıdır (18–22). Hatalı ölçü sonucu pasif uyumun sağlanamaması durumunda, uygun olmayan kuvvet iletimine ve protetik uyumsuzluğa bağlı olarak çeşitli mekanik ve biyolojik komplikasyonlar meydana gelebilir (23). Pasif uyumu etkileyen faktörler implant sayısı, implant lokalizasyonu, kullanılan ölçü materyali, restorasyonun tipi (simante/ vidalı) , kullanılan dayanak tipi (düz/ açılı) , metal alt yapının dizaynı ve konfigürasyonu, alt yapı materyali (nikel-krom/ titanyum/ zirkonyum) , protetik restorasyonun dizaynı (tek parçalı/ çok parçalı), laboratuvar aşamasında ise teknisyenin sahip olduğu tecrübe ve karşılaşılabilecek sorunlar şeklinde sıralanabilir (24–27).

İmplant destekli protezlerin başarısı, eksiksiz bir pasif uyumun oluşturulabilmesine bağlıdır. Ancak, pasif uyumun tam olarak sağlanması pratik açıdan mümkün değildir. Bundan dolayı, implant destekli protezlerin yapım aşamalarında hedeflenen asıl amaç, olası komplikasyonların önüne geçilebilmesi amacıyla uyumsuzluğu en düşük seviyeye indirmek olmalıdır (28).

Ölçü ve Ölçünün önemi

Prepare edilmiş veya edilmemiş dişlerden, dental implantlardan, dişsiz ağızlardan veya ağız içi defektlerden doğru ve eksiksiz ölçü elde etme işlemi, sabit veya hareketli protezlerin yapım aşamalarındaki önemli basamaklardan birini oluşturmaktadır. Ölçü işlemi; çeşitli maddeler ve uygulamalarla preparasyon sahasının veya ağız içinin ya da herhangi bir bölgenin tam negatifinin elde edilmesi anlamına gelmektedir (29,30). Marjinal ve internal uyum, hazırlanacak restorasyonun kalitesini ve doğruluğunu belirleyen en önemli özelliklerindendir. Ölçü ne kadar doğru alınırorsa restorasyonun uyumu o oranda artacaktır (31–34). Gözle görülemeyen veya dental aletlerle algılanamayan marjinal uyumsuzlukların klinik olarak kabul edilebilir olduğu düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarda 100 ile 150 µm arasındaki marjinal açıklıklar, klinik olarak kabul edilebilir olarak değerlendirilmiştir (35–39).

İmplant destekli bir restorasyonun pasif uyumlu olabilmesi için, implantların ağız içindeki konumlarının modele 3 boyutlu olarak doğru aktarılması için ölçü tekniğinin doğru seçilmesi, uygun ölçü maddesinin kullanılması ve dişler ile komşu yapıların ilişkilerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu aşamaların herhangi birinde yapılan hatalar, devamındaki laboratuvar basamaklarına olumsuz etki edebilmekte ve çok küçük

uyumsuzluklarda bile alt yapının implanta vida ile sabitlendikten sonra implant üzerinde ve çevresinde stres birikimine neden olabilmektedir (40).

Ölçü doğruluğunu etkileyen faktörler

İmplant destekli protezlerde ölçüyü etkileyen faktörler;

1. Ölçü materyalleri
2. Ölçü tekniği
3. İmplant veya abutment seviyesinde ölçü
4. Ölçü kopinglerinin splintlenmesi ve splintleme materyali
5. İmplant sayısı ve açısı
6. Ölçü kopinginin modifikasyonu
7. İşleme toleransı
8. İmplant yerleştirme derinliği olarak bildirilmiştir (41,42).

1. Ölçü materyalleri

Ölçü maddelerini konvansiyonel ve dijital olarak sınıflandırabiliriz. Konvansiyonel ölçü maddeleri elastik olanlar [reversible hidrokolloid, irreversible hidrokolloid, polisülfid, polieter, ilave tipi silikon (PVS, Atipi), kondansasyon silikon (Ctipi) , vinil polieter siloksan] ve elastik olmayanlar (mum, kerr, alçı, çinko oksit öjenol) olarak, dijital ölçü maddeleri ise intraoral ve ekstraoral olarak ikiye ayrılmaktadır (43).

İmplantların üç boyutlu oryantasyonlarının iyi bir şekilde kaydedilmesinde, doğru ölçü tekniğinin kullanılmasının yanı sıra ideal ölçü materyalinin seçilmesi de önemli bir rol oynamaktadır. Ölçü materyallerinin doğruluk ve rijidite gibi mekanik özelliklerinin alınan ölçünün hassasiyetini etkilediği bildirilmiştir (41,44,45). İmplant ölçülerinde kullanılan ölçü materyallerinde olması gereken özellikler; doğru ve net bir ölçü vermesi, ağızdan çıkarılması esnasında yırtılmayacak kadar dirence sahip olması, boyutsal stabilite ve gerilime maruz kaldığında kalıcı deformasyon oluşmayacak derecede elastisite göstermesi şeklinde sıralanabilir (46).

Günümüze kadar implant destekli protezlerin fabrikasyonunda, kondenzasyon silikonu, polisülfid, irreversible hidrokolloid ve ölçü alçısının da dahil olduğu birçok ölçü materyali kullanılmış olmakla beraber; polieter ve PVS ile daha başarılı sonuçlar alındığı bildirilmiştir (26,47-49). Literatürde polieter ve PVS ölçü materyallerinin doğruluğunun karşılaştığı çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Bu araştırmaların büyük bir çoğunluğunda polieter ve PVS ölçü materyalleri arasında bir fark bulunamazken (26,41,45,50-57) bir kaç araştırmada (15,58,59) PVS'in polieterle kıyasla daha doğru ölçü verdiği, Del'Acqua ve ark. (60) tarafından yapılan araştırmada ise polieterin daha doğru sonuçlar verdiği öne sürülmüştür.

Ölçü materyalinin kıvamının (41), ölçü alındıktan sonra modellerin elde edilme zamanlarının (57), implant subgingival derinliğinin (59), ölçü materyalinin karıştırma yönteminin tek aşamalı veya çift aşamalı olmasının (53) ve kullanılan ölçü tekniğinin (56) de polieter ve PVS ölçü materyallerinin doğruluğuna etki ettiği bildirilmiştir.

Mostafa ve ark (56), farklı ölçü tekniklerinin elastomerik ölçü materyallerinin doğruluğu üzerine etkisini incelemişlerdir. Dört implant yerleştirilmiş alt çene modelden polieter ve PVS ölçü materyalleri kullanarak indirekt, direkt splintsiz ve direkt splintli ölçü teknikleriyle modeller elde edilmiştir. Splintli ve splintsiz direkt tekniklerle alınan ölçülerin doğruluğu açısından polieter ve PVS arasında anlamlı bir fark bulunamazken, PVS'nin indirekt ölçü tekniği kullanıldığında daha doğru bir ölçü verdiği tespit edilmiştir.

