

HİDROKSİAPATİT KAPLI TOTAL KALÇA PROTEZLERİ İLE KISA DÖNEM TAKİP SONUÇLARIMIZ

A. Şükrü SOLAK*, Erbil AYDIN**, Fatih İ. PESTİLCİ**
Mutlu AKDOĞAN***, Önder ERSAN***

ÖZET

Ocak 1992 ile Aralık 1994 arasında hidroksiapatit kaplı çimentosuz kalça protezleri ile total kalça artroplastisi uygulanmış 96 hasta bu çalışmada değerlendirildi. Harris kalça skoruna göre ortalama 42 puan olan (21-79 puan arasında) preoperatif değerler son kontrolde 90 puan olarak (51-100 puan arasında) bulundu. Radyolojik analiz asetabular komponent için DeLee ve Charnley kriterlerine göre, femoral komponent için ise Gruen'in tanımladığı kriterlere göre yapıldı. Takip süresince dört asetabular komponent aseptik gevşeme nedeniyle revize edildi. Takip süresince dört asetabular komponent aseptik gevşeme nedeniyle revize edildi. Takip süresince femoral osteoliz görülmedi ve herhangi bir femoral komponent revizyonu yapılmadı. Uyluk ağrısı hastaların %14.2'sinde görüldü ve iki yıla kadar devam etti. Son kontrollerde klinik sonuçlarımız radyoloji sonuçlardan daha iyi olarak bulundu. Hidroksiapatitin çimentosuz kalça protezleri için iyi bir seçenek olduğu sonucuna varıldı.

Anahtar Kelimeler: *Hidroksiapatit, Çimentosuz Kalça Protezi, Aseptik Gevşeme.*

SUMMARY

OUR SHORT-TERM FOLLOW-UP RESULTS WITH HYDROXYAPATITE COATED CEMENTLESS HIP PROSTHESIS

Purpose: Ninety-six patients who underwent hydroxyapatite coated cementless total hip arthroplasty during the period from January 1992 to December 1994 were evaluated.

Patients and Methods: Clinical assessment using Harris hip score showed that mean preoperative value was 42 points (range 21-79 points), while postoperative value at the last follow-up was 90 points (range 51-100 points). Radiographic analysis were based on DeLee and Charnley criteria for the

acetabular component and Gruen criteria for the femoral component.

Results: Four acetabular component were revised during the follow-up period because of the aseptic loosening. There was no femoral osteolysis and no femoral component revision was performed until last follow-up. Thigh pain was present in 14.2% of the hips and persisted up to 2 years.

Conclusion: At the last control, our clinical results were better than radiographic results and we concluded that hydroxyapatite coating is a good option for cementless hip prosthesis.

Key Words: *Hydroxyapatite, Cementless Hip Arthroplasty, Aseptic Loosening.*

GİRİŞ

Kalça artroplastisi ile uğraşan bir ortopedist için üstesinden gelinmesi en önemli olan şey implantlar ve protez arasında uzun süreli ve sağlam bir bağlantının kurulmasıdır. Yıllar boyunca çok çeşitli cerrahi teknikler ve implant dizaynları geliştirilmiştir. Tarihsel açıdan bakacak olursak total kalça artroplastisine aday hasta grupları içinde en büyük güçlük oluşturanlar genç hastalar ve femur başı avasküler nekrozu nedeniyle total kalça artroplastisi yapılan hastalardır. Çimentolu kalça artroplastisi ile ilgili ilk çalışmalarda her iki risk grubunda da yüksek başarısızlık oranı bildirilmiştir¹⁻⁸. Çimentosuz kalça artroplastisinde amaç biyolojik fiksasyon sağlayarak çimentolu kalça artroplastilerinde görülen ve çimento ile polietilen partiküllerinin neden olduğu aseptik gevşeme oranını en aza indirmektir^{9,10}. Bununla birlikte biyolojik fiksasyon da anterolateral uyluk ağrısı gibi yeni problemlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Beş ile yedi yıllık takiplerden sonra osteolizis ve subsidence görülmeye başlanmıştır¹¹⁻¹³. Total kalça protezi uygulanan genç hastaların yüksek günlük aktivite düzeyleri ve potansiyel hayat

* Op. Dr., Dr. M.Ü. Acil Yardım ve Travmatoloji Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği Şef Yardımcısı.

