

İmplant Üstü Protezlerde Ölçü Yöntemleri ve Ölçü Doğruluğunu Etkileyen Faktörler

Impression Procedures and Factors Affecting Impression Accuracy in Implant-Supported Dentures

İlayda RUHI^a(ORCID-0009-0003-5802-9463), Kadriye Funda AKALTAN^c(ORCID-0000-0001-6744-6312)

^aAnkara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, Ankara, Türkiye

^cAnkara University, Faculty of Dentistry, Department of Prosthodontics, Ankara, Türkiye

^bAnkara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye

^dAnkara University Graduate School of Health Science, Ankara, Türkiye

ÖZ

Günümüzde dental implantlar doğal dişlerin yerine geçebilecek en iyi seçenektir. İmplant destekli protetik restorasyonlarda pasif uyum tedavinin başarısı için en önemli faktördür. Pasif uyumlu implant destekli restorasyonlar, doğru ölçü tekniği ve uygun ölçü materyali kullanılarak doğru ölçü alınması, dişlerin komşu yapılarla ilişkilerinin doğru belirlenmesi ve ağız içi yapıların modele doğru aktarılması ile sağlanabilir. Ölçünün doğruluğu, ölçü materyalinden, kullanılan ölçü yönteminden, implantın pozisyonu, açısı ve derinliğinden, kullanılan alçının boyutsal stabilitesinden, kullanılan day sisteminden ve ölçü kopinglerinin uzunluğundan etkilenir. İmplant üstü ölçü yöntemleri geleneksel ve dijital olarak ikiye ayrılabilir. Bu derlemede implant üstü ölçü yöntemlerinin implant sayısı, ölçü materyalleri, splint materyali, koping tasarımı, implant açısı ve implant-abutment bağlantı şekli yönleriyle karşılaştırılması olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: İmplant üstü protezler, Ölçü yöntemleri, Ölçü doğruluğu

ABSTRACT

Nowadays dental implants are recognized as the best option for replacing missing teeth. Passive fit of the prosthetic structures is the most essential element for successful treatment in implant supported prostheses. An implant-supported restoration cannot be passively fitted unless the three-dimensional position of the implants in the mouth is accurately transferred to the cast. To do this, the impression must be taken correctly, the impression technique must be selected correctly, the proper impression material must be used, and the relationships between the teeth and surrounding structures must be accurately determined. The impression material, the impression technique, the position, angle, and depth of the implant, the dimensional stability of the plaster, the die system, and the length of the impression copings all have an impact on the accuracy of the impression. In implant-supported prostheses, there are two methods for taking impressions: traditional and digital. In this review, the impression methods used in implant prostheses will be assessed in terms of the number of implants used, the materials used for the impression and splint, the coping design, the implant angle, and the type of connection between the implant and abutment.

Keywords: Implant supported prosthesis, Impression methods, Impression accuracy

Günümüzde dental implantlar doğal dişlerin yerine geçebilecek en iyi seçenektir. Geleneksel protezlerde protezin tipine göre dişler, kemik ve yumuşak dokular destek sağlarlar. İmplant üstü protetik restorasyonlarda ise destek implantlardan kaynaklandığı için kemik rezorpsiyonu önlenir. Hastaların çiğneme etkinliği, protetik restorasyona adaptasyonu ve tedavi memnuniyeti artar.¹

İmplant destekli protetik restorasyonlarda pasif uyum tedavinin başarısı için en önemli faktördür.² Pasif uyum; protezin çevre dokularda ve protez bileşenlerinde statik bir kuvvet oluşturmaması ile sağlanır. Pasif uyumlu implant destekli restorasyonlar, doğru ölçü tekniği ve uygun ölçü materyali kullanılarak doğru ölçü alınması, dişlerin komşu yapılarla ilişkilerinin doğru belirlenmesi ve ağız içi yapıların modele doğru aktarılması ile sağlanabilir.³

Uzun süreli başarı için en önemli adımlardan biri ölçü prosedürüdür. Ölçü, ölçü materyalinden, kullanılan ölçü yönteminden, implantın pozisyonu, açısı ve derinliğinden, kullanılan alçının boyutsal stabilitesinden, kullanılan day sisteminden ve ölçü kopinglerinin uzunluğundan etkilenir.^{3,4} Hatalı bir ölçü sonucu implant komponentleri ve protez arasında pasif uyum sağlanamaz ise, vida gevşemesi, vida kırığı, osseointegrasyon kaybı ve hatta implant kırığı gibi hem mekanik hem de biyolojik komplikasyonlar meydana gelebilir. Vida gevşemesi, en sık gözlenen mekanik komplikasyonlardan biridir. Sıklıkla stabilite eksikliğine ve implant veya vida kırılmasına yol açar ve bu da protezin onarımını veya yeniden yapılmasını gerektirir. Biyolojik komplikasyonlar ise genellikle yumuşak ve sert doku reaksiyonu ile ilgilidir. Buna plak akümülyasyonu sebep olur.^{5,6}

Kabul edilebilir pasif uyuma sahip ana modelleri elde edebilmek için çeşitli ölçü yöntemleri ve materyalleri önerilmiştir. İmplant üstü ölçü yöntemlerini geleneksel ve dijital olarak ikiye ayırabiliriz. Geleneksel ölçüler arasında en yaygın yöntemler kapalı kaşık (transfer/ indirek), açık kaşık (direk) ve splintli yöntem, en çok kullanılan ölçü materyalleri ise polieter ve polivinil siloksandır.⁷ Geleneksel ölçü yöntemlerinin ötesinde son gelişmeler, hem prosedürü kolaylaştırmak hem de geleneksel ölçü yöntemlerinin hassasiyet sorunlarının üstesinden gelmek için optik cihazları (intraoral tarayıcılar) içerir.⁸

GELENEKSEL ÖLÇÜ YÖNTEMLERİ

Kapalı Kaşık/ İndirek/ Transfer Yöntemi

İndirek yöntemde, implanta vidalanan ve firmalara göre farklılık gösteren ölçü kopingleri veya bu kopinglerin üzerine yerleştirilen plastik parçalar kullanılır.⁹ Fabrikasyon kaşık kullanılır. Önce kaşık ağızdan çıkarılır daha sonra ölçü kopingleri ağızdan uzaklaştırılır ve uygun analoguna bağlandıktan sonra ölçü içerisine yerleştirilir.¹⁰

Uygulanmasının direkt yöntemden daha kolay olması, direkt yöntemde ölçü kopinglerinin gevşetilmesi esnasında yaşanabilecek vida gevşemesi ihtimalinin indirek yöntemde olmaması ve ölçü kopingi ile implant analogunun elde birleştirilebilmesi gibi bir takım avantajları vardır.^{10,11}

Bu yöntemin olası dezavantajları ise; ölçü kopinglerinin ölçüye yeniden yerleştirilmesi sırasında hata meydana gelmesi, fabrikasyon kaşık kullanıldığı için ölçü materyalinin her yerde eşit kalınlıkta olamaması ve implantların açılı yerleştirildiği durumlarda kaşık ağızdan çıkarılırken ölçü materyalinde deformasyon yaratılabilme ihtimalidir.^{10,12}