Son yıllarda geliştirilen vinil polieter siloksan (VPES) ölçü materyali de implant destekli protez ölçülerinde tercih edilmektedir. Polieter ve PVS' in üstün özelliklerini kombine etmek amacıyla geliştirilen VPES, 2009 yılında piyasaya sunulmuştur. Temel olarak PVS' dan oluşan materyalin içine hidrofilik özelliği arttırmak amacıyla %5-%20 oranında polieter eklenmiştir (61). Bu sayede VPES intrinsik hidrofilik özelliğine sahiptir ve mekanik özellikleri polieter ve PVS ile benzerdir (61-63) ancak final sertleşmesi daha hızlı olmaktadır.

Polieter ve VPES'in karşılaştırıldığı klinik bir çalışmada (62), 3-5 implant yerleştirilmiş hastalardan her iki ölçü maddesiyle de ölçü alınmış ve hastaların, klinisyenlerin ve teknisyenlerin ölçü maddesini değerlendirilmesi istenmiştir. Hastalar ölçü maddesini; tat açısından, klinisyenler; manipülasyon, çalışma zamanı, ölçünün detaylar konusundaki hassasiyeti ve kalitesi açısından, teknisyenler ise ölçü kopinglerinin ölçü materyallerinin kavraması, rotasyon oluşturmaması ve alçı modelin elde edilmesi sırasında materyalin hidrofilik özelliği, modelin detay hassasiyeti açısından skorlamışlardır. Ayrıca iki farklı ölçü materyali ile elde edilen modeller üzerine kronlar fabrike edilmiş ve uyumları değerlendirilmiştir. Subjektif ve objektif değerlendirmeler sonucu VPES'in polieterden daha iyi özellikler gösterdiği; implant ölçülerinde iyi bir alternatif olduğu belirtilmiştir (62).

Pandita ve ark (63), VPES ve PVS ile alınan ölçülerden farklı zaman aralıklarında tekrar tekrar model elde etmiş ve her iki materyalin de mükemmel boyutsal stabilite gösterdiğini, ölçü alındıktan 2 hafta sonra bile model elde edilebileceği belirtilmiştir. Nassar ve ark. (61) polieter, VPES ve PVS ölçü materyallerinin boyutsal stabilitesini farklı zaman aralıklarında elde edilen alçı modeller üzerinde değerlendirmiştir. Ölçü alınır alınmaz elde edilen modeller kıyaslandığında, VPES ile en doğru model elde edilmiştir. Araştırmacılar test edilen 3 materyalin de boyutsal stabilitesinin çok iyi olduğunu; ancak, polieterden ölçü alındıktan sonra en geç 24 saat içinde, VPES ile de en geç 1 hafta içinde model elde edilmesi gerektiğini öne sürmüşlerdir (61).

İmplant diş hekimliği için ölçü malzemelerinin karşılaştırılmasında sertlik çok önemlidir. Sertlik, plastik deformasyona karşı direncin bir ölçüsüdür ve girinti için birim alan başına bir kuvvet olarak ölçülür. Ölçü malzemelerinin sertliği Shore A sertlik testi kullanılarak ölçülür. Yüksek Shore A sertlik sayısına sahip olan ölçü malzemeleri, kopinglerin hareket miktarını azaltacak olan sertliğin artması nedeniyle implant ölçüsü için daha uygundur (46).

Bir ölçü malzemesinin özellikleri, implant ölçüsünün doğruluğunu, implant modelinin doğruluğunu ve sonuçta döküm implant iskeletinin doğruluğunu etkileyebilir. İmplant destekli bir protez için bir ölçü materyali seçmek, materyal doğruluğunu içeren çeşitli faktörlerin (klinisyenin malzemeyle ilgili deneyimi, ölçünün dökülme süresi ve intraoral undercutların miktarı gibi) dikkate alınmasını gerektirir (46).

2. Ölçü teknikleri

İmplant destekli protezlerin yapımında, dental implantların konumlarının kaydı için temel olarak direkt (açık kaşık ölçü tekniği), indirekt (kapalı kaşık ölçü tekniği) ve snap-on (pres-fit) tekniği olmak üzere üç konvansiyonel ve direkt ve indirekt olmak üzere iki dijital ölçü yöntemi kullanılır (64,65).

Konvansiyonel ölçü teknikleri

İndirekt yöntem, kapalı ölçü kaşığı ve ölçü kopingleri kullanılarak uygulanan bir ölçü yöntemidir. Bu yöntemde kullanılan ölçü kopinglerine transfer tip ölçü kopingi de denir (66). Yöntemin uygulanmasında ölçü kopingi implanta bağlanır ve içinde ölçü materyali bulunan kaşık ağza yerleştirilir. Ölçü materyali sertleştikten sonra kaşık ağızdan çıkarılır ve ölçü kopingleri ağızda kalır. Daha sonra ölçü kopingleri implanttan ayrılır ve implant analoglarına bağlanır. Bu analog-koping birleşimi ölçüde kopinglerin oluşturduğu negatif boşluklara yerleştirilir (67,68). Bu işlem sırasında kopinglerin ölçü içerisinde doğru pozisyonda yerleştirildiğinden emin olunmalıdır (68,69).

İndirekt yöntemin daha kolay ve hızlı bir yöntem olması ve ölçü kopingi ile analogun elde birleştirilmesinin daha güvenilir olması bu tekniğin avantajları olarak sıralanabilir (70). Ayrıca indirek yöntemin, sınırlı ağız açıklığı varlığında, bulantı refleksi bulunan hastalarda ölçünün ağızdan mümkün olan en kısa zamanda çıkarılması gerektiğinde ve arka bölgede implanta ulaşımın zor olduğu durumlarda endike olduğu bildirilmiştir (71,72). İndirekt yöntemin en önemli dezavantajının kopinglerin yerleştirilmesi sırasında ortaya çıkan hatalar olduğu öne sürülmektedir. Özellikle çok sayıda implant varlığında bu hata katlanarak artabilir (66). İlave olarak, implantların paralel olarak yerleştirilemediği durumlarda indirek yöntem kullanıldığında, kaşığın ağızdan uzaklaştırılması sırasında kopinglerin ölçü materyalinde deformasyonlara neden olabileceği bildirilmiştir (73).

Snap-Fit (Press-Fit) ölçü tekniği kapalı ölçü tekniklerindeki hekim ve ölçü parçalarındaki konfigürasyon bazlı gelişebilen hataları elimine etmeye ve ölçü hassasiyetini arttırmaya yönelik geliştirilmiş olan, esasında bir kapalı kaşık ölçü tekniğidir. Ancak ölçü postlarının uç kısmına yerleştirilen snap-fit isimli plastik ölçü parçalarının, ölçü ağızdan uzaklaştırılırken ölçü materyalinin içinde kalması sebebiyle farklı bir ölçü tekniği olarak kabul edilmektedir. Ölçü postları tekrar implanttan ayrılarak analogla birleştirilir ve ölçü içindeki snap-fite tam oturacak şekilde yerleştirilir (67).

Snap-fit plastik ölçü parçaları vidalanmadan hafif basınçla rahatlıkla ölçü postlarının üzerine yerleştirilebilir ve oldukça kısa süren bir işlemdir. Hasta ve hekim açısından oldukça rahat ve konforlu şekilde uygulanabilen bir tekniktir. Snap-fit ölçü parçalarına oturtulan ölçü postlarının ölçü içerisindeki stabilitesi artmakta ve bu şekilde ölçü hassasiyeti de arttırılabilmektedir (74). Ancak ölçünün ağızdan çıkarılması sırasında plastik parçanın ölçü maddesinin içerisinde esnemenen kaynaklı yapabileceği mikrohareketlilikler tekniğin dezavantajı olarak gösterilebilir (50,51,75,76).