** Op. Dr., SSK Ankara Hastanesi 2. Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği Uzmanı.

*** Dr., SSK Ankara Hastanesi 2. Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği Asistanı.

beklentileri, daha dayanıklı ve uzun süreli tespit metodlarına gereksinim doğurmuştur. Gelecekteki olası revizyonlar için hastanın kendi kemik stoğunun da mümkün olduğunca korunması önemlidir. Çimentosuz protez tespiti için elde olan en iyi metodlardan birisi nontoksik ve ileri derecede biyouyumlu olan sentetik hidroksiapatittir¹¹. Yükün protezden kemiğe transferi femoral komponentin önemli bir fonksiyonudur ve ameliyatlı tarafta femurun stress transfer patternlerini etkiler. Femoral komponentten femurun kendisine olan stres transferinin büyüklüğü ve yeri implantın yerine sertliğine (stiffness), poros kaplamanın düzeyine, implanttan sonra kalçaya etki eden kuvvetlerin bileşkesine ve implantın kemiğe bağlanma derecesine bağlıdır¹⁴. Bu çalışmada amaç hidroksiapatit kaplı kalça protezleri ile primer total kalça artroplastisi yapılmış 96 hastanın kısa dönem takip sonuçlarını sunmaktır.

HASTALAR VE YÖNTEM

Ocak 1992 ile Aralık 1994 arasında 103 hastanın 112 kalçasında hidroksiapatit kaplı protezlerde total kalça artroplastisi uygulandı. Hastaların yedi tanesi takiplerde kaybedildi, kalan 96 hasta (32 erkek, 64 kadın) bu çalışmaya dahil edildi. Hastalardan 9 tanesine bilateral cerrahi girişim uygulandı. Ameliyat esnasında hastaların ortalama yaşı 53 idi (32-63 yaş). Minimum izleme süresi de 4 yıl idi (4 ile 7 yıl arasında). Hastaların tümü aynı klinikte 8 değişik cerrah tarafından opere edildi. Toplam 105 kalça çalışmaya alındı. Kalçalardan 75 tanesinde Omnifit-HA (Osteomics/ABD) sistemi kullanılırken, kalan 30 hastada Medor (Grup Lépine/Fransa) sistemi kullanıldı. Her implant sisteminin şekil ve boyutları açısından benzer özellikleri vardı. Her iki protezde de femoral stemin proksimal metafizeal bölgesi çepçevre hidroksiapatit kaplı idi. Asetabular kapların tümü presfitt olup hidroksiapatit kaplıydı, primer fiksasyon için ayrıca asetabular vidalarda kullanıldı. Hastaların çoğunda tanı osteoartritis idi (81 kalça, %77). Avasküler nekroz (19 kalça, %18) ve post-travmatik osteoartrit (5 kalça, %4) diğer tanıları. İmplantların tümü, tarif edilen, orijinal cerrahi tekniklerine bağlı kalınarak konuldu. Üçüncü kuşak sefalosporinlerle, 48 saat süreyle antibiyotik profilaksisi yapıldı. Eğer bir kontrendikasyon yoksa düşük molekül ağırlıklı heparinler derin ven trombozuna karşı profilaktik olarak kullanıldı. Postoperatif birinci gün tüm hastalara dizüstü varis çorabı giydirilip, uyluk, baldır, kalça izometrik kas egzersizleri için teşvik edildiler. Vakum drenlerin çıkarılmasından sonra (genellikle

