

Dental İmplantlarda Stabilite Ölçüm Yöntemleri

Methods of Evaluating The Dental Implant Stability

Elif Öncü¹, Emine Begüm Büyükerkmen²

¹Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji Ana Bilim Dalı, Konya

²Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı, Konya

ÖZET

İmplant stabilitesi osseointegrasyonun başarısını gösteren klinik bir göstergedir ve uzun dönem implant başarısı için şarttır. Denta implantların başarısını değerlendirmek için başvurulan önemli parametrelerden biri implantın kemik içinde stabil olup olmadığının değerlendirilmesidir. İmplant stabilitesi 2 aşamada meydana gelir. Primer implant stabilitesi; lokal kemik kalitesine ve miktarına, kullanılan implant türüne ve yerleştirme tekniğine bağlı mekanik bir olgudur ve cerrahi sırasında oluşan stabilitedir. İkincil stabilite ise implantın iyileşme sürecinde, asıl implant-kemik bağlantısını tarif eder ve implant etrafındaki kemikte iyileşmenin tamamlanması ve remodeling sonucunda oluşan esas stabilitedir. Osseointegrasyonu değerlendirmek için kullanılan histolojik yöntemlerin invaziv olması nedeni ile klinik olarak tercih edilen dental implant stabilite testleri ve radyografiler daha kullanışlı ve kolay yöntemlerdir. Bu derlemede implant stabilitesini değerlendirmek amacı ile kullanılan çeşitli yöntemler hakkında bilgi verilecektir.

Anahtar Kelimeler: Dental İmplant Stabilitesi, osseointegrasyon, Osstell, Periotest

ABSTRACT

Implant stability is one of the important factors to provide successful osseointegration and is obligatory for the long-term success. Implant stability can be defined as the absence of clinical mobility, which is also the suggested definition of osseointegration. Primary implant stability at placement is a mechanical phenomenon that is related to the local bone quality and quantity, the type of implant and placement technique used. Secondary implant stability is the increase in instability attributable to bone formation and remodeling at the implant/tissue interface and in the surrounding bone. There are many ways in which the implant stability can be evaluated such as Because of the invasive nature of histological analysis, various other methods have been proposed such as dental implant stability tests and radiographs. This review focuses on various methods to evaluate implant stability.

Keywords: Dental Implant Stability, osseointegration, Osstell, Periotest

GİRİŞ

Osseointegre implantların uzun dönem başarısı için aranan en önemli kriter, implantın kemik içinde stabil olmasıdır. İmplant-kemik bağlantısı oluşurken primer ve sekonder olmak üzere iki tip stabilizasyon oluşmaktadır. Primer ve sekonder stabilitenin sağlanması osseointegrasyonun başarılı olduğunu göstermektedir.¹ Başlangıçtaki primer implant stabilitesi; implant yatağının kemik duvarında mekanik olarak oluşturulan makro retansiyon yolu ile sağlanmaktadır.² İyileşme sırasında yeni oluşan kemik dokusu ile implant yüzeyinde biyolojik bağlantı oluşur, böylece primer stabilitesi sekonder stabilite ile yer değiştirir. Dokunun iyileşme ve olgunlaşma döneminde kemik-implant bağlantısında meydana gelen değişiklikler, sekonder implant stabilitesinin derecesi ile belirlenebilir.²

İmplant başarısızlığının belirtisi olan kriterlerden en önemlileri implantta mobilite oluşması ve implant etrafında alveolar kemik rezorpsiyonunun görülmesidir. Klinik olarak uygulanan testler ile başarısızlık önceden tahmin edilebilir ve stabilite değerlendirilmesi ile

osseointegrasyon durumu belirlenebilir.³ Ayrıca implant ve kemik yüzeyleri arasındaki bağlantının yetersiz olması, implant çevresinde oluşan radyolüsent görüntü ve hafif mobilite implantların fibröz dokuyla iyileştiğini göstermektedir ve bu implantlar kaybedilmektedir.⁴

Osseointegrasyon; optik mikroskop veya elektron mikroskopu ile kemik-implant temas (BIC, bone to implant contact) özelliklerinin değerlendirilmesi yolu ile tespit edilebilir.⁵ Radyograflarla marjinal kemik kaybının tespiti ile birlikte klinik olarak da implant mobilitesinin gözlemlenmesi ile osseointegrasyon klinik olarak değerlendirilebilir.⁶ Önceleri, kemik kaybını ve stabiliteyi değerlendirmek amacı ile dental radyografilerden, dijital substraksiyon yönteminden, bilgisayarlı tomografilerden ve histolojik kesit çalışmalarından faydalanılmıştır. Bu tekniklerde mobilite ölçümünden ziyade implant-kemik temasına bakılarak stabilitenin tespit edilmesi amaçlanmaktadır, ancak bu yöntemler tek başına yeterli değildir ve histolojik kesit almak klinik açıdan kullanışlı bir yöntem değildir.