Gönderilme Tarihi/Received: 15 Ocak, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 16 Mart, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 26 Nisan, 2024

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Ruhi İ, Akaltan KF. İmplant Üstü Protezlerde Ölçü Yöntemleri ve Ölçü Doğruluğunu

Etkileyen Faktörler. Selcuk Dent J 2024;11(1): 103-109 Doi: 10.15311/ selcukdentj.1420267

Sorumlu yazar/Corresponding Author: İlayda RUHI

E-mail: ilayda.ruhi@gmail.com

Doi: 10.15311/ selcukdentj.1420267

Bazı implant sistemlerinde snap-fit adı verilen plastik ölçü kopingleri bulunmaktadır. İmplantlar fazla açılı yerleştirildi ise, bu tür ölçü kopingleri alternatif olabilmektedir. Bu yöntem, kapalı kaşık ile elde edilen bir ölçü yöntemidir.¹³ İmplantların birbirine yakın yerleştirildiği durumlarda snap fit ölçü kopingleri ağızdaki yerlerine net oturtulamayabilir, hatta ölçü esnasında retansiyon kaybı sonucu ölçünün başarısızlığına ve tekrar ölçü alınmasına neden olabilir. Bu olgularda direk ölçü yöntemi tercih edilebilir.¹⁴

Açık Kaşık/ Direk / Pick Up Ölçü Yöntemi

Bu yöntemde ölçü kopinglerinin dışardan görünmesi için kaşık üzerinde delikler hazırlanır. Bu deliklerin çap ve genişlikleri önemlidir. Deliklerin fazla geniş hazırlanırsa ölçünün dokulara yapacağı basınç azalır.¹¹

Bu yöntemde öncelikle bir aljinat ile ölçü alınır ve bu model üzerine bir kişisel kaşık elde edilir. Kişisel kaşık ile alınan ölçünün sertleştikten sonra ölçü kopinglerinin vidaları gevşetilir ve kaşıkla birlikte ölçü kopingleri de hasta ağızından uzaklaştırılır. İmplant analogları ölçü içinde bulunan ölçü kopingleri ile birleştirilir.¹⁰

Bu yöntemde kişisel kaşığın kullanılmasıyla ölçünün her yerde eşit kalınlıkta olması sağlanır. Diğer avantajları ise; açılı implantlarda kaşık ağızdan çıkarılırken ölçünün deforme olma ihtimalinin olmaması ve ölçü kopinglerinin ölçüye tekrar yerleştirilmesi gerekmemesidir.¹⁰

Bu yöntem hekimler için daha karmaşıktır. Splintleme yapılmadığı ölçü kopinginin vidaları gevşetilirken veya implant analogu ölçü içerisindeki ölçü kopingine bağlanırken rotasyon meydana gelebilmesi bu yöntemin dezavantajlarından biridir.¹⁰

Abutment Seviyesinde Ölçü

İmplant destekli protetik diş tedavisinde, iki farklı seviyede ölçü alınabilir. İyileşme başlığı çıkarıldıktan sonra abutment direk hasta ağızına yerleştirilir, uyumlanır ve prepare edilir. Bu abutment üzerinden diş destekli sabit protezlerde olduğu gibi ölçü alınır. Bu yöntemle ölçü aşaması basitleştirilmiş olur.¹⁵

İmplant Seviyesinde Ölçü

Direk veya indirek ölçü yöntemi kullanılabilir. Araştırmacılar, implant seviyesinde alınan bir kaydı, abutment seviyesinde alınan kayda göre bazı avantajlarını savunmaktadır. Bu avantajlar:

- Geçici restorasyon daha rahat yapılması¹⁶
- Laboratuvarında doğru abutment'in seçilmesi¹⁷
- Hastaya özel abutment'ların hazırlanabilmesidir.¹⁸

Üç üyeli implant üstü sabit köprü ölçüsünde abutment ve implant seviyesinde iki ölçü yöntemi arasında ölçü doğruluğu açısından anlamlı bir fark bulunmamış ancak implant sayısı arttığı zaman açıl ve doğrusal sapmalarda anlamlı olabilecek artma meydana geleceği gözlenmiştir.¹⁹

İmplant Tutuculu (İmplant ve Doku Destekli) Protezlerin Fonksiyonel Ölçüsü

İmplant tutuculu protezler (overdenture) farklı esnekliğe sahip iki yapı tarafından desteklenir; implantlar ve yumuşak dokular. Sonuç olarak implant ve doku destekli protezlerin ölçüsünde implant ve mucoza arasındaki esneklik farkı dikkate alınmalıdır. Fonksiyonel ölçü yöntemi, mukozayı fonksiyonel bir şekilde ve eş zamanlı olarak alveolar dokularla birlikte implant bileşenlerini de kaydeder.²⁰

İmplant Üstü Geleneksel Ölçülerin Doğruluğunu Etkileyen Faktörler

Ölçü Materyalleri

Ölçü materyalleri birbirleriyle karşılaştırıldığında, araştırmaların büyük bir çoğunluğunda polieter ve polivinil siloksan arasında bir fark bulunmazken²¹, polivinil siloksanın polieterle göre daha doğru ölçü verdiğini gösteren araştırmalar da vardır.¹⁵ Bazı araştırmacılar ise, birçok durumda polieter ile tutarlı sonuçlar sağlandığını ve boyutsal stabilitesinin polivinil siloksana göre daha üstün olduğunu savunmaktadır.²² Vinil siloksan eter materyali ile polieter ve polivinil siloksan gibi doğru ölçü vermektedir ancak yeterli çalışma bulunmamaktadır.¹⁵ Ayrıca direk yöntem ile birlikte paralel olmayan implantlarda polivinil siloksan materyali, paralel implantlarda ise polieter materyalinin kullanılmasıyla daha doğru ölçülerin elde

ifade edilmektedir.³ Buna ilaveten, polieter ölçü materyali ile elde edilen ölçülerde daha az rotasyonel yer değiştirme meydana geldiği görülmüştür.²³

Splintli ve Splintsiz Yöntem

Çok üyeli implantlarda ölçü alırken açık ölçü kopinglerinin stabilitelelerinin sağlamak, ölçüdeki boyutsal değişimleri azaltmak ve dolayısıyla daha doğru ölçüler alabilmek için splintleme yapılması tavsiye edilmektedir.¹⁰ Özellikle direk yöntemde ölçü kopinglerinin, ölçü ağızdan çıkartılırken veya implant analoguna bağlanırken rotasyona uğraması en çok gözlenen problemlerden birisidir.²⁴ Splintleme işlemi genellikle transfer kopinglere sarılan bir diş ipi üzerine akrilik rezinin uygulanması şeklindedir. Splintlemenin amacı kopingleri birbirine bağlayıp bireysel hareketlerini önlemektir. Splint materyalinin distorsiyonu ve splint materyali ve ölçü kopingi arasındaki bağlantının kopması splintli ölçü alırken en çok karşılaşılan sorunlardır.¹⁰ Yakın zamandaki literatürler splintli yöntemle implant ölçülerinin doğruluğunun arttığını göstermektedir.⁷ İmplantların sayısı az ise, implantlar açılı değilse ve kısa köprülerde splintlemeden ölçü alınabilir.²⁵

