

# Periapikal durumun değerlendirilmesinde gözlemciler arası uyumsuzluğa neden olan vakalar

Ayşe Diljin Keçeci, Bulem Üreyen Kaya, Gül Çelik Ünal, Gürhan Taç

Süleyman Demirel Üniversitesi, Dişhekimliği Fakültesi, Diş Hastalıkları ve Tedavisi AD, Isparta

## Özet

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, periapikal indeks (PAI) skorlama sistemi kullanılarak periapikal durumun radyografik olarak değerlendirildiği seçilmiş örneklem grubunda, gözlemciler arası uyumun sağlanmadığı ve kararsız kalınan vakaların insidansı ve etiolojisinin saptanmasıdır. **Gereç ve Yöntem:** 405 dişe ait 750 kökün değerlendirildiği uzlaşma çalışmasına ait radyografilerde apikal durumun değerlendirilmesinde ortaya çıkan problemler nedeni ile en az bir gözlemcinin farklı skorladığı periapikal radyografiler yeniden değerlendirildi. Gözlemciler arası uyumsuzluğa yol açan nedenler: a) anatomik oluşumlar, b) periodontal ligament boşluğu, c) mineral kaybının görüntülenmesini etkileyen trabeküler yapı ve d) kemik iliği boşlukları olarak sınıflandırılmıştır. **Bulgular:** Çalışmada, 45 dişe (%9,83) ait 54 kök (%6,89)'te gözlemciler arası uyumsuzluk ortaya çıktı. Gözlemciler arası uyumsuzluk sebeplerin dağılımı şu şekildedir: 9 adedi (15,52%) anatomik oluşumlar, 6 adedi (10,34 %) periodontal ligament boşluğu, 33 adedi (56,90%) trabeküler yapı ve 10 adedi (17,24%) kemik iliği boşlukları. **Sonuç:** Apikal bölgenin farklı morfolojisi ve çevre kemiğin yoğunluğundaki farklılıklar değerlendirmeyi zorlaştırmıştır. Kararsız kalınan zor vakalar, radyografik uzlaşmada belirsizliği göstermektedir. Bu tip vakalarda, ancak etrafındaki komşu yapıların dikkatlice değerlendirilmesinden sonra bir karara varılabilir.

**Anahtar kelimeler:** gözlemciler arası uyumsuzluk, periapikal, radyograf

## Abstract

### Disagreement cases caused interobserver variations during evaluation of periapical status

**Aim:** The aim of this study is to determine the etiology and incidence of the disagreement and borderline cases selected for the radiographic evaluation of periapical status using the periapical index (PAI) scoring system. **Material and Method:** Borderline cases in the agreement study of evaluation of 405 teeth with 750 roots, which had been given different score at least by one observer were re-evaluated. The reasons of disagreement cases were classified as: a) anatomical landmarks b) periodontal ligament space c) trabecular pattern affecting the view of mineral loss d) bone marrow spaces. **Results:** Fourty-five disagreement cases (%9,83) with 54 root (%6,89) were observed. The distribution of observer variations according to their reasons were as follows: 9 (15,52%) anatomical landmarks, 6 (10,34 %) periodontal ligament space, 33 (56,90%) trabecular pattern affecting the view of mineral loss, 10 (17,24%) bone marrow spaces. Then, the joint discussion resulted in an agreement for all the cases. **Conclusion:** The varying morphology of apical areas and varying density of surrounding bone present a number of challenges. Difficult borderline cases illustrate the uncertainty involved in radiographical consensus. In such cases the decision can only be made after careful analysis of surrounding tissues of the apex.

**Key words:** interobserver variations, periapical, radiograph

## Giriş

Hastalığın teşhisinde önemli bir yere sahip olan radyografilerde belirgin olmayan görsel işaretler gözlemciyi kararsızlığa düşürebilir. Hastalığın erken belirtileri, hastalık sonrası değişimler veya kemik içindeki bazı morfolojik özellikler radyografilerin

değerlendirilmesini zorlaştırabilir, yanlış teşhislere neden olabilir (1).

