

شل شدگی غیر عفونی اطراف پروتز مفصل ران

(مرور کوتاه)

*دکتر منصور ابوالقاسمیان

«دانشگاه علوم پزشکی ایران»

خلاصه

شل شدگی غیر عفونی مفصل مصنوعی ران از جمله شایع‌ترین علل نیاز به تعویض مجدد مفصل ران است. در مورد مکانیسم ایجاد شل شدگی غیر عفونی اتفاق نظر وجود ندارد. بعضی آن را یک روند کاملاً مکانیکی می‌دانند که ناشی از نیروهای مکرری است که در طی زمان به ران وارد می‌گردد. بعضی دیگر، آن را یک روند کاملاً زیستی می‌بینند که به علت خورده شدن استخوان (ناشی از ذرات ریز آزاد شده از سایش قسمت‌های مختلف پروتز) اتفاق می‌افتد. احتمالاً یک مکانیسم میانه، ایجاد شل شدگی را به صورت بهتری توجیه می‌کند. به این ترتیب که خوردگی استخوان، اتصالات بین پروتز و استخوان را تضعیف می‌نماید و آن را نسبت به اثرات نیروهای چرخشی و قیچی شکل، که در نهایت باعث شل شدگی می‌شوند، آسیب پذیر می‌سازد. در این مقاله، خلاصه‌ای از پاتوفیزیولوژی، پیشگیری، تشخیص و درمان شل شدگی غیر عفونی پروتز مفصل ران ارائه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: شل شدگی، ران، آرتروپلاستی، تعویض کامل مفصل

دریافت مقاله: ۵ ماه قبل از چاپ؛ مراحل اصلاح و بازنگری: ۲ بار؛ پذیرش مقاله: ۱ ماه قبل از چاپ

Aseptic Loosening in Hip Arthroplasty

(A Brief Review)

*Mansour Abolghasemian, MD

Abstract

Aseptic loosening in total hip arthroplasty (THA) is among the common reasons for failure and the need for revision surgery. There is no general consensus among the orthopaedic surgeons as to the true reason for this pathology. Some consider this a purely mechanical failure, related to the long-standing forces applied to the joint, causing fatigue failure, while others consider it purely biological response of the body to the particulate debris resulting from the wear in polyethylene or other components of the THA causing linear osteolysis. A combined pathology is probably a more logical explanation, i.e. osteolysis weakening the prosthetic bone in-growth, making it more susceptible to shear, and rotational forces and eventually causing the loosening. Here in, an overview of pathophysiology, prevention, diagnosis and treatment of hip aseptic loosening has been presented.

Keywords: Loosening, aseptic; Hip; Arthroplasty; Total replacement

Received: 5 months before printing ; Accepted: 1 month before printing

مقدمه

شل شدگی غیر عفونی^۱ دومین علت شایع شکست تعویض مفصل ران در آمریکا و از شایع‌ترین علل در اروپاست^(۱). در مورد پاتوفیزیولوژی شل شدگی اتفاق نظر وجود ندارد. برخی آن را صرفاً یک پدیده مکانیکی می‌دانند، به این معنی که نیروهای

وارد به محل اتصال پروتز و استخوان، در طی زمان، شکست ناشی از خستگی در پیوند آنها ایجاد می‌کنند، که همان شل شدگی است^(۲). برخی دیگر شل شدگی را صرفاً یک پدیده زیستی می‌دانند

1. Aseptic loosening

*Orthopaedic Surgeon, Orthopaedic Department, Iran University of Medical Sciences, Tehran, IRAN.

اغلب قدم بعدی در بررسی یک ران دردناک، انجام پرتونگاری معمولی است. شل شدگی ممکن است طیفی از علایم رادیولوژیک را به همراه داشته باشد که از یک پرتونگاری تقریباً طبیعی تا شل شدگی کامل پروتز، جابجایی شدید کمپوننت‌ها و تخریب شدید استخوان می‌تواند متغیر باشد^(۱۲). هرچند در بعضی موارد تشخیص به‌راحتی و در نگاه اول به پرتونگاری بیمار مسجل می‌شود، در موارد دیگر ممکن است تشخیص شل شدگی به دقت زیاد بر جزییات و یا حتی استفاده از انواع دیگر تصویربرداری نیاز داشته باشد. باید تاکید شود که مقایسه تصاویر پرتونگاری فعلی با اولین تصاویر بعد از عمل، در تشخیص شل شدگی بسیار مهم است زیرا به این ترتیب می‌توان تغییرات اندک را نیز دریافت.

محل استقرار پروتزهای فمور و استابولوم در نمای رخ پرتونگاری، به مناطق مختلفی تقسیم شده‌اند. «دلی»^۴ و «چارنلی»^۵ حاشیه کاپ را به سه منطقه تقسیم کردند که یک سوم لاترال آن منطقه ۱ و یک سوم مدیال، منطقه ۳ شمرده می‌شود^(۱۳). وجود رادیولوسنسی پهن‌تر از ۲ میلی‌متر در هر سه منطقه نشانه قطعی شل شدگی می‌باشد^(۳،۱۴).

«گرون»^۶ و همکاران حاشیه استم را به هفت منطقه تقسیم کردند که از ناحیه تروکانتر بزرگ شروع شده و به منطقه ۷ در ناحیه تروکانتر کوچک ختم می‌شود^(۱۵). اگرچه تقسیم‌بندی‌های نسبتاً پیچیده‌ای از حالت‌های مختلف شل شدگی و چگونگی تفسیر یافته‌های رادیولوژیک برای تشخیص شل شدگی ارائه شده است^(۱۶،۱۴)، معیارهای زیر تقریباً مورد اتفاق نظر می‌باشند. تفاوت‌های جزئی در مورد کمپوننت‌های فمورال و استابولار وجود دارد، ولی در مجموع می‌توان موارد زیر را به عنوان معیارهای تشخیص شل شدگی پروتزهای سیمانی در هر دو قسمت بر شمرده^(۱۷):

معیارهای قطعی شل شدگی پروتزهای سیمانی:

- ۱) جابجایی پیشرونده در زمان کوتاهی بعد از جراحی (نشان دهنده عدم دستیابی به تثبیت کافی هنگام جراحی)،
- ۲) جابجایی پروتزها مدت‌ها بعد از جراحی،
- ۳) شکستگی سیمان اطراف پروتزها،

می‌دانند که به‌علت واکنش بدن به جنس پروتز یا ذرات آزاد شده ناشی از سایش^۱ اتفاق می‌افتد و در واقع آن را یک استیولیز خطی تلقی می‌کنند^(۳). گروهی هم آن را یک پدیده مخلوط می‌دانند؛ به این معنی که استیولیز می‌تواند با تضعیف بافت استخوانی اطراف پروتز، آسیب‌پذیری آن را در مقابل نیروهای مضر چون نیروهای قیچی شکل^۲ و چرخشی افزایش دهد و در نهایت منجر به شل شدگی گردد^(۴). اخیراً گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد درصد زیادی از شل شدگی‌های ظاهراً غیرعفونی، در واقع عفونی هستند^(۵). در بعضی مطالعات یک استعداد ژنتیکی به شل شدگی پروتز مطرح شده است^(۶).

بررسی بیماری که با درد اطراف پروتز مفصل ران مراجعه کرده، با شرح حال و معاینه شروع می‌شود. شل شدگی معمولاً با دردی بروز می‌کند که وابسته به حرکت است و معمولاً در حالت استراحت کامل متوقف می‌شود^(۷). مکانیسم درد هنگام شروع راه رفتن، که به‌طور کلاسیک به عنوان علامت شل شدگی مطرح بوده است، با کاهش تحرک^(۲) پروتز نسبت به استخوان اطراف، بعد از برداشتن چند قدم توجیه می‌شود^(۷). در موارد شدید، شل شدگی می‌تواند به‌علت فرورفتن استم به داخل مدولا، یا کاپ به داخل استابولوم، کوتاهی پیش‌رونده در اندام ایجاد نماید^(۸). جابجایی شدید محل پروتزها نیز می‌تواند باعث بی‌ثباتی مفصل و دررفتگی شود^(۹). در معاینه، حرکات فعال یا غیرفعال در ناحیه ران می‌تواند باعث ایجاد درد شود. هرچند ناحیه درد در بیشتر اوقات منتشر است، ولی در شل شدگی کاپ، درد اغلب در ناحیه کشاله یا لاترال ران، و در مورد استم بیشتر در جلوی ران حس می‌شود^(۱۰). بیماری که با بالا بردن فعال اندام تحتانی در حالت خوابیده به پشت^۳ دچار درد نشود، به‌خصوص اگر این کار در مقابل مقاومت هم درد ایجاد نکند، احتمال ضعیفی برای ابتلا به شل شدگی دارد^(۱۱). کوتاهی اندام مبتلا یا تغییر وضعیت آن به سمت چرخش به خارج، از موارد دیگری است که ممکن است در معاینه مورد توجه قرار گیرد^(۸).

4. DeLee
5. Charnley
6. Gruen

1. Wear
2. Shear force
3. Straight leg rising

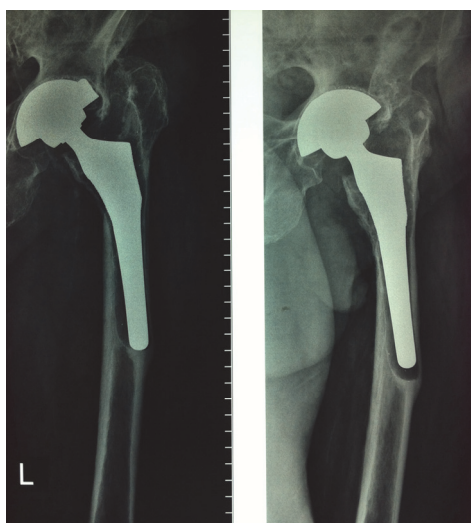
برعکس، بروز هرگونه خط رادیولوسنت جدید بین پروتزها و سیمان، نشانه قطعی شل شدگی است (شکل ۲). در واقع شایع‌ترین حالت شل شدگی استم سیمانی به‌همین صورت است، یعنی سیمان اتصال مناسب به استخوان دارد ولی پروتز از سیمان جدا شده است. در مورد پروتز استابولار، شل شدگی عموماً بین سیمان و استخوان رخ می‌دهد. باتوجه به اینکه یک پوشش سیمانی مناسب اطراف پروتزها از ورود ذرات پلی‌اتیلن یا فلز به کانال استخوان جلوگیری می‌کند، بروز ضایعات استئولیتیک در محل پایین‌تر از کالکار، عموماً یا ناشی از عفونت است یا وجود شل شدگی و ایجاد کانال‌هایی برای عبور ذرات ناشی از سایش را نشان می‌دهد.

در مورد پروتزهای غیرسیمانی نیز موارد زیر می‌توانند به‌عنوان معیارهای تشخیص شل شدگی پروتز تلقی شوند^(۱۸،۱۴):

معیارهای قطعی شل شدگی پروتزهای غیرسیمانی:

- ۱) جابجایی پیشرونده پروتزها در زمان کوتاهی بعد از جراحی،
- ۲) جابجایی پروتزها، مدت‌ها بعد از جراحی،
- ۳) خط رادیولوسنت کامل دور پروتز به قطر حداقل ۲ میلی‌متر (شکل ۳).

1. Tapered/Polished
2. Inclination
3. Version



شکل ۳. استم بدون سیمان با شل شدگی واضح. علاوه بر تغییر مکان استم به سمت واروس، خط رادیولوسنت ضخیم دور تا دور آن را فرا گرفته است. در نمای نیم‌رخ (سمت راست) علاوه بر خط رادیولوسنت، تغییر ورژن استم به صورت رترورورژن مشهود است^(۴).

۴) پدید آمدن خطوط رادیولوسنت جدید بین سیمان و پروتزها (شکل ۱).

۵) پدید آمدن خطوط رادیولوسنت بین سیمان و استخوان که کل اطراف پروتز را در بر بگیرد.

معیارهای احتمالی شل شدگی پروتزهای سیمانی:

- ۱) جابجایی کم و موقت در زمان کوتاهی بعد از جراحی در مورد استم‌های فمورال مخروطی/جلاداده شده^۱
- ۲) خط رادیولوسنت بین استخوان و سیمان که کل پروتز را فرا نگیرد، بروز ضایعات استئولیتیک پیشرونده در اطراف پروتز.
- ۳) جابجایی می‌تواند در جهت تغییر شیب^۲ و چرخش^۳ (در مورد کاپ) یا حرکت به سمت واروس (در مورد استم) باشد. در مورد خطوط رادیولوسنت باید دانست که کاهش ضخامت کورتکس استخوان و نکروز طبیعی استخوان مجاور با سیمان، می‌تواند باعث پیدایش خطوط رادیولوسنت بین استخوان و سیمان شود، بدون اینکه شل شدگی وجود داشته باشد. با این حال این خطوط معمولاً حاشیه واضحی ندارند و بین آنها و استخوان یک خط اسکروتیک دیگر وجود ندارد (شکل ۲).



شکل ۲. استم سیمانی کاملاً محکم که ۱۲ سال قبل کار گذاشته شده است. به علت نازک شدن کورتکس و جایگزینی آن با استخوان اسفنجی، فضای لوستی بین سیمان و استخوان پدید آمده است که نباید نشانه شل شدگی تلقی شود.



شکل ۱. پروتز هیبرید ران. فاصله ظریف بین استم و سیمان با پیکان نشان داده شده است.

مستقیماً چسبیده به نوک استم باشد، معمولاً نشانه شل شدگی نیست^(۲۲) (شکل ۶).

در بیشتر موارد، شل شدگی با بررسی دقیق پرتونگاری ساده قابل تشخیص است. در صورتی که علی‌رغم ظن قوی بالینی، پرتونگاری نشانه واضحی از شل شدگی را نشان ندهد، می‌توان از روش‌هایی نظیر سی‌تی‌اسکن و یا اسکن هسته‌ای استخوان استفاده نمود. سی‌تی‌اسکن می‌تواند خطوط ظریف رادیولوسنت را نشان دهد، هرچند گاهی پارازیت ناشی از وجود پروتزهای فلزی، این خطوط را محو می‌کند^(۲۳). همچنین اسکن هسته‌ای استخوان می‌تواند الگوی مشخص شل شدگی شامل افزایش جذب در دو نقطه (کالکار- لترال کورتکس در محاذات نوک استم) را نشان دهد^(۲۴) (شکل ۷). با این وجود، شل شدگی گاه الگوی متفاوتی از افزایش جذب ایجاد می‌کند که می‌تواند با وضعیت طبیعی یا با عفونت اشتباه شود (شکل ۷). در مجموع، با اینکه مثبت بودن اسکن هسته‌ای استخوان همیشه به معنی شل شدگی نیست، منفی بودن آن می‌تواند تا حدود زیادی شل شدگی را زیر سؤال ببرد^(۲۵).

معیارهای احتمالی شل شدگی پروتزهای غیرسیمانی:

- ۱) وجود خطوط رادیولوسنت واگرا اطراف استم،
- ۲) خطوط رادیولوسنت پیشرونده اطراف استم یا کاپ،
- ۳) وجود پدستال.

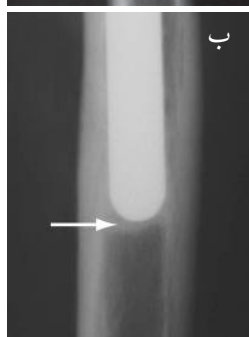
در مورد استم‌های غیرسیمانی، ممکن است جابجایی مختصر به صورت فرورفتن بیشتر پروتز به داخل کانال فمور بعد از جراحی اتفاق بیفتد، که قاعداً به زودی به ثبات رسیده و متوقف می‌شود^(۱۹). در صورت وجود نقطه جوش بین استخوان و پروتز می‌توان از وجود رشد استخوان به درون پروتز^۱ و ثبات کامل پروتز اطمینان حاصل کرد^(۲۰) (شکل ۴). با این حال، عدم وجود نقطه جوش به معنی شل شدگی قطعی نیست، چون یک تثبیت فیبروز می‌تواند سال‌ها عملکرد مناسبی را برای پروتز تامین نماید (شکل ۵). ولی اگر بعد از خط رادیولوسنت اطراف پروتز، یک خط واگرای رادیوآپاک هم دیده شود، بسیار به نفع وجود شل شدگی است^(۲۱).

در صورتی که پدستال توسط یک ناحیه رادیولوسنت از نوک استم جدا شده باشد، به نفع شل شدگی است؛ ولی اگر

1. Bone in growth



شکل ۶. الف) یک پدستال در انتهای استم شل شده (به خط رادیولوسنت بین پدستال و استم توجه نمایید)، ب) یک استم محکم با یک پدستال در تماس مستقیم با انتهای استم.



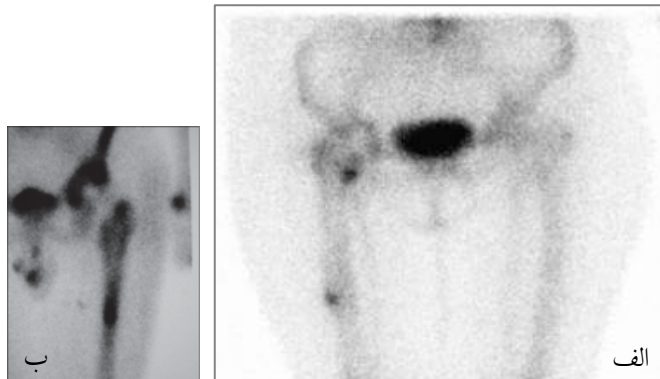
شکل ۴. استم مور با نقطه جوش وسیع



شکل ۵. استم بدون سیمان با تثبیت فیبروز. یک خط رادیو اوپاک نازک به فاصله حدود یک میلی‌متر از استم به صورت موازی با آن قرار گرفته، در صورت شل بودن استم انتظار می‌رفت خط رادیو اوپاک ضخیم‌تر باشد و از استم به صورت واگرا دور شود.



شکل ۸ عفونت اطراف پروتز ران یک و نیم سال بعد از همی آرتروپلاستی



شکل ۷. الف) فاز سوم اسکن هسته‌ای استخوان در یک استم شل شده با افزایش جذب در دو ناحیه کالکار و لاترال نوک استم، ب) یک پروتز عفونی که استخوان در تمام نقاط اطراف آن جذب شدید دارد.

(۵) وجود ایمپینجمنت،

(۶) قراردادن استم در حالت واروس.

عوامل خطر شل شدگی برای پروتزهای غیرسیمانی^(۳۱،۳۰):

(۱) بعضی از کاپ‌های رزوه‌دار،

(۲) کاپ‌های جلا داده شده با پوشش هیدروکسی آپاتیت،

(۳) عدم دستیابی به ثبات اولیه،

(۴) عدم حمایت کافی استخوان یا کیفیت بد استخوان بیمار.

درمان

شل شدگی معمولاً باعث درد مکانیکی پیشرونده می‌شود. بنابراین به بیشتر بیماران بعد از تشخیص، انجام آرتروپلاستی مجدد توصیه می‌شود. در موارد درد خفیف برای بیمار مسن و کم فعالیت، می‌توان با تشدید احتیاط، کاهش وزن و استفاده از عصا را علائم بیمار را کاهش داد. با این حال حرکت مداوم پروتزها در کنار استخوان، به تدریج باعث تخریب استخوان می‌شود^(۳۲). سایش مکانیکی و استیولیز ناشی از ذرات فلز یا پلی‌اتیلن، در این تخریب استخوانی مؤثرند. بنابراین تأخیر در انجام آرتروپلاستی مجدد می‌تواند آن را از نظر تکنیکی با مشکل مواجه کند و خطر شکست زود هنگام آن را افزایش دهد^(۳۳).

نکته مهم در تشخیص شل شدگی غیر عفونی، افتراق آن از شل شدگی عفونی است. از نظر رادیولوژی، بروز ضایعات استیولیتیک زود هنگام (زیر ۲ سال با پلی‌اتیلن معمولی و زیر ۵ سال با پلی‌اتیلن کراس لینک) بسیار به نفع عفونت است^(۳۶) (شکل ۸). همچنین بروز واکنش پریوستی یا پشته پشته شدن اندوستیوم^۱ نیز موید عفونت می‌باشد^(۳۶). با این حال، بیشتر شل شدگی‌های عفونی هیچ‌یک از نشانه‌های اختصاصی ذکر شده را ندارند^(۳۷). بنابراین بررسی آزمایشگاهی تمامی بیماران مشکوک به شل شدگی، از نظر عوامل التهابی (حداقل ESR و CRP) ضروری است^(۵).

با توجه به اینکه درمان شل شدگی علامت‌دار عموماً شامل آرتروپلاستی مجدد است، باید حداکثر تلاش برای جلوگیری از وقوع این عارضه انجام شود. عوامل خطر بروز زود هنگام شل شدگی برای پروتز سیمانی و غیرسیمانی به شرح زیر است:

عوامل خطر شل شدگی برای پروتزهای سیمانی^(۲۹،۲۸):

(۱) عدم خارج‌سازی استخوان اسفنجی ناحیه کالکار،

(۲) عدم وارد کردن فشار کافی به سیمان،

(۳) عدم حمایت کافی استخوان^۲ یا کیفیت بد استخوان بیمار.

(۴) حرکت دست جراح در هنگام پلیمریزه شدن،

1. Endosteal scalloping

2. Bone loss

References

1. **Bozic KJ, Kurtz SM, Lau E, Ong K, Vail TP, Berry DJ.** The epidemiology of revision total hip arthroplasty in the United States. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(1):128-33. doi: 10.2106/JBJS.H.00155.
2. **Hooper GJ, Rothwell AG, Stringer M, Frampton C.** Revision following cemented and uncemented primary total hip replacement: a seven-year analysis from the New Zealand Joint Registry. *J Bone Joint Surg Br.* 2009;91(4):451-8. doi: 10.1302/0301-620X.91B4.21363.
3. **Gravius S, Mumme T, Delank KS, Eckardt A, Maus U, Andereya S, Hansen T.** Immunohistochemical analysis of periprosthetic osteolysis in aseptic loosening of hip arthroplasty. *Z Orthop Unfall.* 2007;145(2):169-75. Article in German.
4. **Abu-Amer Y, Darwech I, Clohisy JC.** Aseptic loosening of total joint replacements: mechanisms underlying osteolysis and potential therapies. *Res Ther.* 2007;9 Suppl 1:S6. *Arthritis Res Ther.* 2007;9 Suppl 1:S6.
5. **Parvizi J, Suh DH, Jafari SM, Mullan A, Purtill JJ.** Aseptic loosening of total hip arthroplasty: infection always should be ruled out. *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469(5):1401-5. doi: 10.1007/s11999-011-1822-1.
6. **Del Buono A, Denaro V, Maffulli N.** Genetic susceptibility to aseptic loosening following total hip arthroplasty: a systematic review. *Br Med Bull.* 2012; 101:39-55. doi: 10.1093/bmb/ldr011.
7. **Campbell AC, Rorabeck CH, Bourne RB, Chess D, Nott L.** Thigh pain after cementless hip arthroplasty. Annoyance or ill omen. *J Bone Joint Surg Br.* 1992;74(1):63-6.
8. **Kaipel M, Grabowiecki P, Sinz K, Farr S, Sinz G.** Wien Klin Wochenschr. Migration characteristics and early clinical results of the NANOS® short-stem hip arthroplasty. 2015127(9-10):375-8. doi: 10.1007/s00508-015-0756-0.
9. **Abolghasemian M, Tangsataporn S, Sternheim A, Backstein D, Safir O, Gross AE.** Combined trabecular metal acetabular shell and augment for acetabular revision with substantial bone loss: a mid-term review. *Bone Joint J.* 2013;95-B(2):166-72. doi: 10.1302/0301-620X.95B2.30608.
10. **Henderson RA, Lachiewicz PF.** Groin pain after replacement of the hip: aetiology, evaluation and treatment. *J Bone Joint Surg Br.* 2012;94(2):145-51. doi: 10.1302/0301-620X.94B2.27736. Review.
11. **Forster-Horvath C, Egloff C, Valderrabano V, Nowakowski AM.** The painful primary hip replacement-review of the literature. *Swiss Med Wkly.* 2014;144:w13974. doi: 10.4414/sm.w.2014.13974.
12. **Aghayev E, Teuscher R, Neukamp M, Lee EJ, Melloh M, Egli S, Röder C.** The course of radiographic loosening, pain and functional outcome around the first revision of a total hip arthroplasty. *BMC Musculoskelet Disord.* 2013;14:167. doi: 10.1186/1471-2474-14-167.
13. **DeLee JG, Charnley J.** Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement. *Clin Orthop Relat Res.* 1976;(121):20-32.
14. **Moore MS, McAuley JP, Young AM, Engh CA Sr.** Radiographic signs of osseointegration in porous-coated acetabular components. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;444:176-83.
15. **Gruen TA, McNeice GM, Amstutz HC.** "Modes of failure" of cemented stem-type femoral components: a radiographic analysis of loosening. *Clin Orthop Relat Res.* 1979;(141):17-27.
16. **Engh CA, Bobyn JD.** The influence of stem size and extent of porous coating on femoral bone resorption after primary cementless hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1988;(231):7-28.
17. **Temmerman OP, Raijmakers PG, David EF, Pijpers R, Molenaar MA, Hoekstra OS, Berkhof J, Manoliu RA, Teule GJ, Heyligers IC.** A comparison of radiographic and scintigraphic techniques to assess aseptic loosening of the acetabular component in a total hip replacement. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86-A(11):2456-63.
18. **Engh CA, Bobyn JD, Glassman AH.** Porous-coated hip replacement. The factors governing bone ingrowth, stress shielding, and clinical results. *J Bone Joint Surg Br.* 1987;69(1):45-55.
19. **Cordero-Ampuero J, Peñalver P, Antón R, Galán M, Cordero E.** Radiographic Subsidence in Asymptomatic Patients After THR Using the Furlong Active HAP Stem. *HSS J.* 2013;9(2):161-5. doi: 10.1007/s11420-013-9342-z.
20. **McLaughlin JR, Lee KR.** Total hip arthroplasty with an uncemented femoral component. Excellent results at ten-year follow-up. *J Bone Joint Surg Br.* 1997; 79(6):900-7.
21. **Khanuja HS, Vakil JJ, Goddard MS, Mont MA.** Cementless femoral fixation in total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(5):500-9. doi: 10.2106/JBJS.J.00774.
22. **Pitto RP, Schramm M, Hohmann D, Schmidt R.** Clinical outcome and quantitative evaluation of periprosthetic bone-remodeling of an uncemented femoral component with taper design. A prospective study. *Chir Organi Mov.* 2001;86(2):87-97.
23. **Monti C, Molinari M, Bianco T, Sudanese A, Busanelli L, Toni A.** Indications and limits of CT scan in prosthetic loosening. *Chir Organi Mov.* 1994;79(4):269-77. English, Italian.
24. **Reinartz P, Mumme T, Hermanns B, Cremerius U, Wirtz DC, Schaefer WM, Niethard F, Buell U.** Radionuclide imaging of the painful hip arthroplasty: positron-emission tomography versus triple-phase bone scanning. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87(4):465-70.
25. **Palestro CJ.** Nuclear medicine, the painful prosthetic joint, and orthopaedic infection. *J Nucl Med.* 2003;44(6):927-9.

- 26. Moran E, Byren I, Atkins BL.** The diagnosis and management of prosthetic joint infections. *J Antimicrob Chemother.* 2010;65 Suppl 3:iii45-54. doi: 10.1093/jac/dkq305. Review.
- 27. Yin JM, Liu ZT, Zhao SC, Guo YJ.** Diagnosis, management, and prevention of prosthetic joint infections. *Front Biosci (Landmark Ed).* 2013;18:1349-57. Review.
- 28. Yoder SA, Brand RA, Pedersen DR, O'Gorman TW.** Total hip acetabular component position affects component loosening rates. *Clin Orthop Relat Res.* 1988;(228):79-87.
- 29. Garcia FL, Sugo AT, Picado CH.** Radiographic grading of femoral stem cementation in hip arthroplasty. *Acta Ortop Bras.* 2013;21(1):30-3. doi: 10.1590/S1413-78522013000100006.
- 30. Bruijn JD, Seelen JL, Veldhuizen RW, Feenstra RM, Bernoski FP, Klopper PJ.** High failure rate of cementless threaded acetabular cups: a radiographic and histologic study in the goat. *Acta Orthop Scand.* 1996;67(2):133-7.
- 31. Lai KA, Shen WJ, Chen CH, Yang CY, Hu WP, Chang GL.** Failure of hydroxyapatite-coated acetabular cups. Ten-year follow-up of 85 Landos Atoll arthroplasties. *J Bone Joint Surg Br.* 2002;84(5):641-6.
- 32. Cavalli L, Brandi ML.** Periprosthetic bone loss: diagnostic and therapeutic approaches. *F1000Res.* 2014 17;2:266. doi: 10.12688/f1000research.2-266.v2. Review.
- 33. Biring GS, Masri BA, Greidanus NV, Duncan CP, Garbuz DS.** Predictors of quality of life outcomes after revision total hip replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89(11):1446-51.