Splint Materyali ve Yöntemi

Splintleme için en çok kullanılan materyal akrilik rezindir. Akrilik rezin, otopolimerize akrilik rezin, dual cure ve prefabrike akrilik rezin bar formlarında kullanılabilir. Ancak akrilik rezin polimerize olurken büzülme meydana gelir ve bunun sonucunda ölçü kopingleri hareket edebilir ve ölçüde hata meydana getirir. Polimerizasyon büzülmesini azaltmak amacıyla akrilik rezin bloklar kullanılabilir, bu bloklar 1 gün önce hazırlanır ve ölçü öncesi kopingler ile bağlanır. Alınabilecek bir diğer önlem ise splintin implantların aralarından kesilip, ağız içinde ölçü kopingleri yerleştirildikten sonra yeniden bağlanmasıdır. Akrilik rezinin farklı yöntemlerle splintleme materyali olarak kullanıldığı bir çalışmada, prefabrike akrilik rezin bar ile splintleme, diş ipi üzerine otopolimerize akrilik rezin kullanılıp parçalara ayrılan ve ayrılmadan bırakılan gruplara göre daha doğru sonuç vermiştir. Araştırmacılar, splintleme materyali olarak akrilik rezin ve ışıkla polimerize olan kompozit rezinin doğruluğu karşılaştırdıkları çalışmalarında, akrilik rezinle daha doğru ölçü elde edildiğini tespit etmişlerdir.¹⁵ Akrilik rezin, ölçü alçısı ve ısırma kaydı için kullanılan polivinil siloksan ölçü materyalinin kullanıldığı başka bir çalışma da en doğru ölçü veren splint materyalinin, 24 saat polimerizasyonuna izin verilen ve kesilip yeniden birleştirilen akrilik rezin olduğu bulunmuştur.²⁶ Materyal büzülmesinin azaltılması pasif uyum için gereklidir. Bu amaçla bazı araştırmacılar splint materyali olarak metal bar kullanılmasını incelemişlerdir. Metal barlar, kesilerek tekrar bağlanan rezin barlar ve splintsiz yöntemle karşılaştırıldığında, metal barların en iyi sonucu verdiğini bulunmuştur.^{7,27,28}

Ölçü Kopingi Tasarımı

En sık kullanılan koping şekli kare ve açılı kopinglerdir. Açılı koping tasarımı indirek yöntem ile birlikte, kare koping tasarımı ise direk yöntem ile birlikte kullanılmaktadır. Araştırmaların çoğu direk yöntemde kare kopinglerin daha doğru ölçü verdiğini ifade etmiştir.⁷ Başka bir çalışmada daha doğru modeller elde edebilmek için kare kopingleri akrilik rezin ile 2 mm uzantı ekleyerek modifiye etmişlerdir ve bu modifiye edilmiş kopingler anlamlı bir şekilde daha doğru ölçüler vermiştir. Çalışma, bu koping modifikasyonunun, abutment analogları sıkıştırılırken olası yer değiştirmeyi önlediğini göstermiştir.²⁹ Buna ilaveten, plastik kopingler ile metal kopingler kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamasına rağmen, plastik kopingler kullanılarak üretilen modeller, metal kopinglerle elde edilenlere göre daha az doğruluk göstermiştir.³⁰

İmplantın Açısı

Paralel olmayan implantlar, kaşığın ağızdan çıkarılması esnasında uygulanan kuvvet sebebiyle ölçüye zarar verebilir ve ölçü doğruluğunu etkileyebilir.³ Kullanılan splint yönteminden bağımsız olarak, açılı implantlar düz implantlardan daha kötü doğruluk sergilemiştir.³¹ Ayrıca, implantın açısıyla ölçü doğruluğu arasında direk bir ilişki olduğunu, 90° den daha az açılarda, protetik restorasyonda daha fazla uyumsuzluk gözlemlendiği belirtilmiştir.³²

Direk/ İndirek Ölçü Yöntemleri

İmplant destekli protetik restorasyonlarda sıklıkla kullanılan indirek ve direk ölçü yöntemlerinin hangisinin daha başarılı olduğu konusunda pek çok araştırma yapılmıştır; fakat sonuçlar üzerinde tam bir fikir birliği sağlanamamıştır. Direk yöntem daha sıklıkla birbirine paralel olmayan implantların varlığında ya da bilateral çok sayıda implant uygulamalarında tercih edilir.^{33,34} İndirek yöntemin, özellikle ağız açıklığında kısıtlılık olan hastalarda ve bulantı refleksi sebebiyle kaşığın ağızdan hızlıca ve kolaylıkla çıkartılabilmesi gereken hallerde daha fazla tercih edilebileceği önerilmektedir.³⁵ Ayrıca aynı çeneden iki ölçü yöntemi birlikte kullanılarak da ölçü elde edilebilir.³⁶

Araştırmalar, dört veya daha fazla implant varlığında direk yöntemin daha doğru ölçü verdiğini göstermiştir. Üç veya daha az implant varlığında ise çalışmaların yarısı direk ve indirek yöntem arasında benzer sonuçlar bulurken, diğer yarısı direk yöntemin kullanımını önermiştir.^{7,34}

Başka bir çalışmada, 0, 15 ve 25 derece açılı, internal bağlantılı implantların, splintsiz direk, akrilik rezin splintli direk ve indirek snap fit ölçü yöntemleriyle ölçüleri alınmış ve doğrulukları incelenmiştir. 25 derecelik implant açılmasında en yüksek doğruluk splintli direk yöntemle, daha sonra splintsiz direk yöntemle ve en kötü sonuç ise snap fit yöntemiyle elde edilmiştir. 15 ve 0 derecelik açılanmalarda, splintli ve splintsiz direk yöntem arasında anlamlı bir fark bulunmamış; fakat en kötü doğruluk derecesini snap fit ölçü yöntemi göstermiştir.³⁷

Paralel yerleştirilmiş dört implantın bulunduğu başka bir çalışmada snap fit ve splintli direk yöntem arasında bir fark bulunmamış; bu iki yöntem de, splintsiz direk yöntemden daha başarılı sonuçlar vermişlerdir.³⁸ Başka bir çalışmada, 6 implant içeren bir tam ark maksillada direk yöntem, snap fit yöntemi ve plastik keplerin splintlendiği snap fit yönteminin doğrulukları incelenmiş ve snap fit ile direk yöntem arasında fark bulunmazken plastik keplerin splintlendiği snap fit yönteminin doğruluğu diğerlerinden anlamlı derecede daha az bulunmuştur.³⁹ Buna ilaveten, bazı klinik olgularda özellikle çoklu implant uygulamaları ve derin dişeti seviyelerinin bulunduğu durumlarda snap fit ölçü kopyalarının stabilite sorunu olabileceği nedeni ile direk yöntem ile ölçü alınması tercih edilebilir.³⁶

