

ALT ÇENE ÖN BÖLGEYE YERLEŞTİRİLEN İMPLANTLARIN REZONANS FREKANS ANALİZİ DEĞERLERİ İLE KEMİK TİPLERİNİN İLİŞKİSİ

The Assessment of the Stability of Implants Placed in the Mandibular Interforaminal Region in Relation to Bone Quality

Onur GEÇKİLİ¹, Hakan BİLHAN¹

Makale Gönderilme Tarihi: 21/11/2011

Makale Kabul Tarihi: 28/12/2011

ÖZ

Amaç: Rezonans frekans analizinin (RFA) amacı implantların kemik içindeki stabilitesini ölçmektir. Bu stabiliteyi etkileyebilecek faktörlerden birinin kemik yoğunluğu olduğu beklenebileceği için, bu çalışmada klinik olarak tedavi sırasında hastalardaki kemik yoğunluğu ile ölçülen RFA değerlerinin arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: 27 hastada 54 implant alt çene interforaminal bölgede 33 ve 43 nolu bölgelere aynı hekim tarafından her birinin çap ve boyu 4,5/13 mm olacak şekilde yerleştirilmiştir. Operasyon sırasında, cerrahi işlemleri gerçekleştiren hekim tarafından yuva açtığı sırada hissettiği direnci değerlendirmek suretiyle kemik sınıflaması yapılmış ve kaydedilmiştir. Ayrıca Osstell™ mentor cihazı ile Smartpeg™'lere 90° açı yapacak şekilde uygulanarak 2 farklı yönde iki ölçüm gerçekleştirilmiş ve bunların aritmetik ortalaması alınarak tek bir ISQ skoru olarak kaydedilmiştir.

Bulgular: Çalışmaya katılan hastaların alt çene kemik tipleri 4 bireyde Tip 1, 17 bireyde Tip 2, 6 bireyde de Tip 3 olarak tespit edilmiştir. Bireylerin hiçbirinde Tip 4 kemiğe rastlanmamıştır. Kemik tipine göre hastalardan alınan ISQ değerlerinde, gerek 33 nolu implantlarda gerekse de 43 nolu implantlarda istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$).

Sonuç: Bu çalışmanın sonuçlarına dayanarak, sadece RFA değerlerine dayanarak kemik tipi sınıflaması yapılmasının güvenilir bir yöntem olmadığı iddia edilebilir.

Anahtar kelimeler: *Dental implant, rezonans frekans analizi, kemik yoğunluğu, implant stabilitesi, kemik tipi sınıflaması*

ABSTRACT

Purpose: The purpose of Resonance Frequency Analysis (RFA) is to assess the stability of dental implants in bone. It is expected that one of the factors influencing the RFA results is the bone quality, thus the aim of this study was to examine the relation between subjectively scored bone quality and implant stability.

Material and Methods: 27 patients with 54 same sized implants placed in the mandibular interforaminal region by the same surgeon were included in the study. The surgeon has scored the bone quality according to the resistance felt during bone drilling. Additionally, the stability of the placed implants were measured with the Osstell™ mentor via Smartpeg™'s and the ISQ scores recorded.

Results: While there was no type IV bone case among the patients, there were 4 cases of type I bone, 17 type II and 6 type III bones. No statistically significant differences were detected between the ISQ values of the bilaterally placed implants in relation to bone quality types ($p>0.05$).

Conclusion: According to the results of this study it is not advisable to relate the RFA scores with the bone quality type.

Keywords: *dental implant, resonance frequency analysis, bone density, implant stability, bone quality classification*

¹ İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi A.D.

Giriş

Osseointegrasyon Latince “os”: kemik ve “integrate”: birleşmek kelimelerinin birleşmesiyle oluşmuş ve ilk olarak 1977 yılında Branemark tarafından tanımlanmıştır. Anlamı ‘implant yüzeyi ile alveol kemiği arasında direk temas sağlanması’ olarak ifade edilmiştir (1). 1986 yılında AAID (American Academy of Implant Dentistry) osseointegrasyonu “implant ve kemik arasında kemik dışı bir doku olmaksızın yüklerin ideal bir şekilde implanttan kemiğe aktarıldığı bağlantı” olarak tanımlamıştır (2).