Direkt teknik, implantların bulunduğu bölgede, ölçü kopinglerinin koronal kısımlarının görülmesini sağlayan bir açıklığa sahip şahsi bir kaşık ve kare şeklinde ölçü kopingleri kullanılarak uygulanan ölçü yöntemidir. Tekniğin uygulanmasında, ölçü kopingleri implantlara bağlanır ve içerisinde ölçü materyali olan kaşık ağza yerleştirildikten sonra akıcı kıvamdaki ölçü materyali ölçü kopinglerinin etrafına da enjekte edilir. Ölçü materyali sertleştikten sonra, ölçü kopinglerinin vidaları gevşetilir ve ölçü kaşığı, içinde ölçü kopingleri ile birlikte ağızdan uzaklaştırılır. Ölçü materyali içine sabitlenmiş ölçü kopinglerine implant analogları bağlanır (27,66,70,72). Bu ölçü tekniğinde, hazırlanan bireysel kaşıkta implantlara denk gelen alanlarda transfer parçalarının geçeceği delikler oluşturulur. Bu şekilde ölçü transfer başlıklarının koronal bitim vidaları görülebilir ve ölçü ağızdan çıkarılmadan önce gevşetilebilir. Özellikle implant üstü restorasyonlarda bireysel kaşık rijit olmalıdır ve akıcı kıvamlı ölçü materyalinin her bir ölçü başlığının çevresine ulaşmasını sağlayabilmelidir (64,65).

Direkt teknik implantların açılması nedeniyle ölçü materyalinde oluşabilecek deformasyon riskini azaltmaktadır. Ayrıca indirekt tekniğin aksine, kopinglerin ölçü içine tekrar yerleştirilmesine gerek kalmaması, yerleştirmeye bağlı oluşabilecek hataları elimine etmektedir (70,77). Ancak, direkt tekniğin daha komplike olması ve hassasiyet gerektirmesi, kopinglerle analogların bağlanması sırasında rotasyonel bir hareket oluşturma olasılığı gibi dezavantajları da mevcuttur (70).

Dijital ölçü teknikleri

Bilgisayar destekli tasarım [Computer Aided Design (CAD)] ve bilgisayar destekli üretim [Computer Aided Manufacture (CAM)] teknolojisinin 1980'lerden itibaren hızla diş hekimliğinde gelişim göstermesi bilgisayar destekli ölçü [Computer Aided Impression (CAI)] tekniklerinin de önünü açmıştır (78). Bu sistemlerin geliştirilmesinin en önemli amacı kullanılan materyallerin mekanik ve fonksiyonel dezavantajlarını ortadan kaldırmak, üretim hızını arttırmak ve maliyeti düşürmek, standardizasyon sağlamak olarak gösterilebilir (79). Dijital ölçü yöntemi, dijital olarak tasarlanmış bir protetik restorasyonun ilk basamağını oluşturmaktadır (80,81). Dijital ölçü yöntemlerinin konvansiyonel ölçü yöntemlerine göre hasta açısından daha kabuledilebilir bir yöntem olması, ölçü materyalinin distorsiyonu gibi olumsuz yönlerini elimine etmesi, üç boyutlu görüntü oluşturmaya, daha kısa zamanda işlemin gerçekleştirilmesi ve daha ekonomik olması gibi avantajları bulunmaktadır. Ayrıca osseointegrasyonun erken dönemlerinde dokulara temas olmadan ölçü alınması da önemli bir avantaj olarak gösterilmektedir (80,82).

İmplant destekli protezlerin fabrikasyonunda dijital ölçü kullanılması, implant çevresindeki protetik boşluğun, restore edilecek arayüzün derinliğinin ve abutmentin tasarım ve çıkış profili konfigürasyonunun daha iyi değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Dijital ölçü ile elde edilen taramalar ile CAD/CAM teknolojisi kombine edilerek implant destekli protezler üretilebilmektedir (83).

Konvansiyonel ölçü yöntemlerinin zaman alıcı olması ve ölçü başlıklarının ölçü içerisine yerleştirilmesi sırasında hata yapma ihtimalinin bulunması gibi olumsuz özellikleri elimine etmek adına dijital ölçü yöntemleri geliştirilmiştir (84).

İndirekt teknikte ağız içi tarayıcı kullanılmadan konvansiyonel yöntemlerle ölçü alınır. Alınan ölçü ile elde edilen model CAD/CAM sistemine ait optik veya mekanik sistemler ile tarama işlemine tabi tutulur. Bazı sistemlerde ise, alçı model kullanılmadan alınan ölçü yüzeyinin taranması ile sanal model elde edilebilir. Sanal model üzerine istenilen restorasyon uygulanabilir (84).

Direkt teknikte konvansiyonel ölçü yöntemleri tamamen ortadan kalkmıştır. Buna göre, istenilen restorasyon için implantların üzerine dijital ölçü başlıkları takılarak ağız içi görüntüleme sistemleri yardımıyla taranır ve bilgisayar ortamına aktarılır. Hassasiyet bakımından indirekt teknik, konvansiyonel ölçü materyallerini ve ölçü tekniklerini içerdiğinden direkt tekniğe göre farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle; ölçü maddelerinin boyutsal stabilitesi, saklama koşulları, dezenfeksiyon sırasındaki distorsiyonlar, ölçü kaşığından ayrılması ve uyumsuzluğu, laboratuvara transferi sırasındaki aşamasında farklılıklar oluşabilmektedir (84-86).

Ölçü tekniklerinin karşılaştırılması

Direkt ve indirekt ölçü tekniklerinin doğruluğu karşılaştırılan birçok çalışma olmuştur. Bazı çalışmalar iki teknik arasında hiçbir fark olmadığını göstermiştir (16,27,87-92). Bazı çalışmalar direkt ölçü tekniği ile (18,47,48,52,93-95) bazıları ise indirekt ölçü tekniği ile daha doğru ölçüler alındığını gösterdi (20,96,97).

Konvansiyonel ölçüler kimi hastalar için ciddi derecede rahatsız edici olabilirken, dijital ölçüler hem hastalar için daha rahat hem hekimler açısından daha pratik bir alternatif sunabilmektedir (98). Konvansiyonel ölçü tekniğinde; ölçü parçalarının ağızdan uzaklaştırılırken ölçü içerisinde hareket edebilmesi, ölçü materyalinin büzülmesi, alçının genleşmesi ve ardından tekrar dijital laboratuvar tarayıcısında taratılması gibi birçok potansiyel boyutsal değişim ve enfeksiyon faktörü mevcuttur. Dijital ölçü tekniği ise hem çok daha az aşamaya, hem de teknolojik aletlerce sağlanmış olan daha iyi bir standardizasyona sahiptir (99).