İmplant/ Abutment Bağlantı Şekli

İmplant/abutment bağlantı şekilleri basitçe eksternal ve internal olarak sınıflandırılır. Internal bağlantılı implantlarda, implantlar paralel olmadığına kısa koping bağlantısı daha doğru sonuçlar vermektedir.³ Eksternal bağlantılı implantlarda, ölçü yöntemi ve implant paralelliği ölçü doğruluğunu etkilemez; fakat internal bağlantılı implantlarda ölçünün doğruluğu paralellikten önemli bir şekilde etkilenir.⁴⁰ Internal bağlantılı implantlarda, daha retantif koping tasarımı daha fazla vertikal distorsiyon ile sonuçlanır.⁴¹ Internal bağlantı, internal konik ve internal altıgen bağlantı olmak üzere ikiye ayrılır ve internal konik bağlantılarda sıkıştırma işlemi sırasında belirli bir miktar aksiyal yer değiştirme kaçınılmazdır. Internal konik bağlantılara daha retantif koping, internal altıgen bağlantılara daha az retantif koping uygulansa da, konik bağlantının altıgen bağlantıya göre vertikal yer değiştirme ihtimali daha fazladır.⁴²

İMLANT ÜSTÜ PROTEZLERDE DİJİTAL ÖLÇÜLER

Bu yüzyılda, diş hekimliğinde en önemli gelişmelerden biri, dijital teknolojinin dental tedavilere dahil edilmesidir. Ağız içi optik tarayıcılar ile yapılan dijital ölçüler, diş hekimliğinin kolaylaştırılmasında önemli bir rol oynamış ve protetik tedavinin iş akışını önemli ölçüde değiştirmiştir.⁴³ Diş hekimliğinde intraoral ve ekstraoral olarak iki ana gruba ayrılan üç boyutlu tarayıcılar kullanılmaktadır. Dijital sistemlerin geleneksel ölçü yöntemlerine göre bazı avantajları vardır. Dijital taramalar hasta konforunu artırır, zamandan tasarruf sağlar, dijital ortamda uzun süre saklanabilir ve internet aracılığıyla veri iletimi sağlanabilir.⁴⁴ Ayrıca ölçü maddesi ve ölçü kaşığı gibi giderleri de önler. Bunlara ek olarak, öğürme refleksi olan hastalarda daha konforlu ölçü alınmasını sağlar. Ölçülerin dezenfeksiyon sorunu yoktur. Ölçünün başarısız olan lokal bölgeleri yeniden taranarak ölçü prosedürü kolaylaştırılmış olur.⁴⁵ Ancak dişsiz kretlerin dijital ölçüsü anatomik referans noktalarının eksikliği sebebiyle zor olmaktadır.⁴⁴ Bu sebeple dijital sistemlerin halen geliştirilmesi gerekmektedir.⁴⁵

Bir ölçünün kalitesi o sistemin doğruluğuna bağlıdır. Dijital tarayıcıların doğruluğunu etkileyen birçok faktör vardır. Bu faktörler arasında oral sıvılar, anatomik yapılar, taranan yüzeyin parlaklığı ve ışık geçirgenliği, taranan bölgenin konumu ve taramayı yapan hekimin deneyimi sayılabilir.⁴⁵ Bunlara ek olarak, tarayıcının teknolojisi, kalibrasyonu, tarama protokolü, taranacak alanın uzunluğu ve anatomik işaret noktalarının olup olmaması gibi faktörler dijital ölçü doğruluğunu etkiler. İmplantın açısı, derinliği ve implantlar arası mesafe de dijital ölçünün doğruluğu açısından önemli faktörlerdir.⁴⁶

Yüzeyin yapısı ışının kırılmasına ve yanlış olarak yansımaya neden olmaktadır. Bu sorunu ortadan kaldırmak için bazı tarayıcılarda toz ve sprey kullanımı önerilmektedir. Ancak yeni nesil kameralar bu gereksinimleri ortadan kaldırmıştır.⁴⁷

Dijital Ölçülerde Ölçü Doğruluğunu Etkileyen Değişkenler

İmplantlar arası mesafe

İmplantlar arası mesafenin dijital ölçülerin doğruluğu üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar, tutarlı bir şekilde, daha kısa implantlar arası mesafenin daha doğru bir ölçü sağladığını ileri sürmektedir. Birçok ağız içi tarayıcının hassaslığı da artan implantlar arası mesafeden dolayı her zaman bozulma göstermemektedir.⁴⁸

İmplantların açısı ve derinliği

İmplant açısının ve derinliğinin ağız içi tarayıcılarla dijital ölçünün doğruluğu üzerinde negatif etkisinin olmadığını ve açılı implantların varlığında yüksek doğruluk gösterdiğini ifade eden çalışmalar vardır.⁴⁹ İmplant derinliği dikkate alınmalıdır; çünkü tarama gövdesinin görünürlüğüyle doğrudan ilişkilidir ve bu da doğruluğu etkilemektedir. Tarama gövdesi tamamen görünür olduğunda, implant konumunun belirlenmesi hatalara daha az eğilimlidir. İmplant ne kadar derine yerleştirilirse tarama gövdesi o kadar uzun olmalıdır.⁴⁸ Uzun tarama gövdeleri dijital ölçülerin doğruluğunu arttırmaktadır.⁴⁸ Gomez-Polo ve arkadaşlarının çalışmasında hem tarama gövdesinin görünen uzunluğu hem de implantın açısının dijital ölçülerde doğrusal ve açısal sapmaları etkilediği gösterilmiştir. İmplantın açısı, tarama gövdesinin görünen uzunluğundan daha önemli bir faktördür. İmplantlar paralel olduğu zaman farklı uzunluklardaki tarama gövdeleri arasındaki sapma oranlarında anlamlı derecede farklılık olmazken, implantların açılı olduğu durumda kısa tarama gövdesi anlamlı şekilde daha fazla doğrusal ve açısal sapmaya sebep olup, ölçü doğruluğunu olumsuz yönde etkilemiştir.⁴⁶

Tarama aralığının etkileri

Bazı çalışmalar tarama aralığına bakmaksızın tutarlı dijital ölçü doğruluğu bildirirse de, çalışmaların çoğunluğu tarama aralığı genişledikçe dijital ölçü doğruluğunda kademeli bir bozulma olduğunu bildirmektedir.⁵¹ Tam ark taramalarında sapma miktarları arka boyu ile artmaktadır. Genel olarak in vitro çalışmalara bakıldığında geleneksel yöntemlere göre tam ark taramalar daha başarısızdır.⁵² Dişsiz boşluğun genişlemesi implant diş hekimliğinde dijital iş akışı kullanırken en büyük engellerden biridir. Diş gibi anatomik referans noktalarının olmayışı elde edilen ilk görüntüyle sonrakilerin çıkışına yol açar.⁵⁰ Fakat dört ve beş implant içeren tam dişsiz modellerde, geleneksel ve dijital ölçülerin kıyaslandığı ve dijital ölçülerle daha doğru ölçülerin elde edildiğini ifade eden çalışmalar da vardır.^{53,54}

İmplantların bağlantı tipi

Dijital ölçülerin doğruluğu bağlantı tipinden (internal/eksternal) ve implantın açısından etkilenmezken, geleneksel ölçüler bu faktörlerden önemli ölçüde etkilenmiştir.⁵⁵