Endodontist, tedaviye karar verirken apikal periodonsiyumun normal ya da patolojik bir yapı gösterip göstermediği konusunda kesin bir fikre sahip olmalıdır. Gözlemciler arası uyumsuzluk yaratan vakalarda gözlemcilerin kalibrasyonu ile bu tip şüpheler ortadan kaldırılmaya çalışılmaktadır (2-4). Epidemiyolojik ve takip çalışmalarında periapikal durumun değerlendirilmesinde üç farklı teşhis yöntemi

**Yazışma Adresi:** Yrd. Doç. Dr. Ayşe Diljin Keçeci  
SDÜ Dişhekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi AD  
32260 Isparta  
Tel: 0246 211 32 29 Fax: 0246 237 06 07  
E mail: diljink@med.sdu.edu.tr

kullanılmaktadır: I) Periodontal ligament boşluğunun radyografik görüntüsüne dayanan bir sınıflandırma (5-8) II) Gözlemci ile ilişkili beş-skor sisteminden oluşan Periapikal İndeks (PAI) (3, 9, 10) III) Periapikal hastalığın kesin tanımı (11-13). Bu üç yöntemden ilkinin kullanıldığı çalışmalarda uyumsuzluğun giderilmesi için çalışma esnasında gözlemciler arası tartışma yoluna gidilmiştir (4, 5). İkinci yöntemi kullanan çalışmalarda, gözlemcilere şüpheye düştiklerinde bir yüksek skoru seçmeleri söylenmiştir ve gözlemciler arası sapmalar doğru skor'un belirlenmesi mantığıyla elimine edilmiş veya ortak sonuca varılmıştır (3, 9). Ayrıca ortak değerlendirme yöntemi de kullanılmıştır (10). Son yöntemde kesin tanıya varılması istenmektedir ve ancak gözlemci emin olduğunda sonuç kaydedilmektedir. Uyumsuzluk vakaları tartışılır ve birlikte karar verilir (13). Kararsız kalınan ve uyumsuzluk vakaları veya ortak değerlendirmeye alınan vakaların sayısı çeşitli çalışmalarda farklılık göstermekte ve çoğu zaman da bildirilmemektedir. Periapikal durumu değerlendirme yöntemine bakılmaksızın, teşhisin zor konulduğu durumlarda verilen kararlar, hastalığın belirlenmesinde ve sınıflandırılmasında önemlidir. Bu tip vakaların diğer klinisyenler ve araştırmacılarla paylaşılması gereklidir (14).

Bu çalışmanın amacı, PAI skorlama sistemi kullanılarak periapikal durumun değerlendirildiği örneklem grubunda, gözlemciler arası uyumun sağlanmadığı ve kararsız kalınan vakaların insidansı ve etiyolojisinin saptanmasıdır.

### Gereç ve Yöntem

1999-2003 yılları arasında Süleyman Demirel Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Ana Bilim Dalı'nda kök kanal tedavisi yapılmış 405 dişe ait 750 kökün periapikal durumları değerlendirildi. Değerlendirme, radyograf üzerinde aynı anabilim dalında çalışan klinik tecrübeleri farklı 3 gözlemci tarafından gerçekleştirildi. Periapikal durum periapikal indeks (PAI)'e göre skorlandı: 1. normal periapikal yapı 2. kemik yapısında küçük değişiklikler 3. mineral kaybı ile birlikte kemik yapısında değişiklikler 4. sınırları belirgin radyolüsent alanla birlikte periodontitis 5. alevlenme ile karakterize ciddi periodontitis (15). Gözlemciler arası uyumun seviyesi Kappa değeri hesaplanarak belirlendi ( $<0.20$  = zayıf,  $0.21-0.40$  = vasat,  $0.41-0.60$  = orta,  $0.61-0.80$  = iyi,  $0.81-1.00$  = çok iyi) (16). Özellikle üst molarlarda düşük uzlaşma değerlerinin ortaya çıktığı dikkati çekmektedir, vasat ve çok iyi arasında