Ağız içi tarayıcı kullanımı sayesinde alçı model elde edilmek zorunda kalınmadığı gibi; ölçü kalitesi hem hekim hem teknisyen tarafından kolaylıkla değerlendirilebilmekte, hata tespit edildiği anda kolaylıkla taramanın bir kısmı veya tamamı yenilenebilmektedir. Böylelikle laboratuvarla hekim arasındaki iletişim de kuvvetlenir. Aynı zamanda ölçüler dijital ortamda saklanabildiği için; hem alçı modellerin depolanması kaynaklı bir yer sıkıntısı yaşanmaz, hem de ölçüler zarar görmeden uzun süre saklanabilmiş olur. Kaşık, splint materyali, ölçü materyali ve alçı kullanılmaması sayesinde hem bu malzeme masraflarından tasarruf edilebilmekte, hem de alınan ölçü elektronik ortamda anında laboratuvara da gönderilerek tedaviye oldukça hız kazandırılmaktadır (100,101).

3. İmplant veya Abutment seviyesinde ölçü

İmplant ölçüleri aynı zamanda implant seviyesinde ve abutment seviyesinde ölçü olarak da sınıflandırılabilir. İmplant seviyesinde ölçü tekniğinde iyileşme başlıkları çıkarıldıktan sonra ölçü parçaları implanta bağlanır sonrasında açık veya kapalı kaşık yöntemiyle ölçü alınır. Avantajları arasında, geçici restorasyon hazırlığını kolaylaştırma, estetiği geliştirme, laboratuvar ortamında daha kolay abutment seçimi ve açılı implantların konumunu açılı abutment yardımıyla çözmek olarak gösterilebilir (73,102). Abutment seviyesinde ölçü tekniğinde ise açı, çap, boy bakımından uygun olarak seçilen abutment direkt implanta torklanarak bağlanır ve üzerinden snap-on ölçü tekniğine benzer şekilde plastik parçalar kullanılarak ölçü alınır. Bu ölçü tekniğinde dokunma duyusunun hassasiyeti ve plastik parçanın kilitlenme mekanizmasının uygun yerleştirilmesi büyük önem taşır (26,66,103).

4. Ölçü kopinglerinin splintlenmesi

Literatürde abutment pozisyonlarının bozulmasının mevcut ölçü teknikleriyle çok yaygın olduğuna dair kanıtlar vardır. Bu zorluğun üstesinden gelmek için kullanılan yaygın bir yöntem, analog bağlama sırasında dönmeye karşı stabilizasyon elde etmek ve ölçü malzemesi ilişkilerinde ölçü koping ilişkilerini kontrol etmek için implant ölçü kopinglerinin splintlenmesidir.

Direkt ölçü tekniğinde ölçü kopinglerinin ölçü ağızdan çıkarılırken veya implant analoguna sabitlenirken hareket etmesi en çok gözlenen problemlerden birisidir (46,66,104). 1985 yılında Branemark ve ark. ölçü kopinglerini diş ipi ile birbirine bağlamış ve sonra otopolimerizan akrilik rezinle kaplayarak sabitlemişlerdir. Bunun altında yatan prensip, ölçü kopinglerin rijit bir materyalle birbirlerine splintlenmesiyle ölçü sırasında koping hareketinin engellenmesidir (46,105).

Splintlenmiş ve splintlenmemiş tekniklerin karşılaştırılmasında çalışmaların çoğu splintleme tekniğiyle splintlenmeyen tekniğe göre daha hassas implant ölçüleri alındığını bildirmiştir (16,87,88,92,106).

Splintleme tekniğinde en çok karşılaşılan sorunlar splint materyalinin distorsiyonu (96) ve splint materyali ve koping arasındaki bağlantının kopmasıdır (107). Bu nedenle splintleme amacıyla kullanılan materyal oldukça önem taşımaktadır. Splintleme için en çok tercih edilen materyallerden biri akrilik rezindir.

Akrilik rezin, otopolimerizan akrilik rezin (106,108), dual-cure akrilik rezin (108) ve prefabrike akrilik rezin bar (109) formlarında kullanılabilir. Ancak, bu materyalin polimerizasyon sırasında büzülme göstermesi sonucu ölçü kopingleri hareket etmekte ve elde edilen ölçüde distorsiyon meydana gelmektedir (104). En çok büzülme (%80), polimerizasyon başladıktan itibaren ilk 17 dakika içerisinde meydana gelmekte, 24 saat sonra ise bu miktar %9'a kadar düşmektedir (110). Polimerizasyon büzülmesini azaltmak amacıyla Ivanhoe ve ark. (111) akrilik rezin blokların kullanımını önermiştir. Vigolo ve ark. (91) ise akrilik rezin blokların 1 gün önceden hazırlanması, ölçü kopingleri ile bağlamanın ise ölçü öncesi yapılmasının, polimerizasyon büzülmesini en aza indireceğini öne sürmüştür. Geliştirilen başka bir yöntemde, splint materyalinin bağlantısının kesilerek iki parça arasında ince bir boşluk bırakılması, daha sonra parçaların tekrar bağlanmasıdır. Az miktarda materyal kullanımının akrilik rezinde görülecek büzülme azaltacağı düşünülmektedir (112,113). Akrilik rezinin farklı tekniklerle splintleme materyali olarak kullanıldığı bir çalışmada (16), prefabrike akrilik rezin bar ile splintleme, diş ipi üzerine otopolimerizan akrilik rezin uygulanıp parçalara ayrılan ve ayrılmayan gruplara göre daha doğru sonuçlar vermiştir.

Akrilik rezin dışında alçı, kompozit rezin, oklüzyon kaydetmek amaçlı kullanılan polieter ve polivinil siloksan (PVS) da ölçü kopinglerinin splintlenmesinde kullanılan materyallerdir. Oklüzyon kaydedici materyallerin rijit olmaları ve boyutsal stabilitelelerinin iyi olması gibi pozitif özelliklerinin, splintleme işlemi için bir avantaj olacağı düşünülmektedir (58).

Literatürde farklı splintleme materyallerinin ölçünün doğruluğuna etkisini inceleyen araştırmalar mevcuttur. Otopolimerizan akrilik rezin, dual-cure akrilik rezin ve ölçü alçısının splintleme materyali olarak kullanıldığı bir çalışmada (108), dual-cure akrilik rezinin diğer iki materyale göre daha kötü sonuç verdiği tespit edilmiştir. Araştırmacılar bu durumun, dual-cure rezinin polimerizasyonunun tamamlanmamış olmasından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir (108).

5. İmplant açısı

Fonksiyonel ve estetik restorasyonlar üretme ihtiyacı, hastalar ve klinisyenlerin beklentileri nedeniyle implant diş hekimliğinde açılı abutmenta olan gereksinimi ortaya koymuştur. Çenelerin anatomisi ve kreterlerin morfolojisi implantların yerleştirilmesi gereken oryantasyonu ve açılanmayı belirler. Benzer şekilde, dişlerin konumu ve morfolojisi estetik ve fonksiyonel hususlarla belirlenir (46).

