



# UNIVERSITAT DE BARCELONA

## Resultats del tractament de la infecció crònica de maluc utilitzant l'espaiador de polimetilmetacrilat prefabricat amb antibiòtic (Spacer-G®)

Ester Garcia Oltra

**ADVERTIMENT.** La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) i a través del Dipòsit Digital de la UB ([diposit.ub.edu](http://diposit.ub.edu)) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX ni al Dipòsit Digital de la UB. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX o al Dipòsit Digital de la UB (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

**ADVERTENCIA.** La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) y a través del Repositorio Digital de la UB ([diposit.ub.edu](http://diposit.ub.edu)) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR o al Repositorio Digital de la UB. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR o al Repositorio Digital de la UB (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

**WARNING.** On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) service and by the UB Digital Repository ([diposit.ub.edu](http://diposit.ub.edu)) has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized nor its spreading and availability from a site foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository is not authorized (framing). Those rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

# **TESI DOCTORAL**

## **Resultats del tractament de la infecció crònica de maluc utilitzant l'espaiador de polimetilmetacrilat prefabricat amb antibiòtic (Spacer-G®)**

Tesi doctoral presentada per obtenir el títol de Doctora  
per la Universitat de Barcelona

**Ester Garcia Oltra**

DIRECTORS:                    Dr. Guillem Bori Tuneu  
   Dr. Sebastián García Ramiro

TUTOR:                         Dr. Andreu Combalia Aleu

Programa de doctorat en Medicina: Agressió Biològica i Mecanismes de Resposta

DEPARTAMENT DE CIRURGIA I ESPECIALITATS QUIRÚRGIQUES

FACULTAT DE MEDICINA I CIÈNCIES DE LA SALUT

UNIVERSITAT DE BARCELONA

BARCELONA, 2018



Invertir en conocimientos produce siempre los mejores intereses

BENJAMIN FRANKLIN

El que sabem és una gota d'aigua, el que ignorem és l'oceà

ISAAC NEWTON



El Dr. Guillem Bori Tuneu i el Dr. Sebastián García Ramiro del Servei de Cirurgia Ortopèdica i Traumatologia de l'Hospital Clínic de Barcelona,

#### CERTIFIQUEN

Que Ester Garcia Oltra ha elaborat el treball titulat *Resultats del tractament de la infecció crònica de maluc utilitzant l'espaiador de polimetilmetacrilat prefabricat amb antibiòtic (Spacer-G®)* sota la seva direcció, i que compleix amb les exigències metodològiques i científiques per poder optar al títol de Doctora en Medicina.

Els estudis presentats han estat desenvolupats a la Unitat de Maluc i al Grup de Patologia Sèptica de l'Aparell Locomotor del Servei de Cirurgia Ortopèdica i Traumatologia de l'Hospital Clínic de Barcelona.

Aquest treball s'ha realitzat amb el suport d'una beca de la Societat Catalana de Cirurgia Ortopèdica i Traumatologia concedida al maig de 2016.

Dr. Guillem Bori Tuneu

Dr. Sebastián García Ramiro

Barcelona, 2018



## **Agraïments**

M'agradaria començar aquestes línies expressant el meu sincer agraïment al Dr. Guillem Bori, director d'aquesta tesi, ja que gràcies al seu suport, supervisió, assessorament i temps compartit ha estat possible dur-la a terme. Però especialment gràcies a la seva amistat, motivació i confiança que he rebut al llarg de tots aquests anys.

Per altra banda, vull agrair al Dr. García Ramiro i al Dr. Combalia la seva inestimable ajuda des de la meva etapa com a resident, així com l'orientació, els necessaris coneixements i el seu impuls i confiança per a la realització d'aquest projecte.

Vull donar les gràcies a tots aquells amics i companys que m'han estat escoltant, donant suport i orientant de la millor manera possible per a l'elaboració d'aquest treball.

Voldria agrair el suport aconseguit gràcies a la Societat Catalana de Cirurgia Ortopèdica i Traumatologia en forma de beca, que m'ha ajudat a sufragar part de les despeses ocasionades per l'elaboració d'aquest treball.