( $0.21-1.00$ ) değişen değerler elde edildi. Bu nedenle uyum düzeyini artırma ve kalibrasyon çalışmaları yapıldı. Gözlemciler arası uyum, 3 farklı çift için sırasıyla  $0.80$ ,  $0.84$  ve  $0.85$  düzeyine ulaştı (17). En az bir gözlemcinin farklı skorladığı ve gözlemciler arası tam uyumun sağlanmadığı tüm periapikal radyografiler üç gözlemci tarafından yeniden değerlendirildi. Köklerin farklı skorlanmasına sebep olan nedenler aynı üç gözlemci tarafından tartışıldı ve 4 ana başlık altında toplandı: a) Anatomik oluşumlar, b) Periodontal ligament boşluğu, c) Mineral kaybının görüntülenmesini etkileyen trabeküler yapı d) Kemik iliği boşlukları.

### Bulgular

Çalışmada, 45 dişe (%9,83) ait 54 kök (%6,89)'te gözlemciler arası uyumsuzluk ortaya çıktı. Ortak karar elde edilene kadar tartışılan vakaların gözlemciler arası uyumsuzluk sebepleri şu şekilde dağılım göstermektedir:

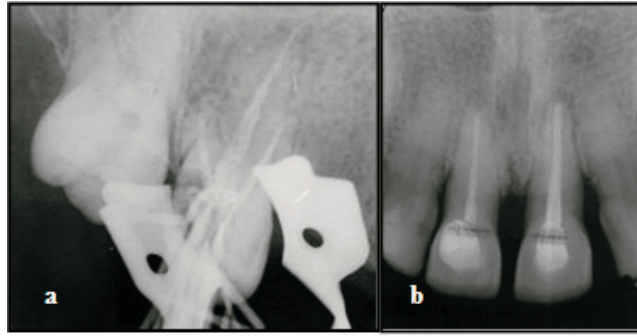
a) 9 adet (15,52%) kök anatomik oluşumlar nedeniyle gözlemciler arası uyumsuzluğa neden olmuştur. Resim 1 a'da üst 6 no'lu diş, periapiksindeki radyopak görüntü nedeniyle şüpheli bulunmuştur. Bu radyopak görüntünün bir anatomik oluşumun (zigomatik ark) süperpozisyonu mu yoksa patolojik bir değişim mi olduğu konusunda tartışılmış ve periapikal durumun sağlıklı olduğu konusunda fikir birliğine varılmıştır. Resim 1 b'de üst 6 nolu diş palatinal kökünün maksiller sinüs içinde konumlanmış olması nedeniyle kararsız kalınan vakalar içinde yer almıştır. Periodontal ligament boşluğu genişlemiş ve kemikte küçük değişiklikler başlamış gibi gözükmektedir. PAI 1 veya PAI 2 skoru arasında tartışılmış ve tartışma sonucu komşu dişlerle kıyaslanarak PAI 1 skor kararı üzerinde durulmuştur. Ancak bu olguda periodik kontroller kararın doğruluğunu belirleyecektir. Resim 1 c'de üst 5 nolu dişin maksiler sinüs komşuluğu nedeniyle periapikal durumun değerlendirilmesinde kararsız kalınmıştır. Periapikte kemik yapısında mineral kaybı ile birlikte değişimler mi olduğu yoksa sadece kemik yapısında mı değişiklikler olduğu konusunda tartışılmış ve PAI 2 skor kararı alınmıştır.

b) 6 adet (10,34%) kök periodontal ligament boşluğu nedeniyle gözlemciler arası uyumsuzluğa neden olmuştur. Resim 2 a'da üst 6 no'lu dişin distal kökünde b'de 11 ve 21 no'lu dişler periodontal ligament boşluğunun genişliği konusu gözlemciler arasında kararsızlık yaratmıştır. Genişlemenin olduğu konusunda fikir birliğine varılmıştır.

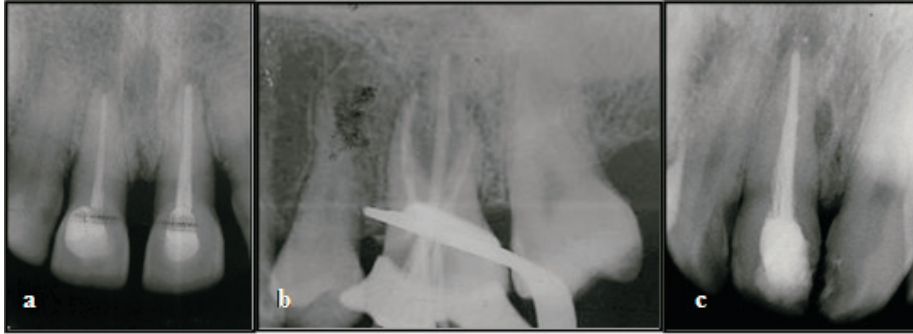
c) 33 adet (56,90%) kök trabeküler yapı nedeniyle



Şekil 1. Anatomik oluşumların radyografik değerlendirilmesinde gözlemciler arası uyumsuzluğa neden olan vakalardan örnekler.



Şekil 2. Periodontal ligament boşluğu nedeniyle gözlemciler arası uyumsuzluğa neden olan vakalardan örnekler.



Şekil 3. Trabeküler yapı nedeniyle gözlemciler arası uyumsuzluğa neden olan vakalardan örnekler.

gözlemciler arası uyumsuzluğa neden olmuştur. Resim 3 a'da 11 ve 21 nolu dişlerin periapiksinde, b'de üst 6 nolu dişin mezyal, distal ve palatinal köklerinin çevresinde trabeküler yapıdaki değişikliklere bağlı olarak PAI 2 ve 3 skorları arasında kararsızlık yaşanmış ve ortak karar PAI 3 yönünde alınmıştır. Resim 3 c'de üst 1 nolu diş kökünün hem apikalinde hem de mezyal orta üçlüsünde PAI 3 ve 4 arasında kararsızlık yaşanmış ve mineral kaybının sınırlarının belirgin olması nedeniyle ortak karar PAI 4 yönünde alınmıştır. d) 10 adet (17,24%) kök, kemik iliği boşlukları nedeniyle gözlemciler arası uyumsuzluğa neden olmuştur. Resim 4 a'da üst 6 no'lu dişin distal kök apeksinde, b'de alt 7 no'lu, c'de alt 6 no'lu dişlerin

mezyal ve distal kök apekslerinde görüntülenen radyolusensinin kemik iliği boşluklarından ya da mineral kaybı ile birlikte kemik yapısındaki değişikliklerden kaynaklandığı konusunda karar vermekte güçlük çekilmiştir. Resim 4 a'da mineral kaybı olduğu konusunda, b ve c'de ise kemik iliği boşluklarının patolojik olmayan görüntüsü yönünde karar verilmiştir.

#### Tartışma ve Sonuç

Gözlemciye bağlı hata veya çelişkiler klinik araştırmaların bir parçası olup ortadan kaldırılamaz (18, 19). Ancak bunların etkisini azaltmak için bir takım önlemler alınmalıdır. Zor değerlendirilen ve karar verilemeyen vakalarda çalışmalarda bildirilen





Şekil 4. Kemik iliği boşlukları nedeniyle gözlemciler arası uyumsuzluğa neden olan vakalar.

üç ana çözüm yolu, skorlar arasında yüzde hesaplanarak uzlaşma, Kappa testi (15) veya tartışarak ortak karara varmak olmuştur. Böylece i) gözlemciler arasındaki varyasyon kabul edilebilir bir seviyeye indirilmiştir. ii) muhtemel hatalı bulgular azaltılmıştır iii) tedavi seçeneğiyle ilişkili direkt teşhis yapılabilmektedir (5, 20).

Eski kaynaklarda, endodontik problemle ilişkili periapikal yapıların radyografik değerlendirmelerinde ince iskeletsel yapılardaki değişiklikler üzerinde önemle durulmaktaydı (21, 22). Apeks çevresinde periodontal boşluğun genişlemesinin yanı sıra devamlılığı bozulmuş lamina dura varlığı periapikal hastalığın erken teşhisi için belirleyici sayılmaktaydı. Bu anatomik yapılar erken periapikal değişimlerin ayırt edilmesinde halen vazgeçilmez rehber rolü oynamaktadır (23-26). Lamina dura ve periodontal ligamentin özenle değerlendirilmesi gözlemciler arasında uyumu da artıracaktır (27).

Periapikal bölgede güç fark edilebilecek değişikliklere neden olan enflamatuar süreçlerin teşhisinde gözlemcinin tecrübesi büyük önem taşır. Ancak hekimler tanı yetilerini sıklıkla abartabilmektedirler (19). Bilgi, beceri ve deneyimlerin vakaların tartışılması veya sistematik bir kalibrasyonla aktarılması gerekir. Bu yöntemler oldukça etkili olmakla birlikte çalışmayı gerçekleştiren küçük bir grup içinde sınırlı kalmakta ve aşamalarda zorluklar, problemler ve kararsız kalman vakalar rapor edilmemektedir. Özellikle çok komplike durumların daha geniş bir uzman grubuna sunularak tartışılması önemlidir (14). Bu konuda çalışma sayısı oldukça sınırlı olup Halse ve ark. (14), 257 vakayı inceledikleri çalışmalarında %73 oranında gözlemciler arası tam uyum sağladıklarını bildirmişlerdir. Çalışmamızda bu oran 405 vaka için % 81.17 dir. Aradaki bu fark çalışma dizaynından kaynaklı olabilir.

Periapikal bölgede geniş enflamatuar bir süreç kemikteki belli miktarda mineral kaybı ve yıkım ile radyografik olarak gözlenebilen radyolusensinin ortaya

çıkmasına sebep olur. Klasik bilgi, deneysel olarak oluşturulan lezyonların sadece kortikal ve spongiöz kemik sınırında kayıp varsa radyografik görüntü verdiği yönündedir (28-30). Wengraf (31) da spongiöz kemikle sınırlı bir lezyonun radyografik bulgu vermediğini göstermiştir. Buna karşın, doğru tanı için yapısal detaylardaki değişikliklerin öneminin vurgulandığı bir çalışmada spongiöz kemik içindeki periapikal lezyonların % 80'i teşhis edilmiştir. Periapikal bölgenin anatomik özelliklerinin diğer bölgelere kıyasla lezyonun bu bölgede görüntü verme olasılığı artmaktadır (32).

Lezyonun radyografik büyüklüğü gerçek doku yıkımıyla eşdeğer değildir (28, 29). Klinik ve histolojik olarak incelendiğinde bu lezyonların genellikle radyografik görüntülerinden çok daha büyük olduğu bildirilmiştir (33, 34).

Periapikal durumun değerlendirilmesinde kullanılan PAI yönteminin gözlemci bağımlı olmayan ve en azından "objektif olma potansiyeli"ne sahip olduğu bildirilmiştir (3, 16, 35). Bunun tersine, birçok yapısal bileşene sahip periapikal bölgenin radyografik değerlendirmesinin "subjektif" olduğu ve sadece bilimsel faktörlerden değil, psikolojik ve sosyolojik faktörlerden de etkilendiği ileri sürülmüştür (14, 36). Bu tip zorlukların görüntüleme yöntemlerinin geliştirilmesiyle aşılabileceği düşünülebilir. Bilgisayarlı görüntü analiz yöntemlerinin daha objektif sonuçlar verdiği öne sürülmüştür (37), ancak konvansiyonel yöntemle kıyaslandığında daha üstün olmadığını gösteren çalışmalar da vardır (38). Bunun yanı sıra teknolojik gelişmeler, örneğin sintigramlar konvansiyonel radyografilerden daha önce kemikteki değişikliklerin görüntülenebilmesini (39), tuned aperture bilgisayarlı tomografi, objenin mevcut anatomik yapıların üstüne çakışmayı azaltmasını (40, 41), subtraction radyografisi ve densitometrik görüntü analizi küçük kemiksel değişikliklerin belirlenebilmesini sağlayarak önemli avantajlar sunmaktadır (42).

Sonuç olarak, zor vakaların değerlendirilmesinde gözlemciler arası uyumun artırılması için kalibrasyon çalışmaları sırasında özellikle periodontal ligament boşluğu, lamina dura, trabeküler yapı ve kemik iliği boşluklarının dikkatli analizinden sonra karar verilmelidir.

### Kaynaklar

1. Köhler A, Zimmer EA. Grenzen Des Normalen und Anfänge Des Pathologischen in Röntgenbild Des Skelets. Stuttgart, Germany. Georg Thieme Verlag. 1967.
2. Molander A, Reit C, Dahlen G, Kvist T. Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. *Int Endod J*. 1998 Jan;31(1):1-7
3. Trope M, Delano EO, Orstavik D. Endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: single vs. multivisit treatment. *J Endod*. 1999 May;25(5):345-50.
4. Molven O, Halse A, Fristad I. Long-term reliability and observer comparisons in the radiographic diagnosis of periapical disease. *Int Endod J*. 2002 Feb;35(2):142-7.
5. Halse A, Molven O. A strategy for the diagnosis of periapical pathosis. *J Endod*. 1986 Nov;12(11):534-8.
6. Sjogren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod*. 1990 Oct;16(10):498-504.
7. Tronstad L, Asbjornsen K, Doving L, Pedersen I, Eriksen HM. Influence of coronal restorations on the periapical health of endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol*. 2000 Oct;16(5):218-21.
8. Chugal NM, Clive JM, Spangberg LS. A prognostic model for assessment of the outcome of endodontic treatment: Effect of biologic and diagnostic variables. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2001 Mar;91(3):342-52.
9. Orstavik D, Kerekes K, Eriksen HM. The periapical index: a scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis. *Endod Dent Traumatol*. 1986 Feb;2(1):20-34.
10. Sidaravicius B, Aleksejuniene J, Eriksen HM. Endodontic treatment and prevalence of apical periodontitis in an adult population of Vilnius, Lithuania. *Endod Dent Traumatol*. 1999 Oct;15(5):210-5.
11. Petersson K, Lewin B, Hakansson J, Olsson B, Wennberg A. Endodontic status and suggested treatment in a population requiring substantial dental care. *Endod Dent Traumatol*. 1989 Jun;5(3):153-8.
12. Weiger R, Hitzler S, Hermle G, Lost C. Periapical status, quality of root canal fillings and estimated endodontic treatment needs in an urban German population. *Endod Dent Traumatol*. 1997 Apr;13(2):69-74.
13. Kvist T, Reit C. Results of endodontic retreatment: a randomized clinical study comparing surgical and nonsurgical procedures. *J Endod*. 1999 Dec;25(12):814-7.
14. Halse A, Molven O, Fristad I. Diagnosing periapical lesions--disagreement and borderline cases. *Int Endod J*. 2002 Aug;35(8):703-9.
15. Orstavik D, Kerekes K, Eriksen HM. The periapical index: a scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis. *Endod Dent Traumatol*. 1986 Feb;2(1):20-34.
16. Cohen J A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*. 1960; 20: 37-46.
17. Keçeci A.D., Çelik Ünal G., Taç A.G., Üreyen Kaya B., "Intraobserver Agreement In The Radiographic Evaluation Of The Quality Of Root Canal Obturation", 9 th International Congress of Turkish Endodontic Society, Abst.book, p:72, İstanbul, 22-24 Nisan, 2004.
18. Koran LM. Increasing the reliability of clinical data and judgments. *Ann Clin Res*. 1976 Apr;8(2):69-73.
19. World Health Organization Oral Health Surveys, Basic Methods, 4th edn. WHO, Geneva, Switzerland.1997; 13-5, 62-3.
20. Molven O, Halse A, Grung B Observer strategy and the radiographic classification of healing after endodontic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1987; 16: 432-9.
21. Simpson CO. The reliability of radiographs as an index of periapical disease. *Dental Items*.1927; 49 :709-18.
22. Coolidge ED. The thickness of the human periodontal membrane. *Journal of the American Dental Association*. 1937; 24:1260-70.
23. Gibilisco JA Stafnes Oral Radiographic Diagnosis. Philadelphia, USA: W.B. Saunders Company, 1985; pp.78-81.
24. Brocklebank LV. Dental Radiology. Understanding the X-ray Image .Oxford, UK: Oxford University Press, 1997; pp.122-30.
25. Glickman GN. Preparation for treatment. In: Cohen S, Burns RC, eds. Pathways of the Pulp. St. Louis, USA: Mosby, 1998; pp.96-8.
26. Orstavik D. Radiology of apical periodontitis. In Orstavik D, Pitt Ford TR. Essential Endodontology & Prevention and Treatment of Apical Periodontitis. London, UK: Blackwell Science, 1998; pp.131-3.
27. Kaffe I, Gratt BM. Variations in the radiographic interpretation of the periapical dental region. *Journal of Endodontics*. 1988 ;14 :330-5.
28. Bender IB, Seltzer S. Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone I. *Journal of the American Dental Association* 1961;62: 152-60.
29. Bender IB, Seltzer S. Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone II. *Journal of the American Dental Association*. 1961; 62 :708-16.
30. Bianchi SD, Rocuzzo M, Cappello N, Libero A, Rendine S. Radiological visibility of small artificial periapical bone lesions. *Dentomaxillofacial Radiology*. 1991;20: 35-9.
31. Wengraf A. Radiologically occult bone cavities. An experimental study and review. *British Dental Journal* 1964; 117: 532-6.
32. Lee S-J, Messer HH. Radiographic appearance of artificially prepared periapical lesions confined to cancellous bone. *Int Endod J*. 1986;19 :64-72.
33. Bender IB, Seltzer S, Soltanoff W. Endodontic success--a reappraisal of criteria. 1. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1966 Dec;22:780-9.
34. Shoha RR, Dowson J, Richards AG. Radiographic interpretation of experimentally produced bony lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1974 Aug;38(2):294-303.
35. Kirkevang LL, Horsted-Bindslev P, Orstavik D, Wenzel A. Frequency and distribution of endodontically treated

- teeth and apical periodontitis in an urban Danish population. *Int Endod J.* 2001 Apr;34(3):198-205.
36. Reit C. The influence of observer calibration on radiographic periapical diagnosis. *Int Endod J.* 1987 Mar;20(2):75-81.
  37. White SC. Decision-support systems in dentistry. *J Dent Educ.* 1996 Jan;60(1):47-63.
  38. Mol A, van der Stelt PF. Application of computer-aided image interpretation to the diagnosis of periapical bone lesions. *Dentomaxillofac Radiol.* 1992 Nov;21(4):190-4.
  39. Strittmatter EJ, Keller DL, LaBounty GL, Lewis DM, Graham GD. The relationship between radionuclide bone scans and dental examinations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1989 Nov;68(5):576-81.
  40. Nair MK, Tyndall DA, Ludlow JB, May K. Tuned aperture computed tomography and detection of recurrent caries. *Caries Res.* 1998;32(1):23-30.
  41. Webber RL, Horton RA, Underhill TE, Ludlow JB, Tyndall DA. Comparison of film, direct digital, and tuned-aperture computed tomography images to identify the location of crestal defects around endosseous titanium implants. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1996 Apr;81(4):480-90.
  42. Ruttimann UE, Webber RL, Schmidt E. A robust digital method for film contrast correction in subtraction radiography. *J Periodontal Res.* 1986 Sep;21(5):486-95.