



İMLANT STABİLİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: "REZONANS FREKANS ANALİZİ"

THE EVALUATION OF IMPLANT STABILITY:" RESONANCE FREQUENCY ANALYSIS"

Arş. Gör. Dt. Hatice ÖZDEMİR*

Prof. Dr. Funda BAYINDIR*

Makale Kodu/Article code: 561
Makale Gönderilme tarihi:25.05.2011
Kabul Tarihi:19.09.2011

ÖZET

İmplant destekli restorasyonlarda erken yükleme kavramı son dönemlerde yaygınlık kazanmıştır. İmplantların erken dönemde yüklemeye uygun olup olmadıklarının belirlenmesinde, primer implant stabilitesi önemli bir yer tutmaktadır. Bununla birlikte, çeşitli etkenlere bağlı olan primer implant stabilitesinin, başarılı bir osseointegrasyon için gerekli faktörlerden birisi olduğu belirtilmektedir. Rezonans frekans analiz tekniği, tedavinin çeşitli süreçlerinde implantlarda erken yüklemeyi değerlendirmede faydalı olabilir. Çalışmalar; yüksek implant stabilite katsayısı değerine sahip implantların başarılı bir şekilde integre olurken, düşük ve azalan implant stabilite katsayısı değerlerinin implant başarısızlığı ve/veya marjinal kemik kaybının işareti olabileceğini göstermiştir. Bu derlemenin amacı; rezonans frekans analizi hakkında detaylı bilgi vermektir.

Anahtar Kelimeler: İmplant, Primer İmplant Stabilitesi, Osseointegrasyon, Rezonans Frekans Analizi

ABSTRACT

Early loading concept has been widely used recently in implant supported dental restorations. Primary implant stability is of vital importance when evaluating the availability of implants for early loading. Moreover, primary implant stability that is related to several parameters has been shown to be one of the key factors for a successful osseointegration. The resonance frequency analysis technique may be useful for assessing immediate loading implants during the various stages of treatment. Studies indicate that implants with high implant stability quotient values during follow-up examinations are successfully integrated, whilst low and decreasing implant stability quotient values may be a sign of ongoing implant failure and / or marginal bone loss. The aim of this review; to give detail information about the resonance frequency analysis.

Key Words: Implant, Primer İmplant Stability, Osseointegration, Resonance Frequency Analysis

GİRİŞ

İnsanlar yüzyıllardan beri fonksiyonel ve estetik nedenlerden dolayı kaybedilen dişlerin yerini doldurabilmek için çeşitli tedavi yöntemleri geliştirmiştir. Bu tedavi yöntemlerinden biri de dişsiz boşlukların implantlar ile rehabilite edilmesidir.¹ Uygun endikasyonlarda, dişsiz hastaların protetik rehabilitasyonunda osseointegre implantlar yüksek başarı oranı gösterir.^{2,3} Osseointegrasyon; sağlıklı kemik ve implantlar arasında mikroskobik düzeyde direkt yapısal ve fonksiyonel birleşme olarak tanımlanmaktadır.⁴ Osseointegrasyon; implant çevresindeki kemiğin sertliği, implant yüklemesi süresince fibröz doku formasyonu ve

implant yüzeyine kenetlenme ile mikro hareketliliğin engellenmesiyle artar.⁵

Dental implant tedavisinde güncel konulardan birisi haline gelen erken yükleme uygulamaları son dönemlerde yaygınlık kazanmaktadır. Geleneksel implant uygulamalarında, cerrahi işlem sonrasında alt çenede 3 ay ve üst çenede 6 aylık iyileşme süreleri beklendikten sonra protetik işlemlere geçilmektedir. İmplantasyon sonrası implanta yük uygulamadan belirli bir süre beklenilmesindeki amaç, çevre kemik dokusunun yeterince mineralize olarak protetik yükleri karşılayabilecek hale gelmesi düşüncesidir. Fakat

* Atatürk Üniversitesi, Dişhekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı



implantoloji alanındaki uygulamaların ve araştırmaların artmasıyla birlikte bu sürelerin kısaltılabilmesi mümkün hale gelmiştir. İmplant uygulaması sonrası protetik aşamaya geçiş zamanlamasına bağlı olarak farklı yükleme protokolleri geliştirilmiştir. Buna göre, implantasyon sonrası 1 hafta içerisinde protezin uygulandığı durumlar " *hemen yükleme* ", protezin 1 hafta ile 2 ay arasında uygulandığı olgular " *erken yükleme* ", 2 aydan sonraki uygulamalar ise " *geç yükleme* " olarak sınıflandırılmıştır.⁶⁻⁹

İmplantların erken dönemde yüklemeye uygun olup olmadıklarının belirlenmesinde, primer implant stabilitesi önemli bir yer tutmaktadır. Kemik kalitesi, kemik miktarı, implant tasarımı ve yerleştirme tekniği primer implant stabilitesini etkileyen faktörlerdir. Ayrıca primer implant stabilitesi, başarılı bir osseointegrasyon için gerekli olan önemli faktörlerden biridir.⁹⁻¹¹

İmplant stabilitesini değerlendirmede kullanılan yöntemler şunlardır;

1. Primer implant stabilitesinin klinik olarak algılanması, sıklıkla implantın yerleştirilmesi sırasında direncin kesilmeyle anlaşılır. Eğer implantın yerleştirilmesi sırasında ani bir engel hissedilirse iyi bir stabilite sağlanacağı düşünülebilir.⁵
2. Perküsyon testi de implant stabilitesini değerlendirmek için kullanılmaktadır. Perküsyon testinde aynanın sapıyla implanta vurularak iyi bir stabilite belirtisi olan "çınlama sesi" duyulmaya çalışılır. Ancak bu test ile implant stabilitesi hakkında zayıf kalitatif bilgiler elde edilmektedir.⁵
3. İmplantı yerleştirme sırasında uygulanan tork değeri ölçümleri de kullanılarak primer implant stabilitesi değerlendirilebilir.¹² Gevşetme torku, implant-abutment bağlantısı sırasında stabiliteyi değerlendirmek için uygulanmaktadır.¹³ Ancak osseointegrasyon sürecinde uygulanan tork kuvvetleri implant yüzeyinde fraktürlere sebep olabilmektedir. Yapılan hayvan çalışmalarında ters yönde uygulanan tork kuvvetinin implant başarısını olumsuz etkilediğini göstermiştir.¹⁴
4. Radyografide implant çevresindeki radyölüsent alanlar ve marjinal kemik yüksekliği değerlendirilerek implant stabilitesi hakkında bilgi elde edilebilir. Ancak, radyografi ile yalnızca mesiodistal yöndeki değişiklikler izlenmektedir.^{15,16}
5. Periotest ve Rezonans Frekans Analizi implant stabilitesini değerlendirmede kullanılan diğer

tekniklerdir. Bu teknikler ile daha objektif sonuçlar elde edilmektedir. Bu tekniklerin uygulanması sırasında implant-kemik ara yüzeyindeki bağlantı zarar görmemektedir.^{5,12,17}

Bu derlemenin amacı; Rezonans Frekans Analizi (RFA) hakkında bilgi verilmesi, bu ölçümleri etkileyen faktörleri açıklayarak, bu ölçümlerin klinik açıdan sağladığı faydaları tartışmaktır.

İmplant stabilitesi nedir?

Osseointegrasyon olarak tanımlanan implant stabilitesi, klinik olarak implantta mobilitenin olmaması şeklinde tanımlanmaktadır. Dental implantlarda başarılı klinik sonuçlar elde etmede implant stabilitesini sağlamak ve sürdürmek ilk koşuldur.¹⁸ Yapısal ve morfolojik açıdan implant stabilitesi, kemik ve implant arasındaki bağlantının bir sonucudur. Bununla beraber, kural olarak, implant stabilitesi; implant, implant yatağı ve implantı yerleştiren hekime bağlı ek faktörler tarafından da yönlendirilir. İmplant yerleşimi sırasında sağlanan primer stabilite, esas olarak çene kemiğinin mekanik özellikleri tarafından belirlenir. Cerrahi teknik ve implant dizaynı da özellikle yumuşak kemikte belirleyici olarak primer stabiliteyi etkiler. Primer iyileşmeden sonra ortaya çıkan sekonder stabilite, implant materyaline verilen doku cevabıyla beraber, cerrahi travma ve iyileşme koşullarına verilen biyolojik yanıtla belirlenir.¹⁹ Bununla birlikte; klinik olarak stabil bir implant yükleme sırasında mikro-boyutta bir mobilite göstermektedir.⁵

Klinik fonksiyon süresince implanta aksiyal, lateral ve rotasyonel yönlerden yükleme yapılmaktadır. Aksiyal yükleme, intrüsviy ya da ekstrüsviy yönde olabilir. Lateral yüklemeler genellikle implant çevresinde 360° lik açının herhangi bir noktasından uygulanır. Rotasyonel yüklemeler, ya saat yönünde ya da ters saat yönündedir. Yeni yerleştirilmiş bir implant yüksek bir lateral stabilite gösterebilir, fakat kemikle implant yüzeyi tam olarak kenetlenmediği için ters yönde uygulanan bir tork kuvveti ile kolayca yerinden çıkarılabilir.⁵

REZONANS FREKANS ANALİZİ (RFA)

RFA stabilite ölçümü, genellikle implant- kemik bağlantısının direnci hakkında bilgi sağlayan ve klinik yüklemenin tipi ve yönünü taklit eden bir eğilme yükü uygulamaktadır.⁵ RFA metodu; implant ya da abutmentine tutturulan küçük bir transduser aracılığıyla ilk rezonans frekansını analiz etmektedir.²⁰



RFA sistemiyle ölçülen rezonans frekansı 3 ana faktöre bağlıdır;²¹

1. Transduserin dizaynı
2. İmplantın çevre kemik ve dokularla olan bağlantısı
3. İmplantın marjinal kemik seviyesi altındaki total efektif uzunluğu

RFA tekniği, bir transduserin implant-kemik kompleksine son derece küçük bir eğilme yükü uyguladığı eğilme testidir. Eğilme kuvveti, implanta sabit bir lateral yükü uygulanır ve yer değişimi ölçülür. Böylece, her ne kadar miktarı azalmış olsa da klinik yüklenme durumu taklit edilir.⁵

RFA' nin Gelişimi:

RFA tekniği ilk olarak 1996 yılında Meredith tarafından diş hekimliğinde kullanılmış ve daha sonra üzerinde çalışmalar yapılmıştır.²²⁻²⁴ Meredith ve arkadaşları tarafından RFA üzerinde yapılan ilk çalışmalardan sonra, Integration Diagnostics AB (Svedalen, Sweden) 2000 yılında Osstell® sistemini piyasaya sürmüştür.²⁰ Taipei Üniversitesinden araştırmacılar, Implomates® (Bio Tech One) RFA sistemini geliştirmişlerdir.²³ Meredith ve arkadaşlarının^{17,20} yapmış olduğu ilk çalışmalarda 3500'den 8500'e kadar değişen bir aralıkta kilohertz (kHz), ölçüm birimi olarak kullanılmıştır. Ardından, implant stabilite katsayısı (ISQ) geliştirilmiştir. Kilohertz ölçüm birimi, 1'den 100'e kadar değişen aralıklarda ISQ değerine dönüştürülüp yüksek değerlerin yüksek stabiliteyi gösterdiği ifade edilmiştir. Osstell® sistemi, elektronik bir diyapazon ile otomatik olarak kHz' i ISQ' ya çeviren Osstell Mentor®' ü piyasaya sürmüşlerdir. Direkt olarak implant ya da transeptiyal abutmente 5-10 Ncm' lik bir güç ile vidalanan transduserine sahip cihaz portatifdir ve elde taşınabilir.¹⁵

Birinci jenerasyon rezonans frekans transduserleri; implant ya da abutmentine vidalanabilen basit bir çıkıntılı destek çubuk şeklinde dizayn edilmişti. Çubuk, bir dizi frekanslara neden olmaktadır ve ilk eğilme rezonansını ölçmektedir. Transduser paslanmaz çelik ya da ticari saf titanyumdan yapılmıştır ve 2 piezo-elektrik elemanına tutturulmuş küçük bir çıkıntılı çubuktan oluşmaktadır. Çubuk; çeşitli frekansların sinüzoidal uyarısı ile piezo-seramik elemanlardan birinin uyarılması ile titretilmektedir. Uyarı; bilgisayara programlanan bir frekans yanıt analizörü ile sentezlenmektedir. Çıkış sinyali, 1 V' luk en yüksek amplitüd ile

tipik olarak 5 kHz' den 15 kHz' e kadar değişen bir sinüs dalgasıdır. Çubuğun ilk eğilme rezonansında, amplitüde belirgin bir artış gözlenmektedir.