Molt especialment voldria agrair aquesta tesi als meus pares per haver-me proporcionat la millor de les educacions i ensenyar-me que amb esforç i constància tot es pot aconseguir. Al meu germà Santi, pel seu exemple de germà gran i del qual he après a ponderar i confiar en les meves decisions al llarg de la vida. Finalment, voldria tenir unes paraules d'agraïment per al meu estimat marit, l'Àlex, i al meu fill, el Dídac, ja que el seu suport continu, la seva paciència i el seu amor per la vida fan que cada dia valgui la pena.

A tots ells, moltes gràcies.

Ester

Barcelona, 2018





## Resum

L'estratègia quirúrgica d'una cirurgia en dos temps és un dels procediments més emprats en el tractament de la infecció crònica del maluc. S'han descrit diferents tipus d'espaiadors provisionals en la literatura (estàtics, mòbils, fets a mà, emmotllats, metall-polietilè i prefabricats). L'ús d'un espaiador de polimetilmetacrilat prefabricat impregnat amb antibiòtic és un dels tractaments més utilitzats amb unes taxes elevades de curació de la infecció.

Aquesta tesi està dedicada a l'estudi d'aquest espaiador prefabricat de polimetilmetacrilat impregnat amb antibiòtic en l'estratègia quirúrgica del recanvi en dos temps (recanvi en 2-temps).

El primer objectiu ha estat avaluar la taxa de curació de la infecció crònica del maluc utilitzant aquest tipus d'espaiador en l'estratègia quirúrgica dels 2-temps. Els resultats han demostrat que la taxa de curació de la infecció utilitzant aquest tipus d'espaiador és similar a les de la literatura existent. D'aquesta manera se suggereix que aquest tipus d'espaiador és útil en aquesta estratègia quirúrgica, donat que obté resultats similars en termes d'erradicació de la infecció als de la literatura existent.

El segon objectiu ha estat analitzar la complicació mecànica més freqüent d'aquest tipus d'espaiador, la luxació. S'ha estudiat si existeix algun factor etiològic relacionat amb aquesta complicació i el pronòstic clínic dels pacients que la pateixen. De manera específica, s'ha estudiat si el valor postquirúrgic de l'offset femoral lateral (OFL) i l'offset femoral vertical modificat (OFVM) del maluc intervingut és significativament diferent al del costat contralateral, i si és així, si augmenta el risc de luxació. Els resultats han demostrat que la situació clínica final dels pacients que van presentar una luxació de l'espaiador és pitjor respecte als que no la van presentar de forma estadísticament significativa. En referència als factors etiològics analitzats, únicament l'existència d'una tija cimentada en la pròtesi prèvia va presentar significació estadística associada a la luxació. Per altra banda, l'OFL del maluc intervingut és, estadísticament, significativament inferior al del costat contralateral, mentre que no s'ha demostrat una diferència significativa en els valors de l'OFVM. No obstant això, els valors de l'OFL i l'OFVM no s'han associat com a factor de risc de luxació de l'espaiador.

Una altra complicació descrita amb l'ús d'espaiadors prefabricats és la producció d'erosió òssia a nivell acetabular. Per tant, el tercer objectiu ha estat determinar si aquesta erosió es produeix i el temps que tarda a produir-se. Els resultats mostren que l'ús d'espaiadors de polimetilmetacrilat amb antibiòtic per tractar la infecció crònica de maluc durant menys d'un any no s'associa amb l'aparició d'erosió radiològica a nivell acetabular, sempre que els pacients mantinguin la deambulació amb càrrega parcial.

## **Abstract**

Two-stage replacement has become one of the most frequently used treatment methods for chronic hip infections. Different types of spacers have been reported in the literature such as static or articulated spacers which can be handmade/custom-molded/prefabricated. Preformed antibiotic-loaded polymethylmetacrylate spacer is one of the most common treatments with higher eradication rates of infection.