Hekim deneyimi

Hekim deneyimi dijital ölçülerin doğruluğunu önemli şekilde etkilemektedir.⁵⁶ Bunun yanı sıra; tarama tekniği ve sırası da doğruluğu etkileyen faktörler olarak düşünülmelidir.⁵⁷ Operatörle ilgili faktörler, klinisyenin becerisi ve ağız içi tarayıcıların tarama doğruluğunu etkileyebilecek kararlardır. Temel olarak operatörle ilgili dört değişken vardır: Bunlar; ortamın aydınlatma koşulları, tarama modeli, implant tarama gövdesinin tasarımı ve kullanılan tarama tekniğidir.⁵⁸ Ortam aydınlatma koşulları test edilen tarayıcının doğruluğunu etkiler ve en uygun aydınlatma koşulu kullanılan tarayıcıya göre değişiklik gösterir.⁵⁸

Tarama gövdesi materyali ve tasarımı

Dijital bir ölçü ile doğru implant pozisyonunu yakalamak için ağız içi tarama gövdesi adı verilen özel bir transfer kopingi kullanmak gerekir. Genel olarak ağız içi tarama gövdeleri üç kısımdan oluşur; tarama bölgesi, gövde ve taban. Taban ve implant arasında son derece açılı bir bağlantı veya materyal uyumsuzluğu olması, yerine sıkıştırıldığında tarama gövdesinin yer değiştirmesini etkileyebilir.⁵⁹ Tarama bölgesine asimetrik şekil eklenerek, bilgisayar destekli tasarım (CAD) yazılımı tarafından yüzey tanıma daha basit hale gelir. Genellikle mat, pürüzsüz ve opak yüzeylerin ölçülerinin alınması, parlak, pürüzlü ve translusent olanlardan daha kolaydır.^{57,60} Ayrıca, tarama gövdesi materyali de dijital ölçü doğruluğunu etkilemektedir. Polietereketon (PEEK) materyali, titanyum ve PEEK+titanyum materyallerinden daha iyi sonuçlar vermiştir.⁶¹ PEEK, iyi fiziksel ve mekanik özellikler, biyouyumluluk ve kimyasal stabilite sağlar.⁶⁰ Diğer materyallere göre daha kolay taranabilmesi ve yüzeyinin ağız içi taramada zorluk yaratacak yansımaları neden olmaması sebebiyle tarama gövdelerinde sıklıkla tercih edilir. Bununla birlikte polimer malzemeler tekrarlanan sterilizasyon ve sıkma kuvvetleri sonucunda bozulabilir ve aşınabilir. PEEK materyalinin tek sefer kullanılması önerilmesinin sebebi budur.⁶⁰ Sınırlı sayıda çalışma, tarama gövdelerinin sıkma torkunun dikey eksen konumu ve ağız içi dijital implant taramalarının doğruluğu üzerindeki etkisini incelemiş ve tek parça PEEK tarama gövdesi tasarımının, metal tarama gövdelerine göre daha fazla yer değiştirme gösterdiği bulunmuştur.⁵⁸ Ek olarak, sterilizasyon prosedürleri de tarama gövdesinin pozisyonunu ve doğruluğu etkileyebilir. Tarama gövdesinin vidalanması esnasında ve sterilizasyon prosedürleri sebebiyle yer değiştirmesini azaltmak için metalik tarama gövdeleri kullanılması önerilir.⁵⁸ Ayrıca tarama gövdesinin tekrarlayan kullanımları arttıkça distorsiyon miktarı da artar. Bu konu açılı implantlarda daha önemlidir.⁵⁸

Eksik diş sayısı

Ağız içi tarayıcıların hassasiyeti eksik dişlerin sayısına göre önemli farklılık göstermektedir.⁵¹ Ağız içi tarayıcılar ile kısmi dişsiz modelden elde edilen doğruluk değerleri, tam dişsiz modelden elde edilen değerlerden önemli ölçüde daha iyidir.⁶² Tarama gövdeleri ile dişsiz bir arka dijital ölçüsünü almaktaki en büyük zorluk tarama gövdeleri arasında anatomik referans noktalarının olmayışından kaynaklanır. Ortak referans noktaları sınırlı olduğunda, görüntüler düzgün bir şekilde çakıştırılmayabilir veya taramanın bazı kısımları gereksiz veriler olarak yanlış yorumlanabilir.⁶³ Bu yüzden dişsiz kretin morfolojisini değiştirerek tarama gövdeleri arasındaki referans noktalarını arttırmak için yeni teknikler kullanılmaya başlanmıştır.⁶³⁻⁶⁸ Örneğin, Pozzi ve arkadaşlarının modüler zincir parçaları, özellikle en kritik posterior implant konumlarındaki doğrusal ve açıl sapmaları azaltarak genel doğruluğu önemli ölçüde arttırmıştır.⁶⁶ Kernen ve arkadaşlarının yardımcı tarama parçası, ölçünün doğruluğunu arttırdığını göstermiş ve düzensiz morfolojiye sahip ve bej renkli yardımcı splintlerin en yüksek doğrulukla sonuçlandığını bulmuştur.⁶⁷ H.K. Wu ve arkadaşları ise tarama gövdelerine bağlanan prefabrik yardımcı araçlarla aldıkları dijital ölçülerde yardımcı araçların hem posterior hem anterior bölgede kullanıldığında ölçü doğruluğunu önemli ölçüde arttırdığını ve özellikle posterior bölgede bu yardımcı araçları kullanmanın anterior bölgeye göre daha etkili olabileceğini belirtmiştir.⁶⁸

Tarama tekniği

Birçok araştırmacı tarama tekniğinin ağız içi tarayıcıların performansını ve doğruluğunu etkilediği sonucuna varmıştır. Ark boyunca mesafe ve açıl sapmalar arttığından, kısmi restorasyonlarda restorasyonun gerekli olduğu ark bölgesinden taramaya başlamak tavsiye edilir.⁵⁶ Çalışmalar tarama yöntemi değiştiğinde alınan dijital ölçünün doğruluğunun değiştiğini göstermektedir.⁶⁹ Fakat tam ark dijital implant ölçülerinde en uygun tarama yöntemi hala belirsizliğini korumaktadır.⁶⁹

Gómez-Polo ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, 6 adet implant yerleştirilmiş tam dişsiz çenelerde zig zag tarama yöntemi tüm tarama yöntemleri arasında en kötü doğruluk ve hassasiyet değerlerine sebep olmuştur.⁶⁹ Çevresel, okluzal-bukkal-lingual, bukkal-lingual-okluzal ve lingual-bukkal-okluzal tarama yöntemleriyle en iyi doğruluk ve hassasiyet değerlerine ulaşılmıştır. Ayrıca çevresel tarama yöntemi ile en az tarama zamanı elde edilmiştir.⁶⁹