Radyografi tekniği, uygulamasının kolay ve ucuz olması nedeniyle klinik olarak en çok kullanılan yöntemdir, ancak kemik kaybı bulgusu osseointegrasyon başarısını belirlemede tek başına yeterli değildir. Bu nedenle radyografi yöntemi diğer implant mobilite testleri ile desteklenmelidir.⁷

İmplant Stabilitesi Değerlendirme Yöntemleri:

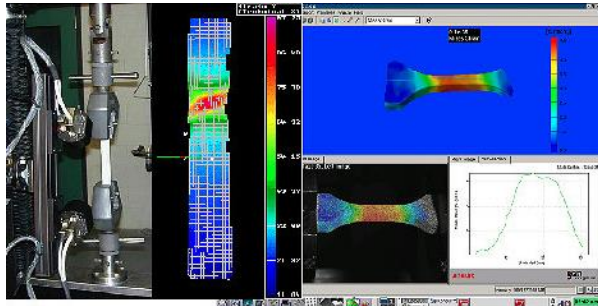
İmplant stabilitesini değerlendirilmesinde çeşitli tanısal analiz yöntemleri kullanılmaktadır. Primer implant stabilitesi, yıkıcı veya yıkıcı olmayan yöntemlerle ölçülebilmektedir.

Histomorfometrik Analiz:

Histomorfometrik analiz implant ve implant çevresindeki kemiğin histolojik kesitinin boyalı örneğinden kemik-implant kontak miktarının hesaplanmasını sağlamaktadır. Hassas ölçüm yapılmasını sağlar fakat invaziv ve yıkıcı bir yöntemdir ve uzun dönem çalışmalar için uygun değildir. Bu analiz klinik olmayan çalışmalar ve deneyler için kullanılabilir.

Radyografiler:

Radyografiler, implantın yerleştirileceği alandaki kemiğin niceliğini ve niteliğini değerlendirmede faydalıdır. Aynı zamanda osteointegrasyon sürecini ve peri-implant lezyonlarını gözlemleyerek primer implant stabilitesini öngörmekte faydalıdır. Tanısal hassasiyeti düşük olmasına rağmen radyografiler uygulama kolaylığı nedeniyle osteointegrasyonu ve implant stabilitesini klinik olarak değerlendirirken kullanılan önemli yöntemlerden birisidir.⁵



Şekil 1: Fotogrametrik ölçüm yapan bilgisayar destekli 3D optik inspeksiyon sistemi

Çekme ve itme testleri:

Bu testler büyük oranda *in vitro* olarak kullanılmaktadır.⁸ Klinik olarak implant mobilitesi; el aletlerinin sapları ile yapılan itme-çekme yöntemi ile değerlendirilebilir ve Miller sınıflamasına göre derecesi tespit edilip değerleri kaydedilebilir. Miller sınıflamasına göre mobilite miktarı 0,2 mm'den az ise sınıf 0, hareket 0,2-1mm aralığında ise sınıf 1, 1-2 mm arasındaki hareketlilik sınıf 2, 2 mm'yi aşan hareketlilik ve dikey mobilite sınıf 3 olarak derecelendirilir. Ancak bu yöntem görsel ve dokunma hassasiyeti gerektirmektedir, bu nedenle öznel bir yöntemdir.⁹

İmplantın primer stabilitesini ölçmek için cerrahi sırasında raşet ve tork aletleri de kullanılabilir.