cerrahiden 24 saat sonra), eğer genel durumları uygunsa, hastalar ayağa kaldırıldılar. İlk altı hafta süreyle ağırlık vermelerine müsaade edilmedi. İkinci 6 haftada da parsiyel ağırlık verdirildi (vücut ağırlığının 1/4 ile 1/2'si arasında). Hastaların düzenli kontrolleri 6 ve 12. haftada, 6. ayda ve postoperatif birinci yılın sonunda yapıldı. Daha sonra klinik ve radyolojik olarak yıllık kontrollerle hastalar izlendi. Klinik sonuçlar Harris kalça skoruna göre değerlendirildi. Doksan ile 100 puan arasında olan sonuçlar mükemmel olarak değerlendirildi; 80-89 puan iyi sonuç; 70-79 puan orta sonuç, 69 puan ve aşağısı ise kötü sonuç olarak kabul edildi. Ağrının düzeyi, yürüme mesafesi merdiven çıkabilme kapasitesi, topallama ve kalça hareket sınırları her kontrolde değerlendirildi. Kontrollerde hastanın radyolojik değerlendirmesi, asetabulumda DeLee ve Charnley'e göre¹⁶, femoral komponentte Gruen zonlarına göre¹⁷ ayrıca asetabular ve femoral değişkenlere göre yapıldı (Tablo I). Postoperatif radyografilerde ektopik kemik oluşumu Brooker'a göre¹⁸ sınıflandırıldı. Femoral stemin stabilitesi ise Eng'h'in tanımlanmasına dayanarak değerlendirildi¹⁹. Preoperatif Harris kalça skoru ile postoperatif skorlar karşılaştırıldı. Sonuçlar Chi-square testi ile karşılaştırıldı.

SONUÇLAR

İntraoperatif cerrahi komplikasyonlar 15 (%14.3) metafizeal femur kırığını içerir. Bu kırıklardan 9 (%8.6) tanesinde serklaj yapmak gerekmiştir. Meydana gelen bu kırıkların postop erken dönem üzerinde olumsuz bir etkisi olmamıştır. Kırıklar herhangi bir problem

Tablo I
Protez Komponentlerinin Değişkenleri

<i>A) Asetabular Değişkenler</i>	
1.	Subkondral skleroz
2.	Radiolüsent çizgiler
3.	Kemik rezorpsiyonu
4.	Çökme (subsidence)
5.	Kemik remodelingi
6.	Lateral açılma açısı
<i>B) Femoral Değişkenler:</i>	
1.	Çevreleyen kemik
2.	Radiolüsent çizgiler
3.	Kemik rezorpsiyonu
4.	Kemik kalınlaşması
5.	Kemikte lizis
6.	Kaynama lekeleri (Spot welds)
7.	İmplant pozisyonu ve boyutu
8.	Çökme (subsidence)

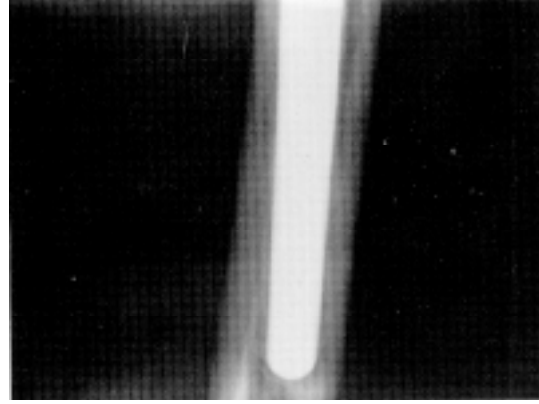
yaratmadan iyileşmiş ve stemde çökme veya yetmezliğe neden olmamıştır. Postoperatif dönemde profilaksiye rağmen 2 (%1.9) hastada saptanan derin ven trombozu, 1 hastada (%0.9) kapalı redükte edilen travmatik dislokasyon; parenteral antibiyotik ile tedavi edilen iki yüzeysel yara enfeksiyonu (%1.9) ve 33 (%31.4) heterotopik kemikleşme komplikasyon olarak sıralanabilir. Heterotopik kemikleşmelerden sadece 5 tanesi Brooker 3 veya 4 olarak sınıflandırılmıştır.