SONUÇ

1. İmplantların birbirine paralel olduğu durumlarda veya implant sayısının dörtten az olduğu durumlarda hem direk hem indirek ölçü yöntemleri uygulanabilir.
2. Çok sayıda implant uygulamalarında ve açılma sorunu olan vakalarda direk yöntemin kullanılması tercih edilmelidir.
3. Direk ölçü yönteminde splintleme ile daha iyi sonuçlar elde edilir.
4. Kullanılan yöntemden bağımsız olarak polietereketon ölçü materyali ile daha doğru sonuçlar elde edilir ve bunu polivinil siloksan takip eder.
5. Geleneksel implant üstü ölçüler arasında en başarılı sonuç polietereketon ölçü materyali ile birlikte splintleme yapılmış, kare kopinglerin kullanıldığı direk yöntemdir.
6. İmplant dış hekimliğinde, dijital tarayıcıların kısıtlamaları olmakla birlikte doğru ölçü verdiği ileri sürülmektedir. Kısa mesafeli olgularda geleneksel yöntemler kadar başarılı olsa da yumuşak dokuların kaydı zor olduğundan, dijital kayıtlarla hareketli protez yapımı daha güçtür.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

ethic.selcukdentaljournal@hotmail.com

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: KFA (%70), İR (%30)
Veri Toplanması | Data Acquisition: İR (%90), KFA (%10)
Veri Analizi | Data Analysis: KFA (%50), İR (%50)
Makalenin Yazımı | Writing up: İR (%80), KFA (%20)
Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: KFA (%20), İR (%80)

KAYNAKLAR

1. Naert I, Quirynen M, Theuniers G, van Steenberghe D. Prosthetic aspects of osseointegrated fixtures supporting overdentures. A 4-year report. *J Prosthet Dent.* 1991 May;65(5):671-80. doi: 10.1016/0022-3913(91)90205-b. PMID: 2051392.
2. Sahin S, Cehreli MC, Yalçın E. The influence of functional forces on the biomechanics of implant-supported prostheses--a review. *J Dent.* 2002 Sep-Nov;30(7-8):271-82. doi: 10.1016/s0300-5712(02)00065-9. PMID: 12554107.
3. 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 May;12 Suppl 1:e63-76. doi: 10.1111/j.1708-8208.2009.00167.x. Epub 2009 May 8. PMID: 19438937.
4. Kim JH, Kim KR, Kim S. Critical appraisal of implant impression accuracies: A systematic review. *J Prosthet Dent.* 2015 Aug;114(2):185-92.e1. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.02.005. Epub 2015 Apr 30. PMID: 25935089.
5. Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JY. Clinical complications in fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent.* 2003 Jul;90(1):31-41. doi: 10.1016/s0022-3913(03)00214-2. PMID: 12869972.
6. Lee H, So JS, Hochstedler JL, Ercoli C. The accuracy of implant impressions: a systematic review. *J Prosthet Dent.* 2008 Oct;100(4):285-91. doi: 10.1016/S0022-3913(08)60208-5. PMID: 18922257.
7. Moreira AH, Rodrigues NF, Pinho AC, Fonseca JC, Vilaça JL. Accuracy Comparison of Implant Impression Techniques: A Systematic Review. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2015 Oct;17 Suppl 2:e751-64. doi: 10.1111/cid.12310. Epub 2015 Apr 1. PMID: 25828851.
8. van der Meer WJ, Andriessen FS, Wismeijer D, Ren Y. Application of intra-oral dental scanners in the digital workflow of implantology. *PLoS One.* 2012;7(8):e43312. doi: 10.1371/journal.pone.0043312. Epub 2012 Aug 22. PMID: 22937030; PMCID: PMC3425565.
9. Naconecy MM, Teixeira ER, Shinkai RS, Frasca LC, Cervieri A. Evaluation of the accuracy of 3 transfer techniques for implant-supported prostheses with multiple abutments. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004 Mar-Apr;19(2):192-8. PMID: 15101589.
10. Keskin Özyer E, Kahramanoğlu E, Aslan YU, Özkan Y. İmplant Destekli Protetik Restorasyonlarda Kullanılan Ölçü Yöntemleri ve Materyalleri: Derleme. *European Journal of Research in Dentistry.* 2019; 3(2), 124-132. <https://doi.org/10.35333/ERD.2019.101>
11. Carr AB. Comparison of impression techniques for a two-implant 15-degree divergent model. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1992 Winter;7(4):468-75. PMID: 1299642.
12. Choi JH, Lim YJ, Yim SH, Kim CW. 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 Sep-Oct;22(5):761-8. PMID: 17974110.
13. Prithviraj, D.R., Pujari, M.L., Garg, P., & Shruthi, D. Accuracy of the implant impression obtained from different impression materials and techniques: review. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry.* 2011; 3, 106-111. doi:10.4317/jced.3.e106
14. Gayathridevi, S. K., Harshita Gowda and Vaishali, K. Suma. Impression Techniques in Implants, *Journal of Dental & Oro-facial Research.* 2016;12(2),11 - 19.
15. 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 Nov-Dec;28(6):1512-20. doi: 10.11607/jomi.2958. PMID: 24278919.
16. Hochwald DA. Surgical template impression during stage I surgery for fabrication of a provisional restoration to be placed at stage II surgery. *J Prosthet Dent.* 1991 Dec;66(6):796-8. doi: 10.1016/0022-3913(91)90419-w. PMID: 1805033.
17. Kupeyan HK, Lang BR. The role of the implant impression in abutment selection: a technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1995 Jul-Aug;10(4):429-33. PMID: 7672844.
18. Corrente G, Vergnano L, Pascetta R, Ramadori G. A new custom-made abutment for dental implants: a technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1995 Sep-Oct;10(5):604-8. PMID: 7591006.
19. 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 Dec;37(6):649-57. doi: 10.1563/AAID-JOI-D-09-00112.1. Epub 2010 Jun 16. PMID: 20594060.
20. Uludag B, Ozturk O, Celik G. Alternate functional impression technique for implant-retained overdentures. *J Prosthet Dent.* 2007 Apr;97(4):242-3. doi: 10.1016/j.prosdent.2007.02.010. PMID: 17499095.
21. Wenz HJ, 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 Jan-Feb;23(1):39-47. PMID: 18416411.
22. Al-Kaisy, N. A Survey of Prosthodontics Techniques Applied by Dental Practitioners in Sulaimani City. *Journal of baghdad college of dentistry.* 2016;28, 22-29. DOI:10.12816/0031104
23. Tabesh M, Alikhasi M, Siadat H. A Comparison of implant impression precision: Different materials and techniques. *J Clin Exp Dent.* 2018 Feb 1;10(2):e151-e157. doi: 10.4317/jced.54457. PMID: 29670733; PMCID: PMC5899798.
24. Conrad HJ, Pesun IJ, DeLong R, Hodges JS. Accuracy of two impression techniques with angulated implants. *J Prosthet Dent.* 2007 Jun;97(6):349-56. doi: 10.1016/S0022-3913(07)60023-7. PMID: 17618917.
25. Mirebani A, Najafova L, Sarı T, Kurtuluş H. İmplant üstü geleneksel ölçü yöntem, teknik ve malzemelerinin karşılaştırmalı olarak gözden geçirilmesi: Sistematik bir güncelleme. *Aydın Dental Journal.* 2019; 5(1): 27-50.
26. Lee SJ, Cho SB. Accuracy of five implant impression technique: effect of splinting materials and methods. *J Adv Prosthodont.* 2011 Dec;3(4):177-85. doi: 10.4047/jap.2011.3.4.177. Epub 2011 Dec 28. PMID: 22259700; PMCID: PMC3259442.
27. Del Acqua MA, Chavez AM, Castanharo SM, Compagnoni MA, Mollo Fde A Jr. The effect of splint material rigidity in implant impression techniques. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2010 Nov-Dec;25(6):1153-8. PMID: 21197492.
28. de Avila ED, de Matos Moraes F, Castanharo SM, Del'Acqua MA, de Assis Mollo F Jr. Effect of splinting in accuracy of two implant impression techniques. *J Oral Implantol.* 2014 Dec;40(6):633-9. doi: 10.1563/AAID-JOI-D-12-00198. PMID: 25506658.
29. Del'Acqua MA, Chávez AM, Compagnoni MA, Mollo Fde A Jr. Accuracy of impression techniques for an implant-supported prosthesis. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2010 Jul-Aug;25(4):715-21. PMID: 20657866.
30. Fernandez MA, Paez de Mendoza CY, 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 Jul;22(5):367-76. doi: 10.1111/jopr.12015. Epub 2013 Feb 6. PMID: 23387412.
31. Filho HG, Mazaro JV, Vedovatto E, Assunção WG, dos Santos PH. Accuracy of impression techniques for implants. Part 2 - comparison of splinting techniques. *J Prosthodont.* 2009 Feb;18(2):172-6. doi: 10.1111/j.1532-849X.2008.00325.x. Epub 2008 Oct 13. PMID: 19178624.
32. Assunção WG, Britto RC, Ricardo Barão VA, Delben JA, dos Santos PH. Evaluation of impression accuracy for implant at various angulations. *Implant Dent.* 2010 Apr;19(2):167-74. doi: 10.1097/ID.0b013e3181cd715f. PMID: 20386220.
33. Faria JC, Silva-Concilio LR, Neves AC, Miranda ME, Teixeira ML. Evaluation of the accuracy of different transfer impression techniques for multiple implants. *Braz Oral Res.* 2011 Mar-Apr;25(2):163-7. doi: 10.1590/s1806-83242011000200011. PMID: 21537642.
34. Osman MS, Ziada HM, Abubakr NH, Suliman AM. Implant impression accuracy of parallel and non-parallel implants: a comparative in-vitro analysis of open and closed tray techniques. *Int J Implant Dent.* 2019 Feb 19;5(1):4. doi: 10.1186/s40729-019-0159-5. PMID: 30778790; PMCID: PMC6379502.
35. Humphries RM, Yaman P, Bloem TJ. The accuracy of implant master casts constructed from transfer impressions. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1990 Winter;5(4):331-6. PMID: 2094651.