Birinci jenerasyon RFA' nin dezavantajları; donanımın ağır ve büyük olması, çok miktarda kablo içermesi, kullanımının fazla zaman alması ve cihazın pahalı olmasıdır. Sıralanan bu dezavantajlardan dolayı özel bir frekans yanıt analizörü tasarlanmıştır. Bu da 2. jenerasyon rezonans frekans analiz cihazıdır.

Birinci ve ikinci jenerasyon RFA aletlerinin büyük bir eksikliği, her transduserin kendine ait rezonans frekansının olmasıdır ve ölçümlerden önce bir standart kullanılması gerekliliğidir. Rezonans frekans analiz sonuçlarını hasta başında yorumlamak mümkün değildir. Çünkü, yanıt analizörü ve bilgisayarı yardımcı olmadan taşımak ve kullanmak mümkün değildir.

Üçüncü jenerasyon RFA aletlerinin amacı; hasta başında yorumu mümkün kılan, basit ve hızlı ölçümler yapabilen küçük bir batarya ile çalışan bir sistem oluşturmaktır. Yeni RFA sistemi (Osstell™; Osstell AB, Gothenburg, Sweden), batarya ile çalışan frekans yanıt analizörü ve üretici tarafından ön ayarları yapılmış yeni jenerasyon bir transduserden oluşmaktadır. Ölçüm sonucu; implant stabilite katsayısı gibi özel bir parametre ile bizlere sunulmaktadır. İmplant stabilite katsayısı birimi, temel rezonans frekansına dayanmaktadır ve 1'den (en düşük stabilite) 100'e (en yüksek stabilite) kadar dağılım göstermektedir. Bu jenerasyonun transduseri, benzer tüm rezonans frekans analiz ölçümlerini yapabilen, implant ya da abutmentin tipine bakmaksızın farklı implant sistemleri ve abutmentleri için uygundur. Analiz sonucu elde edilen sonuçlar bilgisayara aktarılarak depolanabilir.

RFA' nin çoğu yeni versiyonu kablosuzdur, vidalanan metal bir çubuk ile implanta bağlanır(Osstell Mentor™; Osstell AB)(Şekil: 1). Metal çubuk, tepesine tutturulan ve bilgisayardan manyetik sinyaller alabilen küçük bir magnet ataşmana sahiptir. Metal çubuk birbirleriyle dik olacak şekilde 2 yönde vibrasyon oluşturur. Vibrasyon en yüksek ve en düşük rezonans frekansının oluşacağı yönlerde meydana gelir. Böylece, biri yüksek diğeri düşük, 2 implant stabilite katsayısı değerleri elde edilir. Örneğin; bukkale doğru yerleştirilmiş bir implantta en düşük implant stabilite katsayısı değeri, kemik desteğinin zayıf olmasından dolayı, B-L yönde elde edilirken, en yüksek implant stabilite katsayısı değeri, iyi kemik desteğinden dolayı, M-D yönde elde edilir.⁵





Şekil 1: Ostell Mentor™

RFA'ni Etkileyen Faktörler:

İlk klinik çalışmalar, primer implant stabilitesi ile kemik yoğunluğu arasında bir ilişki olduğunu göstermiştir. Lekholm ve Zarb'ın yaptığı bir çalışmada, düşük primer stabiliteye sahip yumuşak kemikteki implantlar yoğun kemikteki implantlar ile karşılaştırıldığında stabilitede belirgin bir artış göstermektedir.²⁵ Nitekim; Tip 1 ve Tip 2 yoğunluktaki kemiğe yerleştirilen implantlar, marjinal kemiğin yeniden şekillenmesine bağlı olarak stabilitede önemsiz bir azalma gösterir, fakat tüm implantlar 1 yıl sonra benzer bir stabilite seviyesine ulaşırlar. Benzer bulgular, diğer araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir.²⁶⁻³¹ Bulgular, implant-kemik arayüzünün sertliğinin yoğun kemikte yüksek ve yumuşak kemikte düşük olduğunu göstermektedir. Ayrıca, yumuşak trabeküler kemiğin iyileşme ve yeniden şekillenme döneminde implant çevresindeki kemiğin sertliğinde bir artış gözlenmektedir.⁵

RFA tekniği, hayvanlarda, normal kemikte, greftlenmiş kemikte ve membranla uyarılmış kemikte implant yerleştirildikten sonra iyileşme sürecinde kullanılmıştır. Ito ve arkadaşlarının¹⁴ yaptığı in-vitro bir çalışmada, bir implantı 4 farklı seviyede stabilize etmek için 3 vida kullanılmıştır. RFA ölçümleri için daha önemli olan marjinal bölge olduğu için rezonans frekansı, apikal vidaların çıkarılması yerine koronal vidalar gevşetildiği zaman azalmaktadır. Ayrıca; Ito ve arkadaşlarının elde ettiği sonuçlar³³, in-vitro ve klinik çalışmalarda benimsenmiş bir görüş olan, implant uzunluğunun RFA ölçümlerinde önemli bir etkiye sahip olamayacağını göstermiştir.³³⁻³⁶

Ostell tekniği, maksiller kemikte mandibular kemikten daha yüksek implant stabilitesi göstermiştir.^{26,27,34-38} Tüm araştırmacılar tarafından desteklenmese de bazı araştırmacılar, implant stabilite

katsayısı değerleri ile kemik kalitesi arasında bir korelasyon olduğunu bildirmektedirler.^{38-40,42,43} Östman ve arkadaşları³⁷, ard arda yaptıkları 905 implantın RFA ölçümlerine dayanarak primer implant stabilitesinin; kemik dansitesi, çene, cinsiyet, implant çapı ve implantın antero-posterior pozisyonuna bağlı olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca, Östman ve arkadaşları³⁷, implant boyunun artışıyla implant stabilitesinde azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Bischof ve arkadaşları³⁶; implant pozisyonu, implant uzunluğu, implant çapı ve vertikal pozisyonun, maksilla ve mandibulaya yerleştirilmiş 106 implantın implant stabilite katsayısı değerlerini etkilemediğini bulmuşlardır. Zix ve arkadaşları⁴³, maksiller implantlar üzerine çalışmışlardır ve erkek hastalarda bayan hastalardan daha yüksek implant stabilitesi olduğunu rapor etmişlerdir.

Tek basamaklı ve hemen yüklenen implantlarla ilgili çalışmalar, genellikle implant stabilitesinde gözlenen bir artıştan 3 ay sonra, implant stabilitesinde bu duruma ters olarak bir başlangıç azalmasının varlığını göstermektedir.^{26,44-46} İmplant stabilitesinde başlangıçta meydana gelen azalmaya muhtemelen iyileşme ve yeniden şekillenme süreçlerinin başlaması ve bu dönemde implanta gelen ekstra yükler sebep olur.⁴⁵ Bununla birlikte, hemen/erken yükleme için kullanılan konik dizaynda implantların stabilitesinde bir başlangıç azalması gözlenmemiştir.⁴⁷ İmplant dizayn ve yüzey özellikleri, başlangıç iyileşmesi süresince implant stabilitesi üzerinde bir etkiye sahiptir. Rompen ve arkadaşları²¹, işlenmiş implantlarda erken iyileşme periodu boyunca stabilitede bir azalmanın gözlendiğini, yüzeyi modifiye edilmiş implantların ise stabilitelelerini sürdürdüklerini bildirmişlerdir. Glauser ve arkadaşları,⁴² hemen yükleme protokolünü kullanarak işlenmiş ve okside edilmiş implantları karşılaştırmışlar ve ilk 3 aylık yükleme sonrası dönemde işlenmiş implantların stabilitesinde daha fazla bir azalma gözlemişlerdir.

Yapılan birçok çalışma, RFA ölçümleri ile implant-kemik temasının derecesi arasında bir korelasyon olduğunu göstermede başarısız olmuştur.^{32,33,48} Myamoto ve arkadaşları³⁹, maksilla ve mandibulaya yerleştirilen 225 vida tipi implantlar için başlangıç implant stabilite katsayısı değerleri ile bilgisayarlı tomografi görüntülerinden değerlendirilen kortikal kemik kalınlığı arasında pozitif bir ilişki olduğunu rapor etmişlerdir. Benzer şekilde Nkenke ve arkadaşları⁴⁹ ile Gedrange ve arkadaşları;⁵⁰ kadavra

çalışmalarında, implant stabilite katsayısı değerleri ile kortikal kret yüksekliği arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur.

Transduserin yerleşiminde rezonans frekans analizi ölçümlerini etkilemektedir.⁵ Veltri ve arkadaşları⁴¹ ile Fischer ve arkadaşları,^{51,52} alveol kretine paralel yerleştirilen transdüserlerin dikey yerleştirilen transdüserlerden implant stabilite katsayısı değerlerini daha yüksek ölçtüğünü rapor etmişlerdir.

SONUÇ

Rezonans frekans analiz (RFA) tekniği, implant tedavisinin klinik sonuçlarının belgelenmesi için önemli bir araç olarak hizmet etmektedir. RFA; hasta ve hekime protetik tedaviye başlamadan önce implant stabilitesinin yeterliliği hakkında bilgi vererek yardımcı olmakta ve tedavinin herhangi bir aşamasında implant-kemik ara yüzünün durumu hakkında bilgi sağlamaktadır. Ancak RFA; kemik dansitesi, çene kemiğinin iyileşme zamanı ve alveol kreti üzerinde açıkta kalan implant yüksekliği gibi faktörlerden etkilenmektedir.

Çalışmalar, RFA 'ne göre yüksek implant stabilite değeri gösteren implantlardan daha başarılı sonuçlar elde edildiğini, düşük ve azalan implant stabilite değeri gösteren implantların ise daha başarısız olduklarını göstermektedir. Bununla birlikte; bu teknikle ilgili daha fazla klinik çalışmaların yapılması gerekmektedir ve vaka raporları bildirilmelidir. Bu şekilde, tekniğin kullanımı, güvenilirliği, başarısı hakkında daha fazla bilgi elde edilmiş olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Peterson LJ, Inresano AT, Marciani RD, Roser SM. Principles of oral and maxillofacial surgery. Lippincott-Raven Publishers London, 1997.
2. Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. I. Success criteria and epidemiology. Eur J Oral Sci 1998; 106(1): 721-764.
3. Sennerby L, Roos J. Surgical determinants of clinical success of osseointegrated oral implants. A review of the literature. Int J Prosthodont 1998; 11 (5): 408-20.
4. Dalkız M. Pratik Dişhekimliği İmplantolojisi. Vestiyer Yayın Grubu, İstanbul, 2009.
5. Sennerby L, Meredith N. Implant stability measurements using resonance frequency analysis: biological and biomechanical aspects and clinical implications. Periodontology 2000, 2008; 47 (1): 51-66.
6. Branemark PI, Zarb GA, Albrektsson T. Tissueintegrated prostheses. Osseointegration in clinical dentistry. 2nd Ed. Quintessence, ABD, 1985, 57.
7. Sağırkaya E, Kaya E, Çömlekoğlu E, Günbay S, Güngör MA. İmplant üstü tüm ağız sabit restorasyonlarda erken yüklenme: Olgu sunumu. EÜ Dişhek Fak Derg 2009; 30 (1): 53-9.
8. Del Fabbro M, Testori T, Francetti L, Taschieri S, Weinstein R. Systematic review of survival rates for immediately loaded dental implants. Int J Periodont Rest Dent 2006; 26(3): 249-63.
9. Weber HP, Morton D, Gallucci GO, Rocuzzo M, Cordaro L, Grütter L. Consensus Statements and Recommended Clinical Procedures Regarding Loading Protocols. Int J Oral Maxillofac Impl 2009; 24 (Suppl): 180-3.
10. Ganeles J, Wismeijer D. Early and immediately restored and loaded dental implants for singletooth and partial-arch applications. Int J Oral Maxillofac Impl 2004; 19 (Suppl): 92-102.
11. Bischof M, Nedir R, Szmukler-Moncler S, Bernard JP, Samson J. Implant stability measurement of delayed and immediately loaded implants during healing. A clinical RFA study with SLA ITI implants. Clin Oral Implants Res 2004; 15(5): 529-39.
12. Aparicio C, Lang NP, Rangert B. Validity and clinical significance of biomechanical testing of implant / bone interface. Clin Oral Implants Res. 2006; 17 (Suppl): 2-7.
13. Sullivan DY, Sherwood RL, Collins TA, Krogh PH. The reverse- torque test: a clinical report. Int J Oral Maxillofac Implants 1996; 11(2): 179-85.
14. Ivanoff CJ, Sennerby L, Lekholm U. Reintegration of mobilized titanium implants. An experimental study in rabbit tibia. Int J Oral Maxillofac Surg 1997; 26 (4): 310-5
15. Quesada-García P, Prados-Sánchez E, Olmedo-Gaya V, Muñoz-Soto E, González-Rodríguez P, Vallecillo-Capilla M. Measurement of dental implant stability by resonance frequency analysis: A review of the literature. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2009; 1;14(10):e 538-46.



16. Sundén S, Gröndahl K, Gröndahl HG. Accuracy and precision in the radiographic diagnosis of clinical instability in Brånemark dental implants. *Clin Oral Implants Res* 1995; 6 (4): 220-6.
17. Meredith N. Assessment of implant stability as a prognostic determinant. *Int J Prosthodont* 1998; 11(5): 491-501.
18. Albrektsson T, Zarb GA. Current interpretations of the osseointegrated response: clinical significance. *Int J Prosthodont* 1993; 6 (2): 95-105.
19. Palacci P. İmplant diş hekimliğinde estetik. Yumuşak ve sert doku düzenlemeleri. Quintessence yayıncılık, İstanbul, 2007.
20. 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(3): 261-7.
21. Rompen E, DaSilva D, Lundgren AK, Gottlow J, Sennerby L. Stability measurements of a double-threaded titanium implant design with turned or oxidised surface. *Appl Osseointegration Res* 2000; 2(1): 18-20.
22. Capek L, Simunek A, Slezak R, Dzan L. Influence of the orientation of the Osstell® transducer during measurement of dental implant stability using resonance frequency analysis: a numerical approach. *Med Eng Phys* 2009; 31(7): 764-9.
23. Huang HM, Pan LC, Lee SY, Chiu CL, Fan KH, Ho KN. Assessing the implant/bone interface by using natural frequency analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000; 90(3): 285-91.
24. Pattijn V, Lierde C, Perre G, Naert I, Sloten J. The resonance frequencies and mode shapes of dental implants: rigid body behaviour versus bending behaviour. A numerical approach. *J Biomech* 2006; 39 (5): 939-47.
25. Lekholm U, Zarb GA. Patient selection and preparation. In: Brånemark PI, Zarb GA, Albrektsson T, editors. *Tissueintegrated prostheses: osseointegration in clinical dentistry*. Chicago: Quintessence, 1985: 199-209.
26. Barewal RM, Oates TW, Meredith N, Cochran DL. Resonance frequency measurement of implant stability in vivo on implants with a sandblasted and acid-etched surface. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003; 18(5): 641-51.
27. Becker W, Sennerby L, Bedrossian E, Becker BE, Lucchini JP. Implant stability measurements for implants placed at the time of extraction: a cohort, prospective clinical trial. *J Periodontol* 2005; 76(3): 391-7.
28. Nedir R, Bischof M, Szmukler-Moncler S, Bernard JP, Samson J. Predicting osseointegration by means of implant primary stability. *Clin Oral Implants Res* 2004; 15 (5): 520-8.
29. Olsson M, Urde G, Andersen JB, Sennerby L. Early loading of maxillary fixed cross-arch dental prostheses supported by six or eight oxidized titanium implants: results after 1 year of loading, case series. *Clin Implant Dent Relat Res* 2003; 5 (Suppl 1): 81-7.
30. Sjöström M, Lundgren S, Nilson H, Sennerby L. Monitoring of implant stability in grafted bone using resonance frequency analysis. A clinical study from implant placement to 6 months of loading. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2005; 34(1): 45-51.
31. Sjöström M, Sennerby L, Nilson H, Lundgren S. Reconstruction of the atrophic edentulous maxilla with free iliac crest grafts and implants: a 3-year report of a prospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2007; 9(1): 46-59.
32. Ito Y, Sato D, Yoneda S, Ito D, Kondo H, Kasugai S. Relevance of resonance frequency analysis to evaluate dental implant stability: simulation and histomorphometrical animal experiments. *Clin Oral Implants Res* 2008; 19(1): 9-14
33. 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 (3): 234-43.
34. Fröberg KK, Lindh C, Ericsson I. Immediate loading of Brånemark System Implants: a comparison between Ti- Unite and turned implants placed in the anterior mandible. *Clin Implant Dent Relat Res* 2006; 8(4): 187-97.
35. Balleri P, Cozzolino A, Ghelli L, Momicchioli G, Varriale A. Stability measurements of osseointegrated implants using Osstell in partially edentulous jaws after 1 year of loading: a pilot study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2002; 4(3): 128-32.



36. 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(5): 529–39.
37. Östman PO, Hellman M, Wendelhag I, Sennerby L. Resonance frequency analysis measurements of implants at placement surgery. *Int J Prosthodont* 2006; 19(1): 77–83, discussion 84.
38. Balshi SF, Allen FD, Wolfinger GJ, Balshi TJ. A resonance frequency analysis assessment of maxillary and mandibular immediately loaded implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005; 20(4): 584–94.
39. Miyamoto I, Tsuboi Y, Wada E, Suwa H, Iizuka T. Influence of cortical bone thickness and implant length on implant stability at the time of surgery – clinical, prospective, biomechanical, and imaging study. *Bone* 2005; 37 (6): 776–80.
40. Andersson P, Verrocchi D, Viinama`ki R, Sennerby L. A oneyear clinical, radiographic and RFA study of Neoss implants. *Appl Osseointegration Res* 2008; 6(1): 23–6.
41. Veltri M, Balleri P, Ferrari M. Influence of transducer orientation on Osstell stability measurements of osseointegrated implants. *Clin Implant Dent Relat Res* 2007; 9(1): 60–4.
42. Glauser R, Portmann M, Ruhstaller P, Lundgren AK, Hämmerle C, Gottlow J. Stability measurements of immediately loaded machined and oxidized implants in the posterior maxilla. A comparative study using resonance frequency analysis. *Appl Osseointegration Res* 2001; 2(1): 27–9.
43. Zix J, Kessler-Liechti G, Mericske-Stern R. Stability measurements of 1-stage implants in the maxilla by means of resonance frequency analysis: a pilot study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005; 20 (5): 747–52.
44. Glauser R, Lundgren AK, Gottlow J, Sennerby L, Portmann M, Ruhstaller P, Hämmerle CH. Immediate occlusal loading of Bra`nemark TiUnite implants placed predominantly in soft bone: 1-year results of a prospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2003; 5 (Suppl 1): 47–56.
45. Glauser R, Sennerby L, Meredith N, Rée A, Lundgren A, Gottlow J, Hämmerle CH. Resonance frequency analysis of implants subjected to immediate or early functional occlusal loading. Successful vs. failing implants. *Clin Oral Implants Res* 2004; 15(4): 428–34.
46. Rao W, Benzi R. Single mandibular first molar implants with flapless guided surgery and immediate function: preliminary clinical and radiographic results of a prospective study. *J Prosthet Dent* 2007; 97(6): S3–S14.
47. Fischer K, Bäckström M, Sennerby L. Immediate and early loading of oxidized tapered implants in the partially edentulous maxilla. A one-year prospective clinical, radiographic and resonance frequency analysis study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2009; 11(2): 69–80.
48. Akca K, Chang TL, Tekdemir I, Fanuscu MI. Biomechanical aspects of initial intraosseous stability and implant design: a quantitative micro morphometric analysis. *Clin Oral Implants Res* 2006; 17 (4): 465–472.
49. Nkenke E, Hahn M, Weinzierl K, Radespiel-Tro`ger 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(5): 601–9.
50. Gedrange T, Hietschold V, Mai R, Wolf P, Nicklisch M, Harzer W. An evaluation of resonance frequency analysis for the determination of the primary stability of orthodontic palatal implants. A study in human cadavers. *Clin Oral Implants Res* 2005; 16(4): 425–31.
51. Fischer K. On immediate / early loading of implantsupported prostheses in the maxilla. Thesis, Sweden: Gothenburg University, 2008.
52. Fischer K, Stenberg T, Hedin M, Sennerby L. Five-year results from a randomized, controlled trial on early and delayed loading of implants supporting full-arch prostheses in the edentulous maxilla. *Clin Oral Implants Res* 2008; 19(5): 433–41.

Yazışma Adresi

Arş. Gör. Dt. Hatice ÖZDEMİR
Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Protetik Diş Tedavisi AD
ERZURUM
Tlf: 0.44.2311736
E-posta : dentist_hatice@hotmail.com