Raşet; implant yerleştirilmesi sırasında primer stabilitenin saptanması hakkında fikir verebilir. Bununla implantın kaç Ncm güç ile yerleştiği ve sıkıştığı belirlenebilir. Tork ölçümleri elektronik cihazlar ile de yapılabilmektedir. Tork aleti 10, 20, 32 ve 45 Ncm'e kalibre edilmiştir. 32 Ncm ve üzerindeki değerlerde implant stabil kabul edilmektedir.⁸

Fotogrametrik ölçüm sistemleri:

Görüntü korelasyon tekniklerine dayalıdır ve endüstriyel uygulamalarda farklı malzemelerin deformasyon ölçümü, gerilme analizi, yer değiştirme tespiti için kullanılmıştır (Şekil 1).¹⁰

Bu yöntemde dişlerin ve implantların mobilite analizi için fotogrametrik prensiplere dayalı olarak oluşturulmuş bilgisayar destekli optik inspeksiyon sistemi kullanılır. Dijital korelasyon görüntü sisteminde yükler altındaki dişin veya implantın mikro yüzey özelliklerindeki değişimleri ve hareketleri değerlendirilmektedir. Uygulanan yüklerle bağlı olarak oluşan yüzey değişimleri veya yer değiştirme hareketleri iki kamera tarafından kaydedilir.¹¹ Bu sistemde diş sıkıca adapte olan bir prob ile okluzal yönde kuvvet uygulanmaktadır. Uygulanışında; öncelikle protez veya dişler alkolle temizlenir ve üzerine grafit sprey şeklinde uygulanan ve düzensiz yüzey özelliği gösteren, yansıtma özelliği olmayan rezin uygulanır.¹² Hastada ağrı oluşuncaya kadar 9N-81N arasındaki bir değerde yükleme yapılır ve fotoğrafların (Aramis system 4 M; GOM mbH. 2048×2048 pixel resolution). Ölçüm işleminden emin olmak için 120 saniye ışık uygulanır. Fotoğraflar özel bir yazılım sistemine aktarılır (Aramis software; GOM mbH). Yükleme yapılan dişin komşuluğunda yükleme yapılmamış olan diş referans alınarak vertikal ve horizontal mobilite değerleri belirlenir.¹²

Dental Fine Tester:

Dental Fine Tester; implant ve dişin mobilitesini ölçmek için dizayn edilmiş elektronik bir cihazdır. Açılı bir sap ve plastik bir uçtan oluşan küçük bir çekiç şeklindedir. Bu çekiç bir nesneye vurduğunda, içinde minyatür bir hızölçer (akselerometre) bulunan plastik kısım akselerasyon oranını ölçer. Aletin elle tutulan kısmı, yazıcı ve dijital göstergeli elektronik bir kontrol mekanizmasına bağlıdır.

Diş veya implanta yaklaşık 10 kere vurulur ve bu vuruşların ortalaması alınarak diş mobilitesi hesaplanır. Çıkan sonuç Dental Fine Tester birimi (Dental Fine Tester Unit) olarak ifade edilir.¹³ Dental Fine Tester birimleri 0.0'dan 3.9'a kadar skalalanır. Günümüze kadar bu teknik üzerine az sayıda araştırma yayınlanmıştır.¹⁴ Dental Fine Tester'ın tekrar edilebilirliğinin zor olması ve düşük hassasiyeti nedeniyle hatalı sonuçların oluşabilmesine yol açmaktadır.¹⁵

Kesme direnci ölçümü (Yerleştirme torku):

Kesme torkunun ölçümü, implant yuvaları hazırlanırken kesme direncinin ölçülmesi ile uygulanan bir yöntemdir.

Bazı araştırmacılar tarafından implant yerleştirilmesi sırasında kemik densitelerini değerlendirmesi amacıyla kullanılmaktadır.^{13,16,17}

Bu yöntem, Johansson ve Strid tarafından primer stabilitenin değerlendirilmesi için geliştirilmiştir ve implantın yerleştirilmesi sırasında kesme direncinin bir el aleti ile değerlendirilmesi sistemine dayanmaktadır.^{18,19} Bu yöntem ile bölgesel kemiğin kalitesi hakkında bilgi elde edilir. Bu bilgi ortalama iyileşme süresinin tahmin edilmesinde kullanılabilir. Bu teknik yerleştirme sırasında kemik kalitesi hakkında bilgi vermekle birlikte cerrahi öncesi kemik kalitesini belirlemek için kullanılamamaktadır, sadece cerrahi sırasında ölçüme imkân veren bu yöntem, implant yerleştirildikten sonra da ölçüm yapmaya imkân tanımamaktadır.¹³

Çıkarma (Ters yönlü) tork testi:

Bazı araştırmacılar vida şekilli titanyum implantların osseointegrasyonunun, ters yönlü tork uygulanarak test edilebileceğini ileri sürmektedirler.¹⁶ Bu teknikte; implanta, saatin ters yönünde 20 Ncm'ye kadar kuvvet uygulanır.^{13,16} Çıkarma torku testinde kuvvet ya manüel olarak bir raşet ile ya da elektronik olarak kontrol edilen motorlu bir döner alet ile uygulanır. Teknik, implant ve çevre kemik arasındaki ara yüzey bağlantısını bozmak için gerekli en yüksek torku ölçmeyi amaçlar.^{13,16}