Eğer osseointegrasyon gerçekleşmez veya bazı nedenlerden ötürü kaybedilirse implant etrafında fibröz bir bağ dokusu tabakası oluşur. İmplant materyaline karşı organizasyon süreci devam eder ve muhtemelen kronik iltihap ve granülasyon dokusu oluşumuyla sonuçlanır. Bu durumda osseointegrasyon hiçbir zaman gerçekleşmeyecektir. Fibröz bağ dokusu belli bir dereceye kadar organize olabilir ancak iyi bir destek doku olamaz çünkü mekanik ve biyolojik kapasitesi dolayısıyla da direnci düşüktür (3).

Dental implantların stabilitesi, osseointegrasyonun sağlanmasında bir ön koşuldur ve anahtar rolü oynamaktadır. Dental implantların stabiliteyi, primer ve sekonder olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. İmplant cerrahisinden hemen sonraki implant stabilitesi primer stabilite olarak adlandırılmaktadır (4,5,6). İmplantların erken dönemde yüklemeye uygun olup olmadıklarının belirlenmesinde, primer implant stabilitesi önemli bir yer tutmaktadır. Kemik kalitesine, kemik miktarına, implant tasarımına ve yerleştirme tekniğine bağlı olan primer implant stabilitesinin başarılı bir osseointegrasyon için gerekli faktörlerden birisi olduğu belirtilmiştir (7). Lioubavina-Hack ve ark.(8). 9 ay sonunda stabilitesi olmayan implantlarla kemik

arasında bağlantı bulunamadığını ve osseointegrasyonun sağlanamadığını bildirmişlerdir.

Sekonder stabilite ise iyileşme periyodundan sonra görülen stabilitedir. Primer stabilitesi iyi olan bir dental implantın yeniden şekillenme safhasında rezorpsiyona sebep olan hücrelerin aktivitesinden dolayı, sekonder stabilitesi kötü olabilir. Tam tersine primer stabilitesi kötü olup ta implant yüzeyinde yeni kemik oluşumu sonucu sekonder stabilitesi iyi olan implantlar da görülebilir (9,10).

Kemik yoğunluğu hem primer stabilitenin sağlanmasında hem de dental implant tedavisinin sonucunun belirlenmesinde çok önemlidir (11). Kemik kalitesi için yapılmış birden fazla sınıflama vardır, ancak geçmişten günümüze en sık kullanılan sınıflama Lekholm ve Zarb’ın 1985 yılında önerdikleri sınıflamadır (12). Buna göre kemik yoğunluk yapısı:

Tip 1 Kemik: Homojen kompakt kemik.

Tip 2 Kemik: Yoğun bir spongiyöz kemik çekirdeğini kaplayan kalın kompakt kemik.

Tip 3 Kemik: Yoğun bir spongiyöz kemik çekirdeğini kaplayan ince kompakt kemik

Tip 4 Kemik: Az yoğun bir spongiyöz kemik çekirdeğini kaplayan ince kompakt kemik

İmplantların kemik içindeki stabilitesini takip etmek için rezonans frekans analizi (RFA) yöntemi geliştirilmiştir (5). RFA, sadece implant yerleşiminde değil, iyileşme döneminde ve ileriki dönemlerde de stabilitenin nasıl değiştiğinin izlenmesinde çok faydalı bir araçtır (4,5,6). Bu teknikte implant veya abutmentin üzerine vidalanılabilen L şeklinde küçük bir dönüştürücü (Transducer) parçanın rezonans frekansı ölçülür (5,13). RFA OsstellTM adı altında piyasaya sürülen bir cihaz ile gerçekleştirilmektedir. Bu versiyonda transducer’lar üretici firma tarafından kalibre edilmiştir. Sadece implantın boyu sisteme girilerek ISQ değerleri 1-100 arasında