Dört olguda asetabular revizyon yapılmıştır. Bunların tümünde revizyon nedeni aseptik gevşeme ve asetabulum kaynaklı olarak değerlendirilen ağrıdır. Revizyonlardan birisi postoperatif 4. yılda, ikisi 5 yılda, sonuncusu ise progressif osteoliz nedeniyle 6. yılda yapılmıştır. Hastaların hiçbirisinde femoral stem revizyonu yapılmamıştır.

Preoperatif ortalama 42 puan olan Harris kalça skoru (21-79 puan arası), son kontrolde ortalama 90 puan olarak (51-100 puan) bulunmuştur. Uyluk ağrısı 13 hastanın 15 kalçasında (%14.2) saptanmıştır. İki yıla kadar devam eden bu ağrı femoral steme bağlanmıştır ve son kontrolde hafif derecede aktiviteye bağımlı olarak bulunmuştur. Son kontrolde hastalardan 3 tanesi (%2.8) bu ağrının önemli sayılabileceğini ancak buna rağmen preoperatif döneme göre çok daha iyi olduklarını ifade etmişlerdir. Bu hastalar Harris kalça skoruna göre orta olarak değerlendirildiler. Son kontrolde mükemmel veya iyi olarak değerlendirilen kalça sayısı 97 (%92.3), kötü olarak değerlendirilen kalça sayısı ise 4 (%3.8) olarak bulundu. Bunlar asetabulumda revizyon yapılmış olan olgulardır.

Radyolojik değerlendirme asetabulumda migrasyon ya da hareket gösterilemedi. Protez kemik temas yerindeki açıklıklar 6 ile 12 ay arasında kayboldu. Preoperatif skleroz yeni yük dağılımından sonra kayboldu. Takip sürecinde 59 (%56) kalçada ince bir radiolüsent hat görüldü. Ancak sadece 4 asetabular komponentte bu çizgi 1 mm'den daha geniş hale geldi. Bu kalçaların hepsi ağrılıydı ve semptomatik olmaları nedeniyle revize edildiler.

Femoral stemlerden 10 tanesi 'büyük' ve ameliyat esnasında femurda fissürle sonuçlandılar. Yirmidokuz (%27.6) stem ise 'küçük' konulmuştu. İlk radyografilerde bunlardan 10 tanesi (%9.5) varusda, 15 tanesi (%14.3) ise valgusda idi. Tüm varus ve valgus stemleri ile nötral stemlerin 6 tanesinde postoperatif birinci yılın sonunda, en çok 3, 4 ve 5. zonlarda olmak üzere radiolüsent çizgiler belirmişti (Şekil 1). Son kontrolde bu çizgilerin tümü vardı, ancak henüz bir revizyon gerekli olmamıştı. Protezlerin hidroksiapatit kaplı parçalarında hiç çizgi



Şekil 1: Femoral komponentin kaplamasız kısmında belirgin radiolüsent çizgiler.

görülmüyordu. Yine bu kalçaların hiçbirisinde stem çökmesi görülmedi. Periostal kortikal hipertrofi ise son kontrolde 52 kalçada (%49) ve özellikle 2, 5 ve 6. zonlarda görüldü (Şekil 2). Yeni kemik oluşumu ile birlikte kaynak noktaları ise (spot welds) 6 hastada (%5.7) tespit edilmiştir (Şekil 3). Kalçaların hiçbirisinde femoral osteolizis görülmemiştir. Hastaların Harris kalça skorlarına göre klinik düzelmeleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$).