Osseointegre implantlar bu ters yönlü torka direnç gösterirken, başarısız implantlar yerlerinden kolayca ayrılır. Bu durum fibröz enkapsülasyon olduğunun göstergesidir.^{20,21} Brenemark, tork yükü uygulamasının, düşük dereceli torklarda bile implantlarda geri dönüşümsüz plastik deformasyona yol açtığını rapor etmiştir.²¹ Ters yönlü tork testi implant çevresindeki kemik oluşumunu ve iyileşmenin derecesini değerlendiremez. İmplant-doku ara yüzünün yapısı hakkında sınırlı bilgi veren ve implant-kemik bağlantısının bozulmasına neden olan bir yöntemdir. Kötü kalitedeki bir kemiğe yerleştirilen bir implanta bu testin uygulanması veya kemik mineralizasyonun tamamlanmasından önce bu uygulamanın yapılması sonucunda implantın kaybedilme olasılığını artırmaktadır.^{13,20} Çıkarma torku için uygulanan kuvvet, implant ara yüzeyinde makaslama kuvveti oluşturduğundan bu yöntemde implantın kaybedilme olasılığı vardır. İnvaziv bir uygulama olduğu için klinik olarak uygulama alanı yoktur. Bu teknik genellikle hayvan deneylerinde kullanılmaktadır.^{22,23,24}

Yerleştirme Torku

İmplantlar hazırlanmış olan implant kavitesi içine yerleştirilirken yuvadaki yivin açılması için gereken en düşük tork kuvveti belirlenerek kaydedilmektedir ve elde edilen değer primer implant stabilitesi miktarı hakkında bilgi vermektedir, stabilite arttıkça tork değeri de yükselmektedir.²⁵

Dinamik model testi:

Dinamik Model testi, implantı titreşim ile uyarıp titreşim cevabını ölçme yolu ile çalışan mobilite değerlendirme

teknikidir. Saat sarkacına benzeyen dönen bir el aleti kullanılarak yapılmaktadır.

Bu teknikte el aleti ile implanta vurulur ve bir vibrasyon oluşturulur. El aletinin baş kısmında, vurulduğunda ucunda oluşan kuvvetle orantılı bir voltaj sinyali oluşturan piezoelektrik kristali bulunur.²⁶ Kristal yapıdaki cisimlerin kendilerine dışarıdan uygulanan basınç miktarı ile orantılı olarak elektrik üretme özelliği, kuvvetin büyüklüğüne, yönüne ve uygulama noktasına göre farklılıklar gösterebilir. Araştırmacılar bu tekniğin laboratuvar çalışmalarında rahatlıkla kullanılabileceğini, fakat klinik uygulamalarda, el aleti kullanılacak olmasının zararlı olabileceğini bildirmişlerdir.²⁶

İmpuls testi (Implatest):

İmplatest'te akselerometre cihazı kendi gövdesi içindeki esnek bir membrana yerleştirilmiştir ve cihazın kayıt yapan ucuna bağlanmıştır. Kayıt sırasında, akselerometre, cihazın harekete geçirici mekanizmasından bir uyarım alır ve bu uyarım, implanta doğru hareket eder.²⁰ Cihazın ucu implanta dokunduğunda elde edilen veriler (ATH verileri) kaydedilir. Cihazın ucu implant ile temas halindeyken toplanan başlangıç verileri değerlendirme dışı bırakılarak geri kalan veriler analiz edilir. İmplantın stabilitesi, verilerin analizi sonucu ortaya çıkan ve cihazın ekranına yansıtılan grafiğe göre değerlendirilir. Grafiği oluşturan eğri düz ise bu, iyi bir osseointegrasyonun olduğu anlamına gelirken, eğrinin "girintili çıkıntılı" ya da "engebeli" olması osseointegrasyonun yetersiz olduğunu ifade eder.²⁰

Titreşim salınımlı dalga uyarımı:

Bu teknik ilk defa Kaneko ve ark. tarafından kullanılmıştır. Bu yöntemde titreşim salınımlı dalga uyarımı (pulsed oscillation waveform (POWF)) kullanılarak implant-kemik ara yüzünün mekanik titreşim özelliklerini analiz etme yöntemi ile implant stabilitesi değerlendirilmiştir.³⁴