36. Şengün, E. , Çömlekoğlu, M. E. , Dündar Çömlekoğlu, M. & Yılmaz, G. İmplant destekli restorasyonlarda kullanılan ölçü teknikleri: derleme. *Öndokuz mayıs üniversitesi diş hekimliği fakültesi Dergisi*. 2016;13, 37-43.
37. Tsagkalidis G, Tortopidis D, Mpikos P, Kaisarlis G, Koidis P. Accuracy of 3 different impression techniques for internal connection angulated implants. *J Prosthet Dent*. 2015 Oct;114(4):517-23. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.05.005. Epub 2015 Jul 26. PMID: 26213265.
38. Ismail IA, Alhadj MN. Accuracy of different impression techniques for multiunit implant restoration: A qualitative in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2020 Dec;124(6):729.e1-729.e5. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.04.025. Epub 2020 Jul 22. PMID: 32709404.
39. Arieli A, Adawi M, Masri M, Weinberg E, Beitlitum I, Pilo R, Levartovsky S. The Accuracy of Open-Tray vs. Snap on Impression Techniques in A 6-Implant Model: An In Vitro 3D Study. *Materials (Basel)*. 2022 Mar 12;15(6):2103. doi: 10.3390/ma15062103. PMID: 35329555; PMCID: PMC8950925.
40. Mpikos P, Kafantaris N, Tortopidis D, Galanis C, Kaisarlis G, Koidis P. The effect of impression technique and implant angulation on the impression accuracy of external- and internal-connection implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2012 Nov-Dec;27(6):1422-8. Erratum in: *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2013 Jan-Feb;28(1):43. Kafantaris, Nikolaos [added]. PMID: 23189292.
41. Rashidan N, Alikhasi M, Samadzadeh S, Beyabanaki E, Kharazifard MJ. Accuracy of implant impressions with different impression coping types and shapes. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2012 Apr;14(2):218-25. doi: 10.1111/j.1708-8208.2009.00241.x. Epub 2009 Oct 5. PMID: 19804420.
42. Dailey B, Jordan L, Blind O, Tavernier B. Axial displacement of abutments into implants and implant replicas, with the tapered cone-screw internal connection, as a function of tightening torque. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009 Mar-Apr;24(2):251-6. PMID: 19492640.
43. Ting-Shu S, Jian S. Intraoral Digital Impression Technique: A Review. *J Prosthodont*. 2015 Jun;24(4):313-21. doi: 10.1111/jopr.12218. Epub 2014 Sep 14. PMID: 25220390.
44. Carneiro Pereira AL, Souza Curinga MR, Melo Segundo HV, da Fonte Porto Carreiro A. Factors that influence the accuracy of intraoral scanning of total edentulous arches rehabilitated with multiple implants: A systematic review. *J Prosthet Dent*. 2023 Jun;129(6):855-862. doi: 10.1016/j.prosdent.2021.09.001. Epub 2021 Oct 13. PMID: 34656307.
45. Bakıç H, Kocacıklı M, Korkmaz T. Diş Hekimliğinde Güncel İnaoral Tarayıcılar. *Ata Diş Hek Fak Derg*. 2021;31(2):289-304. doi:10.17567/ataunidf.713422
46. Gómez-Polo M, Sallorenzo A, Ortega R, Gómez-Polo C, Barmak AB, Att W, Revilla-León M. Influence of implant angulation and clinical implant scan body height on the accuracy of complete arch intraoral digital scans. *J Prosthet Dent*. 2024 Jan;131(1):119-127. doi: 10.1016/j.prosdent.2021.11.018. Epub 2022 Mar 23. PMID: 35337658.
47. Dutton E, Ludlow M, Mennito A, Kelly A, Evans Z, Culp A, Kessler R, Renne W. The effect different substrates have on the trueness and precision of eight different intraoral scanners. *J Esthet Restor Dent*. 2020 Mar;32(2):204-218. doi: 10.1111/jerd.12528. Epub 2019 Sep 30. PMID: 31568660.
48. Ajioka H, Kihara H, Odaira C, Kobayashi T, Kondo H. Examination of the Position Accuracy of Implant Abutments Reproduced by Intra-Oral Optical Impression. *PLoS One*. 2016 Oct 5;11(10):e0164048. doi: 10.1371/journal.pone.0164048. PMID: 27706225; PMCID: PMC5052018.
49. Chia VA, Esguerra RJ, Teoh KH, Teo JW, Wong KM, Tan KB. In Vitro Three-Dimensional Accuracy of Digital Implant Impressions: The Effect of Implant Angulation. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2017 Mar/Apr;32(2):313-321. doi: 10.11607/jomi.5087. Epub 2017 Feb 23. PMID: 28231346.
50. Gimenez-Gonzalez B, Hassan B, Özcan M, Pradies G. An In Vitro Study of Factors Influencing the Performance of Digital Intraoral Impressions Operating on Active Wavefront Sampling Technology with Multiple Implants in the Edentulous Maxilla. *J Prosthodont*. 2017 Dec;26(8):650-655. doi: 10.1111/jopr.12457. Epub 2016 Mar 2. PMID: 26934046.
51. Mangano FG, Hauschild U, Veronesi G, Imburgia M, Mangano C, Admakin O. Trueness and precision of 5 intraoral scanners in the impressions of single and multiple implants: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health*. 2019 Jun 6;19(1):101. doi: 10.1186/s12903-019-0792-7. PMID: 31170969; PMCID: PMC6555024.
52. Renne W, Ludlow M, Fryml J, Schurch Z, Mennito A, Kessler R, Lauer A. Evaluation of the accuracy of 7 digital scanners: An in vitro analysis based on 3-dimensional comparisons. *J Prosthet Dent*. 2017 Jul;118(1):36-42. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.09.024. Epub 2016 Dec 23. PMID: 28024822.
53. Menini M, Setti P, Pera F, Pera P, Pesce P. Accuracy of multi-unit implant impression: traditional techniques versus a digital procedure. *Clin Oral Investig*. 2018 Apr;22(3):1253-1262. doi: 10.1007/s00784-017-2217-9. Epub 2017 Sep 30. PMID: 28965251.
54. Amin S, Weber HP, Finkelman M, El Rafie K, Kudara Y, Paspaspyridakos P. Digital vs. conventional full-arch implant impressions: a comparative study. *Clin Oral Implants Res*. 2017 Nov;28(11):1360-1367. doi: 10.1111/clr.12994. Epub 2016 Dec 31. PMID: 28039903.
55. Alikhasi M, Siadat H, Nasirpour A, Hasanzade M. Three-Dimensional Accuracy of Digital Impression versus Conventional Method: Effect of Implant Angulation and Connection Type. *Int J Dent*. 2018 Jun 4;2018:3761750. doi: 10.1155/2018/3761750. PMID: 29971107; PMCID: PMC6008832.
56. Giménez B, Özcan M, Martínez-Rus F, Pradies G. Accuracy of a digital impression system based on active wavefront sampling technology for implants considering operator experience, implant angulation, and depth. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2015 Jan;17 Suppl 1:e54-64. doi: 10.1111/cid.12124. Epub 2013 Jul 24. PMID: 23879869.
57. Marques S, Ribeiro P, Falcão C, Lemos BF, Rios-Carrasco B, Rios-Santos JV, Herrero-Climent M. Digital Impressions in Implant Dentistry: A Literature Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Jan 24;18(3):1020. doi: 10.3390/ijerph18031020. PMID: 33498902; PMCID: PMC7908474.
58. Revilla-León M, Lanis A, Yılmaz B, Kois JC, Gallucci GO. Intraoral digital implant scans: Parameters to improve accuracy. *J Prosthodont*. 2023 Dec;32(S2):150-164. doi: 10.1111/jopr.13749. Epub 2023 Sep 8. PMID: 37586762.
59. Mizumoto RM, Yılmaz B. Intraoral scan bodies in implant dentistry: A systematic review. *J Prosthet Dent*. 2018 Sep;120(3):343-352. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.10.029. Epub 2018 Apr 5. PMID: 29627211.
60. Pachiou A, Zervou E, Tsirogiannis P, Sykaras N, Tortopidis D, Kourtis S. Characteristics of intraoral scan bodies and their influence on impression accuracy: A systematic review. *J Esthet Restor Dent*. 2023 Dec;35(8):1205-1217. doi: 10.1111/jerd.13074. Epub 2023 Jun 28. PMID: 37381677.
61. Arcuri L, Pozzi A, Lio F, Rompen E, Zechner W, Nardi A. Influence of implant scanbody material, position and operator on the accuracy of digital impression for complete-arch: A randomized in vitro trial. *J Prosthodont Res*. 2020 Apr;64(2):128-136. doi: 10.1016/j.jpor.2019.06.001. Epub 2019 Jun 27. PMID: 31255546.
62. Imburgia M, Logozzo S, Hauschild U, Veronesi G, Mangano C, Mangano FG. Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health*. 2017 Jun 2;17(1):92. doi: 10.1186/s12903-017-0383-4. PMID: 28577366; PMCID: PMC5455075.
63. Mizumoto RM, Yılmaz B, McGlumphy EA Jr, Seidt J, Johnston WM. Accuracy of different digital scanning techniques and scan bodies for complete-arch implant-supported prostheses. *J Prosthet Dent*. 2020 Jan;123(1):96-104. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.01.003. Epub 2019 Apr 27. PMID: 31040026.
64. Kao TY, Hsieh MC, Hsu CP, Liao CC, Chang CL. Accuracy of digital impressions for three-unit and four-unit implant supported fixed dental prostheses using a novel device. *J Dent Sci*. 2023 Apr;18(2):702-708. doi: 10.1016/j.jds.2022.10.014. Epub 2022 Nov 5. PMID: 37021250; PMCID: PMC10068367.
65. Ke Y, Zhang Y, Wang Y, Chen H, Sun Y. Comparing the accuracy of full-arch implant impressions using the conventional technique and digital scans with and without prefabricated landmarks in the mandible: An in vitro study. *J Dent*. 2023 Aug;135:104561. doi: 10.1016/j.jdent.2023.104561. Epub 2023 May 24. PMID: 37236297.

66. Pozzi A, Arcuri L, Lio F, Papa A, Nardi A, Londono J. Accuracy of complete-arch digital implant impression with or without scanbody splinting: An in vitro study. *J Dent.* 2022 Apr;119:104072. doi: 10.1016/j.jdent.2022.104072. Epub 2022 Feb 19. PMID: 35189313.
67. Kernen FR, Recca M, Vach K, Nahles S, Nelson K, Flügge TV. In vitro scanning accuracy using different aids for multiple implants in the edentulous arch. *Clin Oral Implants Res.* 2022 Oct;33(10):1010-1020. doi: 10.1111/clr.13982. Epub 2022 Jul 28. PMID: 35861128.
68. Wu HK, Chen G, Zhang Z, Lin X, Huang X, Deng F, Li Y. Effect of artificial landmarks of the prefabricated auxiliary devices located at different arch positions on the accuracy of complete-arch edentulous digital implant scanning: An in-vitro study. *J Dent.* 2024 Jan;140:104802. doi: 10.1016/j.jdent.2023.104802. Epub 2023 Dec 8. PMID: 38072336.
69. Gómez-Polo M, Cascos R, Ortega R, Barmak AB, Kojs JC, Revilla-León M. Influence of arch location and scanning pattern on the scanning accuracy, scanning time, and number of photographs of complete-arch intraoral digital implant scans. *Clin Oral Implants Res.* 2023 Jun;34(6):591-601. doi: 10.1111/clr.14069. Epub 2023 Apr 13. PMID: 37052054.