TARTIŞMA

Bir kalça protez sisteminin başarılı doğrudan doğruya sistemin değişik hasta popülasyonlarında, değişik deneyim ve beceri düzeyindeki cerrahlar tarafından uygulandığı zaman gösterdiği performansa bağlıdır. Ayrıca hasta grubunun da yaş ve kemik kalitesine göre doğru seçilmeleri de önemlidir. Çimentosuz kalça implantlarının uzun dönem sonuçları primer stabilitelere bağlıdır^{20,21}. Uzun dönemde biyolojik entegrasyon için şart olan başlangıç stabilitesi, esas olarak iyi bir preoperatif planlamaya, uygun implant seçimine ve hastanın kemik stoğuna bağlıdır²⁰. Çimentolama tekniklerindeki gelişmeler uzun dönem sonuçları iyileştirmekle birlikte, çimentolu kalça artroplastilerindeki erken çalışmalarda, genç hastalarda yüksek başarısızlık oranları bildirilmiştir²². Çimentosuz stemlerde metafizeal fiksasyon, azalmış *stress shielding* ve mükemmel yük dağılımı sağlar^{20,23,24}. Bu olayın en önemli bulgusu stemlerde hidroksiapatit kaplı olan ve olmayan bölgelerin birleşim yerinde kortikal kalınlıkta ve dansitede artmadır. Çalışmamızda kalçaların 59 tanesinde (%56.1) takip süresinde ve son kontrolde periasetabular radiolüsent hatlar görülmüştür. Bu asetabular komponentlerden 4 tanesi aseptik gevşeme ve bir progressif osteolizis nedeniyle revize edilmiştir.



Şekil 2: Femoral stemin çevresinde periostal kortikal kalınlaşma.



Şekil 3: Ameliyattan 1 yıl sonra zon 6'da kaynama lekeleri (spot welds).

Protez kemik bileşkesinde olan açıklıklar daha önce bildirilenlerden daha uzun sürede ve sadece 65 kalçada (%61.9) kaybolmuşlardır. Bu muhtemelen asetabular komponentin primer fiksasyonunun mükemmel olmamasına bağlıdır. Ancak yine de tüm zonlarda radiolüsen hatlar görülen kalçalarda bile bu hattın 1 mm'den küçük olması kaydıyla, hastalar inguinal ağrı ile hafif olarak semptomatik idiler. Sadece 4 asetabular komponent aseptik gevşeme ve osteolizis nedeniyle revize edildi. Bu revizyon oranı literatürde benzer çalışmalarda, daha önce bildirilenlerde uyumludur²². Sklerotik alanlardaki kistlerde ve aralıklarda kaybolma, sadece 65 kalçada görülmüştür ve Rossi ve arkadaşlarının bildirdiğinden²⁰ daha az orandadır. Bu muhtemelen uygun olmayan asetabular kap büyüklüğü nedeniyle homojen olmayan yük dağılımının sonucudur. Ancak bütün bu bulgulara rağmen bu kalçalardan sadece bir kısmı hafif derecede semptomatiktir ve henüz revizyon yapılma ihtiyacı doğmamıştır.