POWF ölçümü küçük bir darbeli kuvvet tarafından indüklenen implantın titreşim genişliği ve sıklığı tahminine dayanmaktadır. Bu sistem akustoelektrik sürücüsü (AED), akustoelektrik alıcı (AER), puls üretici ve osiloskop parçalarından oluşmaktadır. AED ve AER bir piezoelektrik elemanı ve iğne ucundan oluşur. Piezoelektrik elemanlara bağlı bulunan iki ince iğneden biri ile implanta hafifçe dokunularak yaklaşık 1 kHz arasında çok frekanslı bir güç uygulanır. İmplant-kemik ara yüzeyinde üretilen rezonans ve titreşim kuvveti toplanır ve osiloskop ekranında görüntülenir.²⁷

Elektromekanik Yöntem:

İlk olarak periodontal ligamentin söndürme kapasitesini belirleyerek diş mobilitesini değerlendirmek amacı ile ortaya çıkmıştır. Periotest cihazı periodontal dokuların fonksiyonunun objektif ölçümünü sağlamak için dizaynedilmiştir ve 1986'dan beri diş hekimliğinde kullanılmaktadır. Daha sonra implant stabilitesini değerlendirmek amacı ile kullanılmaya başlanmıştır.²⁸

Periotest uygulaması elektromekanik bir uygulamadır. Alet elektrik ile çalışmaktadır ve çıkan değerler monitörize edilmektedir. Aletin hareketli ucu ölçüm yapılacak olan diş ya da implanta 4 saniye boyunca saniyede 4 kere çarpma hareketi yapmaktadır. Hareketli ucun basınca duyarlı parçası ölçümü yapılan diş ya da implanta yayılan temas süresini ölçer ve kaydeder. Dişin ya da implantın stabilitesi ne kadar az ise, temas süresi o kadar uzun, ölçülen periotest değeri de o kadar fazla olacaktır. Eğer implant stabil ise periotest temas süresi kısa ve periotest değerleri daha düşük olacaktır. Geçerli ve anlamlı ölçümler elde etmek için periotest doğru ve standart pozisyonda kullanılmalıdır. Periotestte ölçüm değerleri -8 ile +50 arasında belirlenmektedir. Testte belirtilen değer ne kadar düşüğe ölçülen dişin ya da implantın stabilitesi o kadar iyidir. Bazı otoriteler periotest kemik-implant kontaktağını değerlendirilebileceğini böylece kemik rezorbsiyonunun miktarını belirleyebileceğini savunmaktadır.^{29,30}

Periotest ucunun yerleştirme konumunun implant iyileşme başlığına olan açısına göre ölçülen değerler 2.5-4 değerleri arasında sapma gösterebilir.^{31,32} Bu nedenle yanlış sonuçlar oluşabilmektedir. İmplant ve prob arasındaki horizontal uzaklığın, ölçüm sonuçlarını etkilemesi ve implant-kemik ara yüzündeki küçük değişikliklerin belirlenememesi gibi dezavantajları vardır. Periotest implant stabilitesinin klinik olarak değerlendirilmesinde hassasiyetinin zayıf olması, abutment özellikleri ve kontakt noktası gibi değişkenlerden etkilenmesi ve doğruluğunun ölçüm yapan kişiye bağlı olarak değişkenlik göstermesi nedeniyle kullanımı sınırlıdır.¹⁸

Rezonans Frekans Analizi:

Osstell, invaziv olmayan ve destrüktif özellik göstermeyen bir alettir ve implant stabilitesini ölçerek osseointegrasyon seviyesinin belirlenmesini sağlamaktadır.³³ Meredith ve ark. 1996 yılında radyofrekans analizini (RFA) konu alan ilk çalışmalarını takiben, 2000 yılında Osstell® sistemini (Osstell Mentor, Osstell ISQ Integration Diagnostics AB, Göteborg, Sweden)) piyasaya sürmüştür. Osstell® cihazı, rezonans sıklığı analizini kullanarak makaslama, germe ve baskı kuvvetlerini içeren kompleks bir sistemi ölçer. Meredith ve ark. ilk çalışmalarında kullanılan ölçüm birimi 3500-8500 kHz arasında değişmektedir. Ancak implant stabilite katsayısı (ISQ-Implant Stability Quotient) daha sonra geliştirilerek "kHz" ile ifade edilen birimler 1 ile 100 arasında değişen ISQ birimine dönüştürülmüştür.^{33,34} Günümüzde kullanılan Osstell Mentor®, otomatik olarak kHz'i ISQ değerine çevirmektedir. Doğrudan implant veya abutment üzerine 5-10Ncm güç ile vidalanan bir dönüştürücü tarafından tekrarlanan sinyaller yayan ve bu sinyallere verilen yanıtı ISQ değerine çeviren taşınabilir bir cihazdır.