Birden fazla implant, cerrahi olarak farklı açılarda yerleştirildiği vakalarda, kapalı teknik kullanıldığında, ölçülerin ağızdan çıkarılma sırasında deformasyona uğrama olasılıkları artabilir (114). 1992'den günümüze, implant açısının ölçü doğruluğu üzerindeki etkisine odaklanmış birçok çalışma bulunmaktadır. İmplant açılarında 10 dereceden 90 dereceye kadar yakınlaşma ve sapma test edilmiştir. Üç çalışmada, implantların açılarda farklı yerleştirilmesinin ölçü doğruluğunu olumsuz yönde etkileyeceği kabul edilmiştir (16,47,115). İki çalışmada ise implantların farklı açılarda yerleştirilmesi ile ölçü doğruluğu arasında bir bağlantı bulunamamıştır (18,27). Bununla birlikte, yukarıdaki çalışmalar, implant karşılaştırmalarının ve farklı materyal ve metotların çok çeşitli kombinasyonlarını sunmuştur. Ama implantlar arası açı ile implant sayıları arasındaki ilişkiyi belirlemek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

6. Ölçü kopinginin modifikasyonu

İmplant ölçülerinin doğruluğunu arttırmak için, farklı tasarımlara sahip ve farklı materyallerden üretilmiş ölçü kopingleri geliştirilmiştir. Ayrıca kopingin dış yüzeyinin pürüzlendirilmesi veya adeziv uygulaması gibi

tekniklerle ölçü materyali ve koping arasındaki bağlantının artırılması ve koping ölçü materyali içindeki hareketinin en aza indirgenmesi amaçlanmıştır (46).

Fernandez ve ark., 4 implant yerleştirilmiş alt çene modelde, iki farklı implant sisteminin (Nobel Biocare ve Straumann SynOcta) plastik ve metal ölçü kopinglerini kullanarak ölçü almışlar ve elde edilen model üzerinde metal altyapı hazırlamışlardır. Metal alt yapının uyumu değerlendirildiğinde, Nobel Biocare sisteminde kopingler arasında bir fark bulunmazken, Straumann sisteminde metal kopinglerin plastik kopinglere göre daha doğru bir ölçü sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca plastik kopinglerin ölçü alma ve model elde etme aşamasında distorsiyona uğrayabileceği de öne sürülmüştür (116). Metal ve plastik ölçü kopinglerinin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada da plastik kopinglerin deformasyona yatkın olmasının ölçünün doğruluğunu olumsuz yönde etkilediği sonucuna varılmıştır (117).

7. İşleme toleransı

Çoğu klinik uygulamada, implantı bağlamayı gerektiren, ölçü kopingleri kullanılarak bir implant ölçüsü alınır. Ölçüyü aldıktan sonra, kesin bir döküm üretmek için ölçü kopingi ile bir implant analogu arasında başka bir bağlantı gerekir. İki metal bileşen arasında birleştirme sırasında mikrometre düzeyinde içsel bir tutarsızlığı olabilir. Ma ve ark., bunu "işleme toleransı" olarak tanımladılar ve ölçülen toleransları 22 ila 100 µm arasında bulunduğunu bildirdiler (118). Kim ve ark., sırasıyla splintlenen ve splintlenmeyen açık kaşık ölçü teknikleri için toleranslar olarak 31.3 µm ve 30.4 µm bildirdiler (119).

Daha önceki çalışmaların çoğunda, bağlantı seviyesindeki hazırlanan modeller arasında farklar ölçülmüştür. İşleme toleransı bu çalışmalarda ayrı ayrı ölçülme de, önemli miktarda tutarsızlığın işleme toleransından kaynaklanmış olabileceği bildirilmiştir (59,119,120).

Araştırmacılar implant ölçü doğruluğunu araştıran çalışmalarda sonuçları yorumladıklarında, işleme toleransının, doğruluğu etkileyen faktörlerden biri olarak düşünülmesi gerektiğini söylemişler (59).

8. İmplant yerleştirme derinliği

Daha önce referans verilen çalışmalar, genel olarak, tüm implantların aynı apiko-koronal seviyeye yerleştirildiği deneysel tasarımları kullanmıştır. Bununla birlikte, bazı klinik durumlarda, kemik mevcudiyeti veya estetik kaygılar nedeniyle implantı daha subgingival olarak yerleştirme ihtiyacı vardır; sonuç olarak, ölçü kopinginin daha fazla kısmı dişeti sınırının altına yerleştirilir ve ölçü kopinginin supragingival kısmında bir azalma gözükmektedir. Ölçü koping yüzeyindeki bu azalma ölçünün doğruluğunu etkileyebilir (46).

Lee ve ark., implant yerleşiminin subgingival derinliğinin implant ölçüsünün doğruluğu üzerindeki etkisini araştırdı. Araştırmacılar beş paralel implant, polieter ve polivinilsiloksan (PVS) ölçü malzemeleri kullanmışlardır. Bir implant, modelin üst yüzeyinden 2 mm ve biri 4 mm altına yerleştirilmiş. İmplant derinliğinin PVS ölçülerinin putty ve light body kombinasyonunun boyutsal doğruluğu üzerinde vertikal ve horizontal olarak etkisi olmamıştır. Medium body polieter ölçüler içinse, derin implantların horizontal olarak anlamlı derecede daha az hassas bir ölçü sergilediğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte implant derinliği ölçü kopinginin bir uzantısı kullanılarak telafi edilebilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre daha derine yerleştirilen bir implantda ölçü kopinginin daha az kısmı ölçü malzemesi ile kaplanacağı için ölçü doğruluğu daha az olacaktır (59).

SUMMARY / SONUÇ

Klinik olarak başarılı bir implant destekli protez yapılabilmesi için, öncelikle doğru bir ölçü alınması gerekmektedir. Ölçü teknikleri ve materyalleri ile ilgili araştırmalar incelendiğinde, klinisyenin implant sayısı ve implant açısı gibi faktörleri göz önüne alarak uygun ölçü tekniğini, splintleme materyalini ve ölçü materyalini seçmesi gerektiği görülmektedir.

Çok sayıda implant varlığında, direkt ölçü tekniğinin kullanılması ve ölçü kopinglerinin splintlenmesi önerilmektedir. İmplantlar arasındaki aç farkının fazla olduğu durumlarda da direkt teknik ve splintleme işleminin daha iyi sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Ancak implant sayısının ve implantlar arasında açılanmanın 15 dereceden az olduğu durumlarda indirekt teknik de uygulanabilir. Ölçü materyalleri değerlendirildiğinde, polieter ve PVS ölçü materyalleri ile başarılı ölçüler alınabileceği görülmektedir; bu iki materyalin birbirlerine göre üstünlüklerini destekleyen araştırma sayısı sınırlıdır. VPES ölçü materyali ile ilgili yeterli araştırma bulunmamakla birlikte mevcut araştırmalar incelendiğinde, polieter ve PVS ile karşılaştırılabilir derecede doğru ölçüler verdiği tespit edilmiştir.

Acknowledgements / Teşekkür

References / Referanslar

1. Smith DE, Zarb GA. Criteria for success of osseointegrated endosseous implants. J Prosthet Dent. 01 Kasım 1989;62(5):567-572.
2. Schnitman PA, Shulman LB. Recommendations of the consensus development conference on dental implants. J Am Dent Assoc. 01 Mart 1979;98(3):373-377.
3. Misch CE. The implant quality scale: a clinical assessment of the health disease continuum. Oral Health. 1998;88(7):15-20, 23-25; quiz 25-26.
4. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. Int J Oral Maxillofac Implants. 1986;1(1):11-25.
5. McKinney RV, Koth DC, Steflik DE. Clinical standards for dental implants. Clin Dent Harperstown PA Harper Row. 1984;27-41.
6. Becker MJ. Ancient" dental implants": a recently proposed example from France evaluated with other spurious examples. Int J Oral Maxillofac Implants. 1999;14(1):19-29.
7. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark P-I. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Int J Oral Surg. 1981;10(6):387-416.
8. Stellingsma C, Vissink A, Meijer HJA, Kuiper C, Raghoobar GM. Implantology and the severely resorbed edentulous mandible. Crit Rev Oral Biol Med. 2004;15(4):240-248.
9. Garg AK. The future role of growth factors in bone grafting. Dent Implantol Update. 1999;10(1):5-7.

10. Ahmad P, Asif JA, Alam MK, Slots J. A bibliometric analysis of Periodontology 2000. *Periodontol* 2000. 2020;82(1):286–297.
11. Albrektsson T, Sennerby L. State of the art in oral implants. *J Clin Periodontol*. 1991;18(6):474–481.
12. Zarb GA. Clinical application of osseointegration. An introduction. *Swed Dent J Suppl*. 1985;28:7–9.
13. Branemark P-I. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg Suppl*. 1977;16.1-132.
14. Cochran DL. A comparison of endosseous dental implant surfaces. *J Periodontol*. 1999;70(12):1523–1539.
15. Sorrentino R, Gherlone EF, Calesini G, Zarone F. Effect of implant angulation, connection length, and impression material on the dimensional accuracy of implant impressions: an in vitro comparative study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2010;12:e63–e76.
16. Filho HG, Mazaro JVQ, Vedovatto E, Assunção WG, Santos PH dos. Accuracy of Impression Techniques for Impants. Part 2–Comparison of Splinting Techniques. *J Prosthodont Implant Esthet Reconstr Dent*. 2009;18(2):172–176.
17. Karl M, Rosch S, Graef F, Taylor TD, Heckmann SM. Static implant loading caused by as-cast metal and ceramic-veneered superstructures. *J Prosthet Dent*. 2005;93(4):324–330.
18. Carr AB. Comparison of impression techniques for a two-implant 15-degree divergent model. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1992;7(4):468–468.
19. Carr AB. A Comparison of Impression Techniques for a Five-Implant Mandibular Model. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1991;6(4).448-455.
20. Humphries RM, Yaman P, Bloem TJ. The accuracy of implant master casts constructed from transfer impressions. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1990;5(4).331-336.
21. Assunção WG, Tabata LF, Cardoso A, Rocha EP, Gomes ÉA. Prosthetic transfer impression accuracy evaluation for osseointegrated implants. *Implant Dent*. 2008;17(3):248–256.
22. Herbst D, Nel JC, Driessen CH, Becker PJ. Evaluation of impression accuracy for osseointegrated implant supported superstructures. *J Prosthet Dent*. 2000;83(5):555–561.
23. Lee H, So JS, Hochstedler JL, Ercoli C. The accuracy of implant impressions: a systematic review. *J Prosthet Dent*. 2008;100(4):285–291.
24. Kallus T, Bessing C. Loose gold screws frequently occur in full-arch fixed prostheses supported by osseointegrated implants after 5 years. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1994;9(2).169-178.
25. Zarb GA, Symington JM. Osseointegrated dental implants: preliminary report on a replication study. *J Prosthet Dent*. 1983;50(2):271–276.
26. Lorenzoni M, Pertl C, Penkner K, Polansky R, Sedaj B, Wegscheider WA. Comparison of the transfer precision of three different impression materials in combination with transfer caps for the Frialit®-2 system. *J Oral Rehabil*. 2000;27(7):629–638.
27. Conrad HJ, Pesun IJ, DeLong R, Hodges JS. Accuracy of two impression techniques with angulated implants. *J Prosthet Dent*. 01 Haziran 2007;97(6):349-56.
28. Kan JY, Rungcharassaeng K, Bohsali K, Goodacre CJ, Lang BR. Clinical methods for evaluating implant framework fit. *J Prosthet Dent*. 1999;81(1):7–13.
29. Çağlar İ, Yeşil Duymuş Z, Ateş SM. DİŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANILAN ÖLÇÜ SİSTEMLERİNDE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR: DİJİTAL ÖLÇÜ. Atatürk Üniversitesi Diş Hekim Fakültesi Derg [Internet]. 21 Mayıs 2015 [a.yer 09 Aralık 2019];10(10). Erişim adresi: <http://dergipark.gov.tr/doi/10.17567/dfd.96167;135-140>.

30. Birnbaum NS, Aaronson HB. Dental impressions using 3D digital scanners: virtual becomes reality. *Compend Contin Educ Dent*. 2008;29(8):494-496.
31. Sulaiman F, Chai J, Wozniak WT. A comparison of the marginal fit of In-Ceram, IPS Empress, and Procera crowns. *Int J Prosthodont*. 1997;10(5):478-483.
32. Karlsson S. The fit of Procera titanium crowns: an in vitro and clinical study. *Acta Odontol Scand*. 1993;51(3):129-134.
33. Fransson B, Øilo G, Gjeitanger R. The fit of metal-ceramic crowns, a clinical study. *Dent Mater*. 1985;1(5):197-199.
34. Beschnidt SM, Strub JR. Evaluation of the marginal accuracy of different all-ceramic crown systems after simulation in the artificial mouth. *J Oral Rehabil*. 1999;26(7):582-593.
35. Fransson B, Øilo G, Gjeitanger R. The fit of metal-ceramic crowns, a clinical study. *Dent Mater*. 1985;1(5):197-199.
36. Colpani JT, Borba M, Della Bona Á. Evaluation of marginal and internal fit of ceramic crown copings. *Dent Mater*. 2013;29(2):174-180.
37. Kokubo Y, Ohkubo C, Tsumita M, Miyashita A, Vult von Steyern P, Fukushima S. Clinical marginal and internal gaps of Procera AllCeram crowns. *J Oral Rehabil*. 2005;32(7):526-530.
38. Nakamura T, Nonaka M, Maruyama T. In vitro fitting accuracy of copy-milled alumina cores and all-ceramic crowns. *Int J Prosthodont*. 2000;13(3):189-193.
39. Tuntiprawon M, Wilson PR. The effect of cement thickness on the fracture strength of all-ceramic crowns. *Aust Dent J*. 1995;40(1):17-21.
40. Choi J-H, Lim Y-J, Kim C-W. Evaluation of the accuracy of implant-level impression techniques for internal-connection implant prostheses in parallel and divergent models. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2007;22(5):761-767.
41. Wee AG. Comparison of impression materials for direct multi-implant impressions. *J Prosthet Dent*. 01 Mart 2000;83(3):323-331.
42. Ma J, Rubenstein JE. Complete arch implant impression technique. *J Prosthet Dent*. 2012;107(6):405-410.
43. Punj A, Bompolaki D, Garaicoa J. Dental Impression Materials and Techniques. *Dent Clin North Am*. Ekim 2017;61(4):779-796.
44. Wee AG, Aquilino SA, Schneider RL. Strategies to achieve fit in implant prosthodontics: a review of the literature. *Int J Prosthodont*. 1999;12(2):167-178.
45. Liou AD, Nicholls JI, Yuodelis RA, Brudvik JS. Accuracy of replacing three tapered transfer impression copings in two elastomeric impression materials. *Int J Prosthodont*. 1993;6(4):377-383.
46. Kempler J. The Effect of Impression Technique, Connection Type and Implant Angulation on Impression Accuracy. 2011[a.yer22Eylül2019]; Erişim adresi: <https://archive.hshsl.umaryland.edu/handle/10713/522>
47. Assuncao WG, Gennari Filho H, Zaniquelli O. Evaluation of transfer impressions for osseointegrated implants at various angulations. *Implant Dent*. 2004;13(4):358-366.
48. Barrett MG, de Rijk WG, Burgess JO. The accuracy of six impression techniques for osseointegrated implants. *J Prosthodont*. 1993;2(2):75-82.
49. Wee AG. Comparison of impression materials for direct multi-implant impressions. *J Prosthet Dent*. 2000;83(3):323-331.

50. Akca K, Çehreli MC. Accuracy of 2 impression techniques for ITI implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004;19(4):517-523.
51. Çehreli MC, Akça K. Impression techniques and misfit-induced strains on implant-supported superstructures: an in vitro study. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2006;26(4):379-385
52. Daoudi M, Setchell DJ, Searson LJ. A laboratory investigation of the accuracy of two impression techniques for single-tooth implants. *Int J Prosthodont.* 2001;14(2):152-158.
53. Wenz H-J, Reuter H-U, Hertrampf K. Accuracy of impressions and casts using different implant impression techniques in a multi-implant system with an internal hex connection. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2008;23(1):39-47.
54. Chang W-G, Vahidi F, Bae K-H, Lim B-S. Accuracy of three implant impression techniques with different impression materials and stones. *Int J Prosthodont.* 2012;25(1):44-47.
55. Aguilar ML, Elias A, Vizcarrondo CET, Psoter WJ. Analysis of three-dimensional distortion of two impression materials in the transfer of dental implants. *J Prosthet Dent.* 2010;103(4):202-209.
56. Mostafa TMN, Elgendy MNM, Kashef NA, Halim MM. Evaluation of the precision of three implant transfer impression techniques using two elastomeric impression materials. *Int J Prosthodont.* 2010;23(6):525-528.
57. Hoist S, Blatz MB, Bergler M, Goellner M, Wichmann M. Influence of impression material and time on the 3-dimensional accuracy of implant impressions. *Quintessence Int.* 2007;38(1):67-73.
58. Buzayan M, Baig MR, Yunus N. Evaluation of accuracy of complete-arch multiple-unit abutment-level dental implant impressions using different impression and splinting materials. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2013;28(6):1512-1520.
59. Lee H, Ercoli C, Funkenbusch PD, Feng C. Effect of subgingival depth of implant placement on the dimensional accuracy of the implant impression: an in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2008;99(2):107-113.
60. Del'Acqua MA, Chávez AM, Amaral ÂLC, Compagnoni MA. Comparison of impression techniques and materials for an implant-supported prosthesis. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2010;25(4):771-776.
61. Nassar U, Oko A, Adeeb S, El-Rich M, Flores-Mir C. An in vitro study on the dimensional stability of a vinyl polyether silicone impression material over a prolonged storage period. *J Prosthet Dent.* 2013;109(3):172-178.
62. Enkling N, Bayer S, Jöhren P, Mericske-Stern R. Vinylsiloxanether: a new impression material. Clinical study of implant impressions with vinylsiloxanether versus polyether materials. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2012;14(1):144-151.
63. Pandita A, Jain T, Yadav NS, Feroz SM, Diwedi A. Evaluation and comparison of dimensional accuracy of newly introduced elastomeric impression material using 3D laser scanners: an in vitro study. *J Contemp Dent Pract.* 2013;14(2):265-268.
64. Faria JCB de, Neves ACC, Miranda ME, Teixeira ML. Evaluation of the accuracy of different transfer impression techniques for multiple implants. *Braz Oral Res.* 2011;25(2):163-167.
65. Windhorn RJ, Gunnell TR. A simple open-tray implant impression technique. *J Prosthet Dent.* 2006;96(3):220-221.
66. Lee H, So JS, Hochstedler JL, Ercoli C. The accuracy of implant impressions: a systematic review. *J Prosthet Dent.* 2008;100(4):285-291.
67. Lee H, So JS, Hochstedler JL, Ercoli C. The accuracy of implant impressions: A systematic review. *J Prosthet Dent.* 01 Ekim 2008;100(4):285-91.



68. Carr AB. A Comparison of Impression Techniques for a Five-Implant Mandibular Model. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1991;6(4):448-455.
69. Bhakta S, Vere J, Calder I, Patel R. Impressions in implant dentistry. *Br Dent J*. 2011;211(8):361-367.
70. Carr AB. A Comparison of Impression Techniques for a Five-Implant Mandibular Model. *Int J Oral Maxillofac Implants*. Winter 1991;6(4):56-70.
71. Liou AD, Nicholls JI, Yuodelis RA, Brudvik JS. Accuracy of replacing three tapered transfer impression copings in two elastomeric impression materials. *Int J Prosthodont*. 1993;6(4):377-383.
72. Chee W, Jivraj S. Impression techniques for implant dentistry. *Br Dent J*. 2006;201(7):429-432.
73. Choi J-H, Lim Y-J, Kim C-W. Evaluation of the accuracy of implant-level impression techniques for internal-connection implant prostheses in parallel and divergent models. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2007;22(5):761-768.
74. Nissan J, Ghelfan O. The press-fit implant impression coping technique. *J Prosthet Dent*. 2009;101(6):413-414.
75. Burawi G, Houston F, Byrne D, Claffey N. A comparison of the dimensional accuracy of the splinted and unsplinted impression techniques for the Bone-Lock implant system. *J Prosthet Dent*. 1997;77(1):68-75.
76. Burns J, Palmer R, Howe L, Wilson R. Accuracy of open tray implant impressions: An in vitro comparison of stock versus custom trays. *J Prosthet Dent*. 01 Mart 2003;89(3):250-255.
77. Conrad HJ, Pesun IJ, DeLong R, Hodges JS. Accuracy of two impression techniques with angulated implants. *J Prosthet Dent*. 2007;97(6):349-356.
78. Leinfelder KF, Isenberg BP, Essig ME. A new method for generating ceramic restorations: a CAD-CAM system. *J Am Dent Assoc*. 1989;118(6):703-707.
79. Strub JR, Rekow ED, Witkowski S. Computer-aided design and fabrication of dental restorations: current systems and future possibilities. *J Am Dent Assoc*. 2006;137(9):1289-1296.
80. Lee SJ, Gallucci GO. Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes. *Clin Oral Implants Res*. 2013;24(1):111-115.
81. Lin W-S, Harris BT, Morton D. The use of a scannable impression coping and digital impression technique to fabricate a customized anatomic abutment and zirconia restoration in the esthetic zone. *J Prosthet Dent*. 2013;109(3):187-191.
82. Christensen GJ. Impressions are changing: deciding on conventional, digital or digital plus in-office milling. *J Am Dent Assoc*. 2009;140(10):1301-1304.
83. Patel N. Integrating three-dimensional digital technologies for comprehensive implant dentistry. *J Am Dent Assoc*. 2010;141:20S-24S.
84. Güth J-F, Keul C, Stimmelmayer M, Beuer F, Edelhoff D. Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. *Clin Oral Investig*. 2013;17(4):1201-1208.
85. Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *Br Dent J*. 2008;204(9):505-511.
86. Touchstone A, Nieting T, Ulmer N. Digital transition: the collaboration between dentists and laboratory technicians on CAD/CAM restorations. *J Am Dent Assoc*. 2010;141:15S-19S.
87. Assif D, Marshak B, Schmidt A. Accuracy of implant impression techniques. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1996;11(2):216-222.
88. Vigolo P, Fonzi F, Majzoub Z, Cordioli G. An evaluation of impression techniques for multiple internal connection implant prostheses. *J Prosthet Dent*. 2004;92(5):470-476.



89. Cabral LM, Guedes CG. Comparative analysis of 4 impression techniques for implants. *Implant Dent.* 2007;16(2):187-194.
90. Naconecy MM, Teixeira ER, Shinkai RS, Frasca LCF, Cervieri A. Evaluation of the accuracy of 3 transfer techniques for implant-supported prostheses with multiple abutments. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004;19(2):192-198.
91. Vigolo P, Majzoub Z, Cordioli G. Evaluation of the accuracy of three techniques used for multiple implant abutment impressions. *J Prosthet Dent.* 2003;89(2):186-192.
92. Assuncao WG, Gennari Filho H, Zaniquelli O. Evaluation of transfer impressions for osseointegrated implants at various angulations. *Implant Dent.* 2004;13(4):358-366.
93. Del'Acqua MA, Arioli-Filho JN, Compagnoni MA. Accuracy of impression and pouring techniques for an implant-supported prosthesis. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2008;23(2):226-236.
94. Phillips K, Goto Y. Alternative implant impression techniques. *Compend Contin Educ Dent Jamesburg NJ* 1995. 2002;23(2):170-174.
95. Daoudi MF, Setchell DJ, Searson LJ. An evaluation of three implant level impression techniques for single tooth implant. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2004;12(1):9-14.
96. Spector MR, Donovan TE, Nicholls JI. An evaluation of impression techniques for osseointegrated implants. *J Prosthet Dent.* 1990;63(4):444-447.
97. Jorge E, Funkenbusch PD, Ercoli C, Moss ME, Graser GN, Tallents RH. Verification jig for implant-supported prostheses: A comparison of standard impressions with verification jigs made of different materials. *J Prosthet Dent.* 2002;88(3):329-336.
98. Baskai KG. Evaluation of Digital Implant Impressions using an Intra-oral Computerized Scanner (iTero) versus Conventional Implant Impressions: A 3-Dimensional Analysis of Accuracy. University of Toronto (Canada); 2014.
99. Abdel-Azim T, Zandinejad A, Elathamna E, Lin W, Morton D. The Influence of Digital Fabrication Options on the Accuracy of Dental Implant-Based Single Units and Complete-Arch Frameworks. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014;29(6):1281-1288.
100. Joda T, Brägger U. Digital vs. conventional implant prosthetic workflows: a cost/time analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2015;26(12):1430-1435.
101. Joda T, Lenherr P, Dedem P, Kovaltschuk I, Bragger U, Zitzmann NU. Time efficiency, difficulty, and operator's preference comparing digital and conventional implant impressions: a randomized controlled trial. *Clin Oral Implants Res.* 2017;28(10):1318-1323.
102. Kupeyan HK, Lang BR. The role of the implant impression in abutment selection: a technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1995;10(4):429-433.
103. Alikhasi M, Siadat H, Monzavi A, Momen-Heravi F. Three-dimensional accuracy of implant and abutment level impression techniques: Effect on marginal discrepancy. *J Oral Implantol.* 2011;37(6):649-657.
104. Lee S-J, Cho S-B. Accuracy of five implant impression technique: effect of splinting materials and methods. *J Adv Prosthodont.* 2011;3(4):177-185.
105. Aktöre H, Kurtulmuş-Yılmaz S. The evaluation of factors that affect the accuracy of implant impressions. *Cumhur Dent J.* 18(2):14:214-223.
106. Vigolo P, Majzoub Z, Cordioli G. Evaluation of the accuracy of three techniques used for multiple implant abutment impressions. *J Prosthet Dent.* 2003;89(2):186-192.



107. Burawi G, Houston F, Byrne D, Claffey N. A comparison of the dimensional accuracy of the splinted and unsplinted impression techniques for the Bone-Lock implant system. *J Prosthet Dent.* 1997;77(1):68-75.
108. Assif D, Nissan J, Varsano I, Singer A. Accuracy of implant impression splinted techniques: effect of splinting material. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1999;14(6):885-888.
109. Dumbrigue HB, Gurun DC, Javid NS. Prefabricated acrylic resin bars for splinting implant transfer copings. *J Prosthet Dent.* 2000;84(1):108-110.
110. Mojon P, Oberholzer J-P, Meyer J-M, Belser UC. Polymerization shrinkage of index and pattern acrylic resins. *J Prosthet Dent.* 1990;64(6):684-688.
111. Ivanhoe JR, Adrian ED, Krantz WA, Edge MJ. An impression technique for osseointegrated implants. *J Prosthet Dent.* 1991;66(3):410-411.
112. Assif D, Fenton A, Zarb G, Schmitt A. Comparative accuracy of implant impression procedures. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1992;12(2):113-121.
113. Inturregui JA, Aquilino SA, Ryther JS, Lund PS. Evaluation of three impression techniques for osseointegrated oral implants. *J Prosthet Dent.* 1993;69(5):503-509.
114. JÖRGENSEN KD. A new method of recording the elastic recovery of dental impression materials. *Eur J Oral Sci.* 1976;84(3):175-182.
115. Assunção WG, Tabata LF, Cardoso A, Rocha EP, Gomes ÉA. Prosthetic Transfer Impression Accuracy Evaluation for Osseointegrated Implants. *Implant Dent.* Eylül 2008;17(3):248-256.
116. Fernandez MA, Mendoza CYP de, Platt JA, Levon JA, Hovijitra ST, Nimmo A. A Comparative Study of the Accuracy between Plastic and Metal Impression Transfer Copings for Implant Restorations. *J Prosthodont.* 2013;22(5):367-376.
117. Walker MP, Ries D, Borello B. Implant cast accuracy as a function of impression techniques and impression material viscosity. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2008;23(4):669-674.
118. Ma T, Nicholls JI, Rubenstein JE. Tolerance measurements of various implant components. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1997;12(3):371-375.
119. Kim S, Nicholls JI, Han C-H, Lee K-W. Displacement of implant components from impressions to definitive casts. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2006;21(5):747-755.
120. Rubenstein JE, Ma T. Comparison of interface relationships between implant components for laser-welded titanium frameworks and standard cast frameworks. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1999;14(4):491-495.