Metafizeal fiksasyonun çok iyi olması femoral tarafta mükemmel yük dağılımı sağlar ve *stress shielding* azaltır²⁰. Daha önce de belirtildiği gibi stemin metafizeal hidroksiapatit kaplamanın eklenmesi, stenden kemiğe daha erken ve daha kolay yük transferine olanak tanır^{14,20,22}. Kemik ve protez arasındaki bağlantının hidroksiapatit kaplama ile daha sıkı hale gelmesinin sürtünme debrilerine bağlı osteolizisi de engellediği öne sürülmüştür²⁵. Olgularımızda femoral stemin femura göre küçük kaldığı olgularda bile femoral osteolizis görülmemiştir. Bu olgu hidroksiapatit kaplı yüzeyin kemiğe erkenden bağlanması ile açıklanmaktadır. Engh ve arkadaşlarına göre^{14,19}, osteointegrasyonun yegane major bulgusu, femoral steme bitişik komplet radiolüsent çizgilerin yokluğu ve 'spot weld' denilen ve femoral stemin yüzeyi ile temasta olan endosteal yeni kemik oluşumunun varlığıdır. Çalışmamızda femoral stemlerin tümünün ideal boyutta olmamasına rağmen, hiçbirinde tüm stemi çevreleyen radiolüsent çizgiler görülmemiştir. Bu nedenle bizde stem boyu küçük bile olsa hidroksiapatitin sağlam bir protez-kemik bağlantısı sağladığını düşünmekteyiz. Bir kalça artroplastisinde femoral stemin stabilitesinin yegane major bulgusu migrasyon olmamasıdır^{14,19}. Çalışmamızda femoral stemlerin hiçbirisinde çökme görülmemiştir. Bu nedenle hidroksiapatit kaplamanın protez stabilitesinin en iyi şekilde elde edilmesinde önemli olduğunu düşünüyoruz. Uyluk ağrısı 15 kalçada (%14.2) görülmüş ve genelde 2 yıla kadar sürmüştür. Son kontrolde bu hastaların 3 tanesinde uyluk ağrısı hâl vardı ve aktivite düzeyi ile hafif

derecede ilgiliydi. Bu üç hastada da femoral stemler varus pozisyonundaydı ve radyolojik olarak bir miktar kortikal hipertrofi vardı. Ancak bu hastaların tümü klinik olarak preoperatif döneme göre çok daha iyi olduklarını ifade etmişlerdir. Femura göre büyük olan stemler (10 kalça), intraoperatif kırığa neden olmalarına rağmen implantı veya hastanın kliniğini etkilememişlerdir. Tümünü herhangi bir problem çıkarmadan iyileşmişlerdir. Diğer kalçalardan yegane farkları tam ağırlık vermeye daha geç başlanması olmuştur (ortalama 15. haftada).

Çalışmamızda hastalardaki klinik düzemenin, objektif bulgulardan daha iyi olduğu saptanmıştır. Harris kalça skoru son kontrolde istatistiksel olarak anlamlı derecede düzelmeye göstermiştir. Hastalarımızda klinik bulguların objektif radyolojik bulgulardan daha iyi olması muhtemelen hastalarımızın cerrahiden beklentilerinin fazla olmamasından kaynaklanıyor olabilir. Ancak bu konuda herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

Sonuç olarak çalışmamızın belirli kısıtlılıkları vardır ve elimizdeki bulgular ve izleme süresi benzer diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında kısa sürelidir. Hidroksiapatitle kaplı olanların diğer tip kalça protezlerine belirgin bir üstünlüğü olduğunu öne sürmemiz mümkün değildir. Ancak teknik olarak iyi uygulanmamış protezlerde bile erken dönemde osteointegrasyon bulgularının olmasından dolayı özellikle genç hastalarda bu tip kalça protezlerinin gelecek vadettiğini düşündürmektedir.

KAYNAKLAR

1. Chandler HP, Reineck FT, Wixon RL, McCarthy JC: Total hip replacements in patients younger than thirty years old. *J Bone Joint Surg* 1981; 63A: 1426-34.
2. Collis DK. Cemented total hip arthroplasty in patients who are less than fifty years old. *J Bone Joint Surg* 1984; 66A: 353-9.
3. Collis DK. Long term (twelve to eighteen year) follow-up cemented total hip arthroplasty in patients who were less than fifty years old: A follow-up note. *J Bone Joint Surg* 1991; 73A: 593-7.
4. Cornell CN, Ranawat CS. Survivorship analysis of total hip replacements: Results in a series of active patients who were less than fifty-five years old. *J Bone Joint Surg* 1986; 68A: 1430-34.
5. Cornell CN, Salvati EA, Pelicci PM. Long term follow-up of total hip replacement in patients with osteonecrosis. *Orthop Clin North Am* 1985; 16: 757-69.
6. Dorr LD, Kane III TJ, Conaty JP. Long-term results of cemented total hip arthroplasty in patients 45 years old or younger. *J Arthroplasty* 1994; 9: 453-56.
7. Dorr LD, Luckett M, Conaty JP. Total hip arthroplasty in patients younger than 45 years: A nine to ten years follow-up study. *Clin Orthop* 1990; 260: 215-9.
8. Murzic WJ, McCallum DE: Hip arthroplasty after renal transplantion. *Clin Orthop* 1994; 299: 212-9.
9. Huddleston HD. Femoral lysis after cemented hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 1988; 3: 285-97.
10. Jasty M, Maloney WJ, Bregdon CR, Haret T, Harris WH. Histomorphological studies of the long term skeletal responses to well-fixed cemented femoral components. *J Bone Joint Surg* 1990; 72A: 1220-9.
11. Capello WN, D'Antonio JA, Feinberg JR, Manley MT. Hydroxyapatite-coated total hip femoral components in patients less than fifty years old. *J Bone Joint Surg* 1997; 79A: 1023-29.
12. Glasman AH, Engh CA, Culpepper WJ Jr. Cementless total hip replacement in patients fifty years of age and younger-a five years minimum follow-up study. *Orthop Trans* 1996; 20: 139-43.
13. Gustilo RB, Bechtold JE, Giacchetto J, Kyle RF. Rational, experience and results of long-stem femoral prosthesis. *Clin Orthop* 1989; 249: 159-68.
14. D'Antonio JA, Capello WN, Manley MT: Remodeling of bone around hydroxyapatite coated femoral stems. *J Bone Joint Surg* 1996; 78A: 1226-34.
15. Harris WH. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. And end-result study using a new method of results evaluation. *J Bone Joint Surg* 1969; 51A: 737-55.
16. De Lee JG, Charnley J. Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement. *Clin Orthop* 1976; 121: 20-32.
17. Gruen TA, McNeice GM, Amstutz HC. "Modes of failure" of cemented stem-type femoral components: A radiographic analysis of loosening. *Clin Orthop* 1979; 141: 17-27.
18. Brooker AF, Bowerman JW, Robinson RA, Riley LH Jr. Ectopic ossification following total hip replacement. Incidence and a method of classification. *J Bone Joint Surg* 1973; 55A: 1629-32.
19. Engh CA, Masin P, Suthers KE. Roentgenographic assessment of biologic fixation of porous-surfaced femoral components. *Clin Orthop* 1990; 257: 107-28.
20. Rossi P, Sibelli P, Fumero S, Crua E: Short-term results of hydroxyapatite-coated primary total hip arthroplasty. *Clin Orthop* 1995; 310: 96-102.
21. Phillips TW, Messiem SS. Cementless hip replacement for arthritis, problems with a smooth surfaced Moore stem. *J Bone Joint Surg* 1988; 70B: 750-5.
22. D'Antonio JA, Capello WN, Manley MT, Feinberg J. Hydroxyapatite coated implants. Total hip arthroplasty in the young patients with avascular necrosis. *Clin Orthop* 1997; 344: 124-38.

23. Engh CA, McGovern T, Schmidt LM. Roentgenographic densitometry of bone adjacent to a femoral prosthesis. Clin Orthop 1993; 292: 177.
24. Whiteside LA, Easley JC. The effect of collar and distal stem fixation on micromotion of the femoral stem in uncemented total hip arthroplasty. Clin Orthop 1989; 239: 145-53.
25. Rothman RH, Hozack WJ, Ranawat A, Moriarty L. Hydroxyapatite coated femoral stems. A matched-pair analysis of coated and uncoated implants. J Bone Joint Surg 1996; 78A: 319-24.