Osstell Mentor®'dan kısa süre sonra geliştirilen Osstell ISQ, implant üzerine geçici olarak vidalanan manyetik ölçüm ucu (SmartPeg) adı verilen dönüştürücüden gelen

manyetik dalgayı algılayıp SmartPeg'i manyetik bir vuruş ile uyararak daha pratik bir sistemdir. Bu manyetik vuruşun süresi yaklaşık 1 milisaniye kadardır. Bu uyarıdan sonra SmartPeg serbestçe titreşmeye başlar ve ucundaki mıknatıs, cihazın uç kısmındaki bobinde elektrik akımı meydana getirir. Bu elektrik voltajı rezonans frekans analizörü tarafından çözülen ölçüm sinyalıdır ve rezonans frekansı birçok kez ve birçok yönde ölçülür. Ölçüm sonucu, rezonans frekansının aritmetik algoritması yoluyla elde edilen ISQ değeri olarak verilir. Yine aynı eski sistemdeki gibi ISQ değeri 0-100 arasında değişmektedir. 40 değer altındaki ölçümler başarısız bir implant stabilitesi olduğunu belirtmektedir. Osstell TM Mentor ve ISQ cihazlarının eski Osstell TM cihazından en büyük farkı ve avantajı, birçok ölçümü değişik yönlerde yapması ve sonuçta tek bir değer vermesidir.³⁵

Osstell kullanımı hiçbir temas içermez, probun ucu SmartPeg'e değdirilmeden ölçüm yapılır, tamamen non-invazivdir ve hasta 1-2 saniye süren ölçüm sırasında bir şey hissetmez. Stabilite implant üzerinde ISQ değeri ile gösterilir. ISQ Bunu ISQ'nun ilk geçtiği yere taşımak doğru olur. RFA değeri, SmartPeg üzerinden ölçülen ve implantın stabilitesi ile belirlenen rezonans frekansından çıkartılır. Kemik homojen değilse, SmartPeg otomatik olarak, en yüksek ve en düşük stabilite yönlerini gösteren iki moda titreşir. Bu sayede cihaz, implantın en yüksek ve en düşük stabilitesini doğru şekilde gösterir. Her iki değeri de ölçtüğünüzden emin olmak için birinci ölçüm için prob çene hattı ile aynı hizada tutulurken, ikinci ölçümde ise çene hattına dik olarak tutulmalıdır.³⁵

RFA daha önceki bir çok çalışmada yerleştirme torku ve kemik-implant bağlantısını gösteren histolojik çalışmalarla karşılaştırılmış ve sonuçların birbiri ile pozitif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir.^{36,37,38}

Rutin klinik uygulamalarda implant stabilitesinin değerlendirilmesinde objektif bulgular veren ve kullanışlı ölçüm cihazı olarak kabul edilen RFA yöntemine sıklıkla başvurulmaktadır. Bu yöntem ile kantitatif ve tekrarlanabilir ölçümler yapılabilmektedir. Bu yöntem implant stabilitesi için tanısal kriter ve uzun vadeli implant başarısı için prognostik kriter olarak kabul edilmektedir.³⁸

SONUÇ:

İmplantın yerleştirildikten sonra yeterli stabiliteye sahip olması, hem iyileşme sırasında implant çevresinde gerekli ve yeterli kemik oluşumunun sağlanması hem de iyileşme sonrasında çığneme ve okluzal fonksiyonel kuvvetlerin implant-kemik ara yüzüne optimal şekilde dağıtılabilmesi açısından önemlidir. İmplant destekli tam protezlerde stabilitenin zamanla nasıl değiştiğini görmek önemlidir. Özellikle brüksizm gibi parafonksiyonlara sahip hastalarda yüklemelerden sonra stabilite değerlerinde düşme gözlenirse, gerekli okluzal düzeltmeler yapılarak ve implantlara gelen yükler azaltılarak implantların kaybı önlenmiş olur. Stabilite,

uzun dönem klinik başarı için son derece önemlidir. İmplant stabilitesi ölçüm yöntemlerinin klinik olarak kullanılabilirliği karşılaştırıldığında; uygulama kolaylığı ve tekrar edilebilirliğini yanı sıra Rezonans Frekans Analizinin osseointegrasyon sürecinin izlenmesinde çok önemli bir araç olduğu söylenilebilir. RFA sadece implantın yerleştirilmesi esnasında değil, iyileşme döneminde ve ilerleyen dönemlerde de stabilitenin nasıl değiştiğinin izlenmesinde faydalı bir araçtır.

TEŞEKKÜRLER

Bu makalenin yazılması için fikirleri ile destek olan Prof.Dr.Emine Elif Alaaddinoğlu'na ve Prof.Dr. Nimet Ünlü'ye teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Branemark PI. Osseointegration and its experimental background. *J Prosthet Dent* 1983; 50: 399-410.
2. Christina PC, Sim Niklaus PL. Factors influencing resonance frequency analysis assessed by Osstellmentor during implant tissue integration: Instrument positioning, bone structure, implant length, *Clin Oral Impl Res* 2010; 21: 598-604.
3. Meredith N, Alleyne D, Cawley P. Quantitative determination of the stability of the implant-tissue interface using resonance frequency analysis. *Clin Oral Implants Res* 1996; 7: 261-267.
4. Teerlinck J, Quirynen M, Darius P, Steenberghe D. Periotest: an objective clinical diagnosis of bone apposition toward implants. *Int J Oral Maxillofac Impl* 1991; 6: 55-61.
5. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The longterm efficacy of currently used dental implants: A review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986; 1: 11-25.
6. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark PI, Lindhe J, Eriksson B. Marginal tissue reactions at osseointegrated titanium fixtures. A 3-year longitudinal prospective study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1986; 15: 39-52.
7. Sundén S, Gröndahl K, Gröndahl HG. Accuracy and precision in radiographic diagnosis of clinical instability in Branemark dental implants. *Clin Oral Implants Res* 1995; 15: 220-226.
8. Misch CE, Wang HL, Misch CM, Sharawy M, Lemons J, Judy KW. Rationale for the application of immediate load in implant dentistry Part I. *Implant Dent* 2004; 13: 207-214.
9. Cochran DL, Buser D, ten Bruggenkate CM, Weingart D, Taylor TM, Bernard JP, et al. The use of reduced healing times on ITI implants with a sandblasted and acid-etched (SLA) surface: early results from clinical trials on ITI SLA implants. *Clin Oral Implants Res* 2002; 13: 144-153.
10. Tyson J, Schmidt T, Galanulis K. Biomechanics deformation and strain measurements with 3D image correlation photogrammetry. *Exp Techniques* 2002; 26: 39-42.
11. Schmidt T, Tyson J, Galanulis K. Full-field dynamic displacement and strain measurement using advanced 3D image correlation photogrammetry: part 1. *Exp Techniques* 2003; 27: 47-50.
12. Luhman T, Robson S, Kyle S, Harley I. Close range photogrammetry: principles, techniques and applications. *Whittles Publishing, Dunbeath*, 2006; 21: 319-397.
13. Meredith N. Assessment of implant stability as a prognostic determinant. *Int J Prosthodont* 1998; 11: 491-501.
14. Meredith, N. A review of nondestructive test methods and their application to measure the stability and osseointegration of bone anchored endosseous implants. *Crit Rev Biomed Eng* 1998; 26: 275-291.
15. Bischof M, Nedir R, Szmukler-Moncler S, Bernard JP, Samson J. Implant stability measurement of delayed and immediately loaded implants during healing. *Clin Oral Implants Res* 2004; 15: 529-539.
16. Valderrama P, Oates TW, Jones AA, Simpson J, Schoolfield JD, Cochran DL. Evaluation of two different resonance frequency devices to detect implant stability: A clinical trial. *J Periodontol* 2007; 78: 262-272.
17. Rabel A, Köhler SG, Schmidt-Westhausen AM. Clinical study on the primary stability of two dental implant systems with resonance frequency analysis. *Clin Oral Investig* 2007; 11: 257-265.
18. Rasmusson L, Meredith N, Cho IH, Sennerby L. The influence of simultaneous versus delayed placement on the stability of titanium implants in onlay bone grafts. A histologic and biomechanic study in the rabbit. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1999; 28: 224-231.
19. Johansson P, Strid KG. Assessment of bone quality from cutting resistance during implant surgery. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994; 9: 279-288.
20. Dario LJ, Cucchiari PJ, Deluzio AJ. Electronic monitoring of dental implant osseointegration. *J Am Dent Assoc* 2002; 133: 483-490.
21. Brånemark R, Ohnell LO, Nilsson P, Thomsen P. Biomechanical characterization of osseointegration during healing: an experimental in vivo study in the rat. *Biomaterials* 1997; 18: 969-978.
22. Meredith N, Book K, Friberg B, Jemt T, Sennerby L. Resonance frequency measurements of implant stability in vivo. *Clin Oral Implants Res* 1997; 8: 226-233.
23. Meredith N, Shagaldi F, Alleyne D, Sennerby L, Cawley P. The application of resonance frequency measurements to study the stability of titanium

- implants during healing in the rabbit tibia. *Clin Oral Implants Res* 1997; 8: 234-243.
24. Huang HM, Lee SY, Yeh CY, Lin CT. Resonance frequency assessment of dental implant stability with various bone qualities: a numerical approach. *Clin Oral Implants Res* 2002; 13: 65-74.
25. Johansson P, Strid CG. Assessment of bone quality from cutting resistance during implant surgery. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994; 9: 279-288.
26. Elias JJ, Brunski JB, Scarton HA. A dynamic modal testing technique for noninvasive assessment of bone-dental implant interfaces. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996; 11: 728-734.
27. Kaneko T. Pulsed oscillation technique for assessing the mechanical state of the dental implant- bone interface. *Biomaterials* 1991; 12: 555-560.
28. Yeler H, Köşger H, Öztürk M, Ay S. Gömülü alt üçüncü molar dişlerin cerrahi çekiminden sonra ikinci molar diş mobilitesinin Periotest ile değerlendirilmesi. *Cumhuriyet Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi* 1999; 2: 122-126.
29. Chavez H, Ortman LF, DeFranco RL, Medige J. Assessment of oral implant mobility. *J Prosthet Dent* 1993; 70: 421-426.
30. Schulte W, d'Hoedt B, Lukas D, Maunz M, Steppeler M. Periotest for measuring periodontal characteristics correlation with periodontal bone loss. *J Periodontal Res* 1992; 27: 184-190.
31. Derhami K, Wolfaardt JF, Faulkner G, Grace M. Assessment of the periotest device in baseline mobility measurements of craniofacial implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995; 10: 221-229.
32. Faulkner MG, Wolfaardt JF, Chan A. Measuring abutment/implant joint integrity with the Periotest instrument. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999; 14: 681-688.
33. Meredith N, Alleyne D, Cawley P. Quantitative determination of the stability of the implant-tissue interface using resonance frequency analysis. *Clin Oral Implants Res* 1996; 7: 261-267
34. Meredith, N. A review of nondestructive test methods and their application to measure the stability and osseointegration of bone anchored endosseous implants. *Crit Rev Biomed Eng* 1998; 26: 275-291
35. Meredith N, Book K, Friberg B, Jemt T, Sennerby L. Resonance frequency measurements of implant stability in vivo. A cross-sectional and longitudinal study of resonance frequency measurements on implants in the edentulous and partially dentate maxilla. *Clin Oral Implants Res* 1997; 8: 226-233.
36. Friberg B, Sennerby L, Meredith N, Lekholm U. A comparison between cutting torque and resonance frequency measurements of maxillary implants. A 20-month clinical study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1999; 28: 297-303.
37. Nkenke E, Hahn M, Weinzierl K, Radespiel-Troger M, Neukam FW, Engelke K. Implant stability and histomorphometry: A correlation study in human cadavers using stepped cylinder implants. *Clin Oral Implants Res* 2003; 14: 601-609.
38. Mistry G, Shetty O, Shetty S, Singh R. Measuring implant stability: A review of different methods. *J Dental Implants* 2014; 4: 165-169
39. Scarano A, Iezzi G, Petrone G, Marinho VC, Corigliano M, Piattelli A. Immediate postextraction implants: a histologic and histometric analysis in monkeys. *J Oral Implantol* 2000; 26: 163-169.
40. Schropp L, Isidor F. Timing of implant placement relative to tooth extraction. *J Oral Rehabil* 2008; 35: 33-43.

Yazışma Adresi:

Yard. Doç. Dr. Elif ÖNÇÜ
Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Periodontoloji AD
Karaçiğın Mah. Ankara Cd. No:24 Konya-Türkiye
E-Mail: oncu.elif@hotmail.com