elde edilmiştir (Osstell, Integration Diagnostic, Goteborg, İsveç) (13). Son dönemde yine aynı firmaya ait olan implant veya abutment bir alüminyum peg ile vidalanan ve ölçümlerin kablosuz yapıldığı OsstellTM Mentor cihazı geliştirilmiş ve piyasaya sürülmüştür (Mentor, Integration Diagnostic). Bu sistemde transducer, yüksek kalite ve güce sahip nadir bulunan bir manyetiğe sahip hassas bir pimdir. Bu yeni transducer SmartPeg olarak adlandırılmaktadır. OsstellTM Mentor cihazı kullanımı çok kolay olan ve uç kısmı SmartPege yaklaştırılarak değer alınan bir cihazdır. OsstellTM Mentor cihazı SmartPeg'den gelen manyetik sahayı algıladığı zaman SmartPegi manyetik bir vuruş ile uyarır. Bu uyarıdan sonra SmartPeg serbestçe titreşmeye başlar ve ucundaki mıknatıs, OsstellTM Mentor cihazının uç kısmındaki bobinde elektrik akımı meydana getirir. Bu elektrik voltajı rezonans frekans analizörü tarafından çözülen ölçüm sinyali 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 değişir. Tipik bir ölçüm genelde 40-80 arasında değişmektedir. 40 başarısız bir implantı, 80 ise maksimum stabiliteye sahip bir implantı temsil etmektedir. OsstellTM Mentor cihazının eski OsstellTM cihazından en büyük farkı ve avantajı, birçok ölçümü değişik yönlerde yapması ve sonuçta tek bir değer vermesidir (14). ISQ değerlerinin implant şekli ve cerrahi yöntemden etkilendiği bildirilmiştir (5,13,14,15,16,17,18). kemik kalitesinden de etkilenmesi beklenebilecek bir sonuçtur.

Bu çalışmanın amacı alt ön bölgeye yerleştirilen implantların stabiliteyi ile kemik kalitesinin ilişkisinin araştırılmasıdır.

Gereç ve Yöntem

Bu çalışmaya toplam 27 birey dahil edilmiştir. Bireylere alt çene interforaminal bölgede 33 ve 43 numaralı bölgelere birer tane olmak üzere toplam 54 adet kemik içi implant uygulaması yapılmıştır.

Çalışmaya katılan bireylerin seçimi, aşağıdaki kriterlere göre yapılmıştır:

1. Bireyin sistemik olarak implant uygulanmasını olumsuz etkileyebilecek bir hastalığının bulunmaması,
2. Tedavi öncesinde yapılan ağız içi muayenede dental implant uygulanması için elverişsiz bir durumun saptanmamış olması,
3. Tedavi öncesinde alınan panoramik radyografilerde ve yapılan intraoral muayenede 13 mm uzunluğunda dental implant uygulanması için yeterli miktarda kemik hacminin mevcut olması.

Şartların standardizasyonu amacıyla çalışmaya dahil edilen bireylerin cerrahi işlemleri aynı cerrah tarafından gerçekleştirilmiştir. Operasyon bölgesinde asepsi ve antisepsi prensiplerine uyularak mukoperiostal flap kaldırılmıştır. Tüm implantlar, firmanın önerileri doğrultusunda standart cerrahi prosedür uygulanarak yerleştirilmiştir. İmplant kavileri hazırlandıktan sonra her hastaya 33 ve 43 numaralı bölgelere 13 mm uzunluğunda 4,5 mm çapında kemik içi implant yerleştirilmiştir (Astra-Tech, Mölndal, İsveç). Operasyon sırasında, cerrahi işlemleri gerçekleştiren hekim tarafından yuva açtığı sırada hissettiği direnci değerlendirmek suretiyle kemik sınıflaması yapılmış ve kaydedilmiştir. İmplantların yerleştirilmesinden hemen sonra iyileşme başlıkları yerleştirilmeden önce kan, tükürük ve yumuşak doku gibi yabancı maddelerden izole edilen implantlar üzerine Tip 7 Smartpeg™'ler (Integration Diagnostics AB, Götterborg, İsveç) özel plastik taşıyıcısıyla yerleştirilmiş

ve firmanın önerdiği gibi parmak basıncı uygulanarak (3-5 N) sıkıştırılmıştır. Osstell™ mentor cihazı firmanın direktifleri doğrultusunda Smartpeg™'lere 90° açı yapacak şekilde uygulanarak 2 farklı yönde iki ölçüm gerçekleştirilmiş ve bunların aritmetik ortalaması alınarak tek bir ISQ skoru olarak kaydedilmiş ve implantların primer stabilite ölçülmüştür. İyileşme sürecinde implantların stabilitesinin ölçümü için aynı işlemler, iyileşme başlıkları orta boy altıgen anahtar ile sökülme suretiyle ilk 6 hafta süresince her hafta tekrarlanarak, her implanttan toplam 7 ISQ değeri elde edilmiştir. Çalışma İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi Yerel Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (No: 2008/934).

Bulgular

Çalışmamızda yer alan 27 hastanın kemik tipleri, Lekholm ve Zarb'ın kemik indeksine

göre (12) implant cerrahisini gerçekleştiren hekim tarafından belirlenmiştir. Çalışmaya katılan hastaların alt çene kemik tipleri 4 bireyde Tip 1, 17 bireyde Tip 2, 6 bireyde de Tip 3 olarak tespit edilmiştir. Bireylerin hiçbirinde Tip 4 kemiğe rastlanmamıştır. Kemik indeksine göre bireylerin dağılımları tablo 1'de gösterilmiştir. Kemik tipine göre hastalardan alınan ISQ değerlerinde, hem 33 nolu implantlarda hem de 43 nolu implantlarda istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$; tablo 2).

Tablo 1. Kemik tiplerine göre bireylerin dağılımları.

KEMİK TİPLERİ	HASTA SAYISI (n)
1	4
2	17
3	6
4	0

Tablo 2. İmplantların kemik tiplerine göre ISQ değerleri.

İmplant		Kemik Tip 1	Kemik Tip 2	Kemik Tip 3	p
33	Başlangıç	81,38±2,18	73,15±10,88	79,33±6,05	0,182
	1. Hafta	77,75±11,18	69,35±15,5	76,42±7,17	0,388
	2. Hafta	69,13±18,72	72,18±15,76	67,83±21,48	0,855
	3. Hafta	82,5±3,39	79,12±6,25	79,25±4,07	0,547
	4. Hafta	82,88±3,12	79±5,8	81,25±4,26	0,355
	5. Hafta	82,88±2,96	75,56±12,08	82,33±2,07	0,232
	6. Hafta	81,25±1,89	78,91±6,05	83,83±1,17	0,131
43	Başlangıç	79,38±4,96	72,06±9,42	79,42±3,11	0,096
	1. Hafta	78,13±11,33	75,5±11,88	78±8,61	0,85
	2. Hafta	78,25±9,26	74,5±14,23	72,25±19,9	0,828
	3. Hafta	83,13±2,84	77,56±12,9	82,83±3,45	0,461
	4. Hafta	79,88±5,57	78,18±12,92	83,75±1,89	0,559
	5. Hafta	81,13±5,07	75,24±15,49	84,17±2,14	0,316
	6. Hafta	80,75±3,78	77,59±10,99	84±2,1	0,336

Tartışma

Kemik kalitesinin implantın hem primer hem de ileri dönemdeki stabilitesini etkilediği çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (19,20,21,22,23). Huang ve ark. (24), yaptıkları “Sonlu Elemanlar Analizi (FEM)” çalışmasında, farklı kemik yoğunluklarının RFA değerlerini etkilediğini, en yüksek RFA değerinin Tip 1 kemikte, en düşük RFA değerinin ise Tip 4 kemikte bulunduğunu belirtmektedirler.

Kemik yoğunluğunun sadece implantın stabilitesini değil, aynı zamanda implant tedavisinin sonucunu da etkileyebileceği bildirilmektedir (11). Bu nedenle birçok çalışmada, kemik kalitesinin stabilite değerleriyle olan ilişkisi araştırılmıştır (25,26,27,28,29,30,31). Bu çalışmalarda, farklı zamanlarda kemik tipleri arasında RFA değerlerinde anlamlı farklılıklar belirtilmektedir. Friberg ve ark. (27), O’ Sullivan ve ark. (29) ve Barewal ve ark. (32) ilk haftalarda düşük olarak buldukları Tip 3 veya Tip 4 kemikteki ISQ değerlerinin ilerleyen haftalarda yükselerek diğer kemik tiplerinde buldukları değerlere geldiğini bildirmektedirler. Bunun yanı sıra kemik tipleri ile ISQ değerleri arasında bir ilişki saptanmayan çalışmalar da mevcuttur. Huwiler ve ark. (33), 13 hastaya yerleştirdikleri implantlarda cerrahiden hemen sonra ve 12. haftaya kadar yaptıkları RFA ölçümlerinde kemik tipleri ile RFA değerleri arasında bir ilişki saptanmadığını bildirmektedirler. Zix ve ark. (34), 120 adet implantta değerlendirilen başlangıç ISQ değerleri ile kemik tipleri arasında bir ilişki saptayamamışlardır. Özbey (17), çalışmamızda da kullanılan Astra-Tech TiOblast ve Osseospeed implantlarını uyguladığı çalışmasında kemik tipleri ile RFA değerleri arasında anlamlı bir ilişki olmadığını belirtmektedir. Valderrama ve ark. (35), 12 hafta boyunca haftalık RFA ölçümlerini yaptıkları implantlarda kemik

tipleri ile RFA değerleri arasında anlamlı farklılık olmadığını bildirmektedirler. Çalışmamızda yaptığımız tüm RFA ölçümlerinde, kemik tipleri ile ISQ değerleri arasında anlamlı ilişki saptanmamıştır. Bu sonuç, Özbey (17), Huwiler ve ark. (33), Zix ve ark. (34) ve Valderrama ve ark.’nın (35) bulgularını destekler niteliktedir. Elde edilen bu bulgunun, bireylerin hiçbirinin Tip 4 kemiğe sahip olmamasına ve alt çene interforaminal bölgenin implant yerleşimi için en uygun bölge olmasına (36) bağlı olabileceği düşünülmektedir ki, bizim çalışmamızda da aynı Valderrama ve ark.’nın (35) yaptığı çalışma gibi en sık görülen kemik tipleri Tip 2 ve Tip 3 olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda kullanılan implantların konik boyun şeklinin kortikal bölgeye diğer implant şekillerine göre daha iyi tutunması sonucu (37), kemik tipi RFA değerlerini etkilemiyormuş gibi bir sonuç ortaya çıkmış olabilir. Daha önce yapmış olduğumuz bir çalışmada da göstermiş olduğumuz gibi (37), sadece RFA ölçümü yapılması implantın kemik içine ne kadar sıkı tutunduğunu göstermek açısından yetersiz olabilir ve yerleştirme torku değerleri de dikkate alınmalıdır. Bu sayede özellikle implantların hemen yüklenmesi amaçlanıyorsa, bu şekilde implantın kemik içindeki sıklığı ile ilgili ikinci bir objektif veriden faydalanmak yararlı olacaktır. Ancak unutmamak gerek ki, yerleştirme torku ölçümü sadece ilk yerleştirme sırasında kullanılacak bir veridir, ileriki takiplerde yararlanılamaz.

İmplant cerrahisi sırasında hekimin kemik tipini ayırt etmesinin subjektif ve sınırlı olduğu belirtilmiştir (38). Farklı kemik tiplerinde RFA değerlerinin anlamlı olmamasında bu konunun da etkili olabileceği düşünülmektedir. Bu konuda kemik yoğunluğunun örneğin Hounsfield Unit birimi gibi daha objektif kriterlere göre ölçülerek elde edilen RFA değerleri ile karşılaştırılması daha güvenilir sonuçlar elde edilmesi için tavsiye edilebilir.

Sonuç

Alt çene ön bölgeye yerleştirilen implantlarda kemik tipi, iyileşme periyodunda implant stabilite değerlerini etkilememektedir. Sadece RFA değerlerine dayanarak kemik tipi sınıflaması yapılması güvenilir bir yöntem değildir.

KAYNAKLAR

1. Branemark PI. Introduction to osseointegration. İçinde: Branemark PI, Zarb GA, Albrektsson T, editörler. Tissue-Integrated Protheses. Osseointegration in Clinical Dentistry. Chicago: Quintessence Pub Co Inc, 1985; p. 11-14.
2. Albrektsson T, Wennerberg A. The impact of oral implants - past and future, 1966-2042. J Can Dent Assoc, 2005; 71(5): 327.
3. Hobo S, Ichida E, Garcia LT. Osseointegration and Occlusal Rehabilitation. Tokyo: Quintessence Pub, 1990.
4. 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): 261-67.
5. 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(3): 226-33.
6. 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): 520-28.
7. 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.
8. Lioubavina-Hack N, Lang NP, Karring T. Significance of primary stability for osseointegration of dental implants. Clin Oral Implants Res, 2006; 17(3): 244-50.
9. O'Sullivan D, Sennerby L, Meredith N. Influence of implant taper on the primary and secondary stability of osseointegrated titanium implants. Clin Oral Implants Res, 2004; 15(4): 474-80.
10. O'Sullivan D, Sennerby L, Meredith N. Measurements comparing the initial stability of five designs of dental implants: a human cadaver study. Clin Implant Dent Relat Res, 2000; 2(2): 85-92.
11. Molly L. Bone density and primary stability in implant therapy. Clin Oral Implants Res, 2006; 17(2): 124-35.
12. Lekholm U, Zarb GA. Patient selection and preparation. İçinde: Brånemark PI, Zarb GA, Albrektsson T, editörler. Tissue-integrated protheses: osseointegration in clinical dentistry. Chicago: Quintessence, 1985, p. 199-209.
13. Aparicio C, Lang NP, Rangert B. Validity and clinical significance of biomechanical testing of implant/bone interface. Clin Oral Implants Res, 2006; 17(2): 2-7.
14. Meredith N, Shafie HR. Clinical applications for the measurement of implant stability using Osstell™ Mentor. İçinde Shafie HR, editör. Clinical and Laboratory manual of implant overdentures. Oxford: Blackwell, 2007, p. 206-209
15. Friberg B, Sennerby L, Linden B, Grondahl K, Lekholm U. Stability measurements of one-stage Branemark implants during healing in mandibles. A clinical resonance frequency analysis study. Int J Oral Maxillofac Surg, 1999; 28(4): 266-72.
16. Glauser R, Sennerby L, Meredith

- N, Ree A, Lundgren A, Gottlow J ve ark. 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.
17. Özbey F. Titanyum Dioksit İle Pürüzlendirilmiş ve Titanyum Dioksit İle Pürüzlendirilip Flor İle Modifiye Edilmiş İmplant Yüzeylerinin Kemik İçi Stabilitelerinin Rezonans Frekans Analizi Yöntemi İle Karşılaştırılması. Master Tezi, Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, 2005.
18. Rasmusson L, Meredith N, Sennerby L. Measurements of stability changes of titanium implants with exposed threads subjected to barrier membrane induced bone augmentation. An experimental study in the rabbit tibia. *Clin Oral Implants Res*, 1997; 8(4): 316-22.
19. Elias JJ, Brunski JB, Scarton HA. A dynamic modal testing technique for non-invasive assessment of bone-dental implant interfaces. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 1996; 11(6): 728-34.
20. Iyer S, Weiss C, Mehta A. Effects of drill speed on heat production and quality of bone formation in dental implant osteotomies. Part II: relationship between drill speed and healing. *Int J Prosthodont*, 1997; 10(6): 536-40.
21. Johansson CB, Albrektsson T. A removal torque and histomorphometric study of commercially pure niobium and titanium implants in rabbit bone. *Clin Oral Implants Res*, 1991; 2(1): 24-29.
22. Rasmusson L, Kahnberg KE, Tan A. Effects of implant design and surface on bone regeneration and implant stability: an experimental study in the dog mandible. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2001; 3(1): 2-8.
23. Wong M, Eulenberger J, Schenk R, Hunziker E. Effect of surface topology on the osseointegration of implant materials in trabecular bone. *J Biomed Mater Res*, 1995; 29(12): 1567-75.
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(1): 65-74.
25. 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.
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. 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(4): 297-303.
28. López AB, Diago MP, Cortissoz OM, Martínez IM. Resonance frequency analysis after the placement of 133 dental implants. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2006; 11(3): 272-76.
29. O'Sullivan D, Sennerby L, Jagger D, Meredith N. A comparison of two methods of enhancing implant primary stability. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2004; 6(1):48-57.
30. 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.
31. Türkyılmaz I, Tümer C, Özbek EN, Tözüm TF. Relations between the bone density values from computerized tomography and implant stability parameters: a clinical

study of 230 regular platform implants. *J Clin Periodontol*, 2007; 34(8): 716-22.

32. 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.

33. Huwiler MA, Pjetursson BE, Bosshardt DD, Salvi GE, Lang NP. Resonance frequency analysis in relation to jawbone characteristics and during early healing of implant installation. *Clin Oral Implants Res*, 2007; 18(3): 275-80.

34. 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.

35. 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(2): 262-72.

36. Handelsman M. Surgical guidelines for dental implant placement. *Br Dent J*, 2006; 201(3): 139-52.

37. Bilhan H, Geckili O, Mumcu E, Bozdog E, Sünbuloğlu E, Kutay O. Influence of surgical technique, implant shape and diameter on the primary stability in cancellous bone. *J Oral Rehabil*, 2010; 37(12): 900-907.

38. Trisi P, Rao W. Bone classification: clinical-histomorphometric comparison. *Clin Oral Implants Res*, 1999; 10(1): 1-7.

Yazışma Adresi:

Onur Geçkili

İstanbul Üniversitesi, Diş

Hekimliği Fakültesi

Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı

Total Protezler B.D, kat, 2 Çapa

34093 İstanbul

e-mail: geckili@istanbul.edu.tr

Tel.: +90-212-414 20 20 (30256)

Fax: +90-212-535 25 85