This thesis is devoted to the study preformed antibiotic-impregnated polymethylmethacrylate spacer in two-stage replacement.

Assess the eradication rate of chronic hip infection by two-stage revision using a hip spacer has been the first objective of the study. The results have showed that the cure rate by using this spacer is similar to the reported one, so it is suggested that this spacer could be used for two-stage replacements because the results with it in terms of infection eradication is similar to the literature existing.

The second objective has been to evaluate one of the most common mechanical complication with this spacer, dislocation. It has been reviewed whether any etiological factor could be related to this complication and the clinical prognosis of patient with a dislocation of the spacer. Moreover, it has assessed whether the postoperative value of the lateral and vertical femoral offset of the operated hip is significantly different to the contralateral side, and in that case, evaluate if the risk of dislocation of the spacer becomes higher. The results have concluded that patients who had suffered a dislocation of the spacer after the first-stage, presenting a lower cure rate during the interim period and a worse final clinical hip situation. The factor that has been demonstrated statistically associated with dislocation is the presence of a cemented stem in the prior prosthesis. On the other hand, lateral femoral offset of the operated limb is statistically significant lower than the contralateral side, whereas the vertical femoral offset has not evidenced differences on both sides. Otherwise, the lateral and vertical femoral offset values have not been associated as a risk factor for dislocation of the spacer.

A potential disadvantage of monoblock prefabricated spacer is that it may cause acetabular bone loss, the third objective of this study has been to evaluate radiological acetabular erosion with preformed antibiotic-loaded spacers. The results have determined that using this type of spacers in chronic hip infection treatment for less than one year has not been associated with radiological acetabular erosion if the patient is maintained at partial weight bearing.

# Índex

<b>1. Introducció</b> .....	19
1.1 Espaiadors .....	24
1.2 Antibiótics en els espaiadors.....	24
1.3 Tipus d'espaiadors .....	25
1.3.1 Espaiadors estàtics .....	25
1.3.2 Espaiadors mòbils.....	26
1.4 Complicacions dels espaiadors .....	30
<b>2. Hipòtesi</b> .....	33
<b>3. Objectius</b> .....	35
<b>4. Material i mètodes</b> .....	37
4.1 Disseny de l'estudi .....	37
4.2 Pacients inclosos a l'estudi .....	37
4.3 Procediment clínic .....	37
4.4 Avaluació clínica i radiològica .....	38
4.4.1 Primer objectiu .....	38
4.4.2 Segon objectiu .....	38
4.4.3 Tercer objectiu .....	40
4.5 Anàlisi estadística .....	41
<b>5. Resultats</b> .....	43
5.1 Estudi 1 .....	43
5.2 Estudi 2 i 3 .....	51
5.3 Estudi 4 .....	57

<b>6. Discussió</b> .....	59
6.1 Estudi 1 .....	59
6.2 Estudi 2 i 3 .....	67
6.3 Estudi 4 .....	75
<b>7. Conclusions</b> .....	79
<b>8. Bibliografia</b> .....	81
<b>9. Publicacions</b> .....	97

## Llista de figures

<b>Figura 1.</b> Espaiadors estàtics .....	26
<b>Figura 2.</b> Espaiador mòbil fet a mà .....	27
<b>Figura 3.</b> Espaiador articulat fet amb motlle .....	27
<b>Figura 4.</b> Espaiadors metall-poliètilè .....	28
<b>Figura 5.</b> Spacer-G® .....	29
<b>Figura 6.</b> Mesurament de l'offset femoral lateral i vertical .....	39
<b>Figura 7.</b> Alteracions de l'offset femoral lateral i vertical modificat després de la implantació d'un Spacer-G® .....	54
<b>Figura 8.</b> Absència d'erosió òssia acetabular .....	57
<b>Figura 9.</b> Protrusió acetabular .....	58
<b>Figura 10.</b> Luxació d'espaiador prefabricat del maluc .....	69
<b>Figura 11.</b> Defecte ossi segmentari del fèmur proximal .....	70
<b>Figura 12.</b> Evolució d'un espaiador amb reducció de l'offset femoral lateral .....	71
<b>Figura 13.</b> Luxació d'hemiartroplàstia i espaiador en un mateix pacient	73
<b>Figura 14.</b> Destrucció òssia del sostre acetabular .....	76



## Lista de taules

<b>Taula 1.</b> Gradació de l'erosió òssia acetabular .....	41
<b>Taula 2.</b> Aspectes clínics dels pacients amb infecció crònica del maluc	43
<b>Taula 3.</b> Evolució clínica dels pacients després del primer temps quirúrgic .....	44
<b>Taula 4.</b> Pacients amb luxació de l'espaiador .....	45
<b>Taula 5.</b> Característiques dels pacients que van mantenir l'espaiador ....	46
<b>Taula 6.</b> Pacients amb infecció aguda de l'espaiador o persistència de la infecció després del primer temps quirúrgic vertical .....	47
<b>Taula 7.</b> Alteracions Complicacions després del segon temps quirúrgic (reinfecció, luxació) .....	48
<b>Taula 8.</b> Relació entre les variables estudiades en els pacients portadors d'espaiadors .....	52
<b>Taula 9.</b> Situació clínica final dels pacients després del primer temps quirúrgic .....	53
<b>Taula 10.</b> Estudi descriptiu dels 7 pacients amb luxació de l'espaiador .	53
<b>Taula 11.</b> Resultats de l'offset femoral lateral i l'offset femoral vertical modificat .....	55
<b>Taula 12.</b> Associació entre l'offset femoral lateral, l'offset femoral vertical modificat i la luxació .....	55
<b>Taula 13.</b> Revisió bibliogràfica dels resultats després del primer temps quirúrgic utilitzant l'Spacer-G® .....	61
<b>Taula 14.</b> Revisió bibliogràfica dels resultats després del segon temps quirúrgic utilitzant l'Spacer-G® .....	64





## Abreviacions

<b>Recanvi 2-temps</b>	Recanvi en dos temps
<b>OFL</b>	Offset Femoral Lateral
<b>OFVM</b>	Offset Femoral Vertical Modificat
<b>ASA</b>	American Society of Anesthesiology
<b>VSG</b>	Velocitat de Sedimentació Globular
<b>PCR</b>	Proteïna C-Reactiva
<b>1-temps</b>	Un temps
<b>AAOS</b>	American Academy of Orthopaedic Surgeons
<b>µl</b>	microlitre
<b>MSIS</b>	MuskuloSkeletal Infection Society
<b>PMMA</b>	Polimetilmetacrilat
<b>mm</b>	mil·límetres
<b>DS</b>	Desviació estàndard
<b>P25</b>	Percentil 25
<b>P75</b>	Percentil 75
<b>SPSS</b>	Statistical Package for the Social Sciences
<b>cm</b>	centímetres
<b>TC</b>	Tomografia Computada



# 1. Introducció

---

La infecció és una de les complicacions més greus que pot patir un maluc, ja sigui en un maluc natiu per una artritis sèptica o després d'una artroplàstia, o una osteosíntesi del fèmur proximal. L'artritis sèptica de maluc en adults és una patologia infreqüent, el maneig medicoquirúrgic de la qual és considerat un repte [1,2]. Entre els factors de risc que s'han relacionat amb el desenvolupament d'una artritis sèptica de maluc trobem la diabetis mellitus, l'artritis reumatoide, la teràpia amb esteroides, l'alcoholisme, malalties hepàtiques o renals, el càncer i la malnutrició, així com les deficiències immunològiques [3,4]. Les sèries publicades actualment a la literatura amb artritis sèptica de maluc en adults inclouen pocs casos i heterogenis [5,6]. El microorganisme més freqüentment cultivat en aquesta entitat és *Staphylococcus aureus* [1,2,4]. L'elecció del tractament depèn del temps d'evolució després de la presentació de la simptomatologia clínica. Un diagnòstic precoç d'infecció aguda permet la realització d'un tractament antibiòtic associat al desbridament quirúrgic (obert o artroscòpic); la presència de simptomatologia clínica infecciosa durant un període perllongat associat a una destrucció local radiològica de l'articulació fan necessaris tractaments quirúrgics més agressius [4]. De fet, un retard en el diagnòstic, així com de l'inici del tractament superior a les tres setmanes, s'associa amb la necessitat de sacrificar l'articulació. Matthews et al. va publicar una sèrie de 20 malucs amb artritis sèptica en els quals aquells pacients que havien presentat simptomatologia clínica durant més de tres setmanes s'associaren de forma estadísticament significativa a la necessitat de dur a terme una artroplàstia de resecció per controlar la infecció ( $p < 0,0003$ ) [2]. El tractament de les artritis sèptiques de maluc natiu ha de constar d'un mínim de sis setmanes de teràpia antibiòtica d'acord amb els resultats de l'antibiograma dels microorganismes cultivats, així com un tractament quirúrgic. Entre les opcions quirúrgiques descrites trobem la realització d'un desbridament quirúrgic associat a la implantació d'una artroplàstia total de maluc, una artroplàstia de resecció o un procediment en 2-temps quirúrgics mitjançant un desbridament i la implantació d'un espaiador de maluc en un primer temps i, posteriorment, en un segon temps, la col·locació d'una artroplàstia de maluc. La implantació d'una pròtesi total de maluc en cas d'artritis sèptiques actives s'associa a taxes elevades d'infecció periprotètica [7]. L'artroplàstia de resecció, descrita per Gathorne Robert Girdlestone a la dècada dels 40 (era preantibiòtica), consisteix en un desbridament quirúrgic de tots els teixits desvitalitzats i el cap femoral. Això permet obtenir un control adequat de la infecció tot i que s'associa a diversos graus de dismetria de l'extremitat, dependència de dispositius externs per poder deambular i graus variables de dolor [8]. L'ús d'espaiadors amb antibiòtic mitjançant un procediment en dos temps permet obtenir taxes d'erradicació de la infecció entre el 75 i el 100% [4, 9-12].

La incidència de la infecció periprotètica ha disminuït des que Charnley [13] va observar una taxa d'infeccions del 9%. Actualment, es considera una taxa acceptable d'infecció un valor per sota del 2%, en funció de la durada de l'acte quirúrgic i de la condició de base del malalt mesurada, en la majoria de centres, mitjançant l'escala de l'American Society of Anesthesiology (ASA). La disminució de la incidència de la infecció protètica és atribuïble a una millora en les condicions generals d'higiene i asèpsia en els quiròfans, l'ús d'antisèptics per a la descontaminació de la pell del malalt i del personal sanitari, la introducció de la profilaxi antibiòtica i, en alguns centres, la implantació de quiròfans de flux laminar [14-24].

Una incidència del 2% es considera acceptable, però cal recordar que aquest percentatge pot arribar fins al 15% en determinades circumstàncies com ara el recanvi protètic [25]. Per tant, es considera que la taxa aproximada d'infecció després d'una artroplàstia es troba al voltant del 5%. Si tenim present que a Espanya es col·loquen aproximadament unes 50.000 pròtesis articulars cada any, el nombre anual d'infeccions se situa en unes 2.500 o 3.000.

Les conseqüències d'una infecció sobre una pròtesi articular són devastadores per al pacient. En el millor dels casos serà necessari ingressar el malalt, fer un desbridament quirúrgic i administrar tractament antibiòtic durant períodes molt perllongats [26]. En el pitjor dels casos, serà necessari retirar la pròtesi infectada i mantenir el pacient durant un temps, no inferior als 2 mesos, sense articulació funcional [27,28]. En un segon temps, el malalt se sotmet a una segona intervenció per col·locar la nova pròtesi, en una intervenció que ara té un risc 5 vegades més alt de patir una nova infecció. Les repercussions funcionals, psíquiques i familiars són de gran magnitud. Finalment, cal recordar que el cost anual als Estats Units d'Amèrica de tractar 3.500 infeccions és de 150-200 milions de dòlars [25].

Per altra banda, a causa de l'envelliment de la població i l'increment en el nombre de cirurgies protètiques primàries de maluc que es realitzen de forma anual, es creu que, de forma probable, el nombre absolut d'infeccions periprotètiques augmentarà en els propers anys [29]. Actualment representa la tercera causa de revisió d'una artroplàstia total de maluc, sent responsable del 15% de totes les revisions realitzades [30]. D'aquesta manera, la necessitat de millorar en la prevenció, el diagnòstic i el tractament d'aquesta complicació és essencial per reduir l'enorme impacte negatiu que té sobre la qualitat de vida dels pacients.

D'una manera senzilla, la infecció protètica es pot classificar [31] en: 1) aguda i 2) crònica. La primera és aquella infecció que es presenta de manera brusca (generalment en un temps inferior als 15 dies d'evolució), amb presència de signes inflamatoris locals i, en alguna ocasió, amb símptomes i signes sistèmics com febre i elevació de la velocitat de sedimentació globular (VSG) o la proteïna C-reactiva (PCR), entre d'altres. Habitualment, aquest tipus d'infecció es

presenta en els tres primers mesos després de la col·locació de la pròtesi. El tractament consisteix en una desbridament quirúrgic i un tractament antibiòtic [26].

La infecció crònica es caracteritza per un dolor a l'engonal i/o a la cuixa d'evolució lentament progressiva (setmanes o mesos). Els signes inflamatoris locals són poc freqüents excepte en casos evolucionats, en què es pot obrir una fístula des de la cavitat articular fins a la superfície cutània. L'absència de signes típics d'infecció fa que el diagnòstic diferencial amb altres causes de dolor protètic sigui en ocasions molt difícil. El tractament més eficaç inclou la retirada de tot el material estrany (ciment i components protètics) i la seva substitució per material nou [27,28,32]. L'estratègia quirúrgica per revisar la pròtesi varia entre els que defensen la seva pràctica en un temps (1-temps) [33-35] i els que consideren que la tècnica més segura és el recanvi en 2-temps [27,28,32,36], i que actualment és la més acceptada.

Per dur a terme el diagnòstic d'infecció protètica crònica de maluc s'utilitza la història clínica. En l'anamnesi i l'exploració física el dolor en el maluc, tot i que és inespecífic, és habitual. En canvi, la troballa d'una fístula, tot i que és poc freqüent, és diagnòstica. L'avaluació dels paràmetres analítics de la infecció com la PCR i la VSG presenten una elevada sensibilitat, especificitat i valor predictiu positiu (82, 95 i 96%, respectivament) [25,37,38]. L'estudi radiològic sol aportar pocs canvis específics útils per al diagnòstic d'infecció, tot i que en fases avançades es poden visualitzar imatges radiolúcides d'afluixament dels implants i/o reabsorció periòstica. El cultiu del líquid articular obtingut per teleradioscòpia, ecografia o tomografia computada té, únicament, una elevada rendibilitat en el diagnòstic d'infecció en pacients amb elevada sospita clínica o analítica [39,40]. Actualment, però, no constitueix l'estàndard de referència (*gold-standard*) en el diagnòstic de la infecció periprotètica crònica de maluc [14,41], donat que presenta limitacions en la detecció de microorganismes presents, estacionaris en el biofilm madur format al voltant de la pròtesi [42,43] de maluc. A més a més, fins en un 30% dels casos no s'aconsegueix obtenir líquid articular o bé el líquid és insuficient per dur a terme els cultius necessaris per al diagnòstic d'infecció [44].

Clàssicament les infeccions periprotètiques de maluc s'han classificat en 4 tipus, segons Tsukayama et al. [31,45]: tipus I, cultius positius intraoperatoris (absència de simptomatologia clínica infecciosa però 2 o més cultius positius intraoperatoris). Aquest tipus correspon a una infecció crònica de baix grau en la qual, en realitzar la revisió protètica, els cultius són positius per un microorganisme; tipus II, aguda postquirúrgica (es diagnostica en les primeres 4 setmanes després de la cirurgia primària de maluc); tipus III, aguda hematògena (els microorganismes són transportats via hematògena des de llocs de l'organisme com el tracte

urinari, úlceres mucoses, etc., fins a l'articulació, i generen simptomatologia d'infecció aguda periprotètica en una articulació que prèviament era normofuncionant); tipus IV, crònica (es produeix més enllà de les primeres 4 setmanes postquirúrgiques). La divisió de 4 setmanes per diferenciar les infeccions agudes postquirúrgiques de les cròniques es va establir de forma arbitrària per Tsukayama et al. a partir de l'observació de la seva sèrie de 106 infeccions de maluc en què els pacients amb evolucions més llargues presentaven pitjors resultats si mantenien l'implant [31]. Actualment el diagnòstic de la infecció periprotètica crònica de maluc constitueix un hàndicap [46-48] donada la variabilitat de la simptomatologia clínica dels pacients, però qualsevol pacient amb una pròtesi de maluc dolorosa s'hauria d'incloure en la revisió d'una potencial causa infecciosa [41,49].

En els darrers anys, l'American Academy of Orthopaedic (AAOS) ha publicat una guia clínica per ajudar a estandarditzar el diagnòstic d'infecció periprotètica crònica de maluc [46]. En aquesta guia, proposa estratificar els pacients en alt i baix risc de sospita d'infecció periprotètica. La prova d'*screening* que utilitza és la determinació dels nivells de PCR i VSG. Si els nivells es troben elevats, recomana l'obtenció de líquid articular (després d'un mínim de 2 setmanes sense tractament antibiòtic) per cultivar-lo i fer un recompte de leucòcits, així com del percentatge de polimorfonuclears. Si el resultat del cultiu és positiu i el recompte cel·lular és superior a 1700 cèl·lules/microlitre ( $\mu\text{l}$ ) (rang 1100-3000 cèl·lules/ $\mu\text{l}$ ), amb un percentatge de polimorfonuclears superior al 65%, presenta una alta possibilitat d'infecció. Si hi ha diferències entre els valors observats, es recomana repetir la punció articular i, si tot i així es troben discrepàncies, dependrà de si el pacient té programada una revisió quirúrgica (en aquest cas es durà a terme l'estudi dels polimorfonuclears intraoperatoris per anatomia patològica) o no (en aquest cas es recomana reavaluar el pacient en un període de 3 mesos) [46].

Per tant, la MuskuloSkeletal Infection Society (MSIS) estableix el 2011 [47] el diagnòstic d'infecció periprotètica crònica de maluc sempre que es compleixin qualsevol dels criteris majors: aïllament en dues o més mostres del mateix microorganisme patògen o la presència d'una fístula que comuniqui amb la pròtesi; o bé la presència de quatre o més dels criteris menors: elevació de la PCR i VSG, augment del recompte de leucòcits al líquid articular, increment del percentatge de polimorfonuclears, la presència de pus a l'articulació afectada, aïllament d'un microorganisme en una única mostra i la detecció de  $\geq 5$  polimorfonuclears comptabilitzats en un camp microscòpic de gran augment [47]. El 2013 els criteris menors van ser revisats i el diagnòstic d'infecció periprotètica crònica es va modificar per la presència de tres o més dels criteris menors: elevació de la PCR i VSG, augment del recompte de leucòcits al líquid articular, increment del percentatge de polimorfonuclears, aïllament d'un microorganisme en una única mostra i la detecció de  $\geq 5$  polimorfonuclears comptabilitzats en un camp

microscòpic de gran augment. És a dir, el criteri menor de presència de pus a l'articulació afectada va ser eliminat [50].

S'han desenvolupat diverses estratègies per al tractament d'aquestes infeccions cròniques de maluc: artroplàstia de resecció (Girdlestone), recanvi en 1-temps, recanvi en 2-temps i teràpies supressives amb antibiòtic [51-54]. Per erradicar de forma adequada la infecció, és generalment acceptada la importància de la retirada de tots aquells cossos estranys que hi poden estar implicats [31]. Per tant, a priori les opcions quirúrgiques tenen més probabilitats d'èxit. Les teràpies supressives amb antibiòtic constitueixen una opció en aquells pacients en què és mèdicament inviable la realització d'una intervenció quirúrgica, o bé en aquells en què s'ha realitzat algun acte quirúrgic i hi ha dubtes sobre la curació de la infecció. L'artroplàstia de resecció s'ha relacionat amb una disminució de l'*stock* ossi, l'escurçament de l'extremitat i pèrdues en la funcionalitat clínica del pacient. [52, 55-57]. Per tant, l'artroplàstia de resecció hauria de ser considerada en pacients que no deambulen, en casos que, per la situació mèdica, no permeten dur a terme múltiples intervencions quirúrgiques o bé en aquells pacients en què prèviament el recanvi en 2-temps ja hagi fracassat i el risc d'infecció recurrent en cas de fer-se un altre recanvi és considerat inacceptable [58]. El recanvi en 1-temps consisteix en la retirada dels teixits desvitalitzats i material protètic i, en el mateix acte quirúrgic, la implantació de la pròtesi definitiva. S'ha associat a una morbiditat inferior, una millor recuperació funcional i qualitat de vida del pacient, així com una taxa cost-efectivitat superior, i per aquest motiu representa una opció terapèutica adequada. Per altra banda, la implantació de la pròtesi definitiva incrementa potencialment el risc de mantenir la infecció. Algunes de les contraindicacions descrites per a la realització del recanvi en 1-temps són la presència de fístules o una gran afectació dels teixits tous que poden dificultar posteriorment una cobertura correcta, la presència d'una infecció sistèmica (sèpsia), la no identificació preoperatòria de l'agent causant o bé que es tracti d'un microorganisme multiresistent [53,54,59].

El recanvi en 2-temps consisteix en un desbridament inicial dels teixits desvitalitzats amb retirada de la pròtesi, la col·locació d'un espaiador amb antibiòtic, l'administració de tractament antibiòtic i, un cop els paràmetres clínics i analítics es normalitzen, en un segon temps, implantar la pròtesi definitiva. Actualment constitueix un dels procediments més utilitzats per al tractament de la infecció crònica, ja sigui després d'una artroplàstia [48, 60-63], d'una osteosíntesi secundària a una fractura de fèmur proximal [9] o bé d'una artritis sèptica de maluc [1,4,64]. L'ús d'espaiadors de polimetilmetacrilat prefabricats impregnats amb antibiòtic ha esdevingut una de les estratègies més emprades i ha obtingut taxes de curació de la infecció per sobre del 90% [58,65-68].



## 1.1 Espaiadors

A principis dels anys 90, Zilkens et al. i Abendschein et al. van publicar, de forma independent, l'ús de blocs de ciment impregnats amb antibiòtic per omplir aquelles gran cavitats que presentaven els pacients amb infecció de pròtesi de maluc tant a nivell acetabular com femoral [69,70]. L'espaiador estava format pels mateixos components de la pròtesi recoberts de polimetilmetacrilat i podien formar una pròtesi total o bé monopolar. [60,71].

Els espaiadors en el tractament de la infecció crònica de maluc compleixen una doble funció: mecànica i biològica. Per una banda, permeten mantenir una funció articular i una longitud de l'extremitat adequades, gràcies a la disminució de les contractures dels teixits tous periprotètics, afavorint una mobilització precoç i facilitant la implantació posterior de la pròtesi definitiva [72]. Biològicament, l'espaiador permet l'alliberació local de l'antibiòtic complementant el tractament quirúrgic realitzat, així com el tractament antibiòtic administrat per via sistèmica [73,74]. Els espaiadors, per tant, proporcionen un tractament local dels teixits periprotètics infectats, generalment pobrament vascularitzats, evitant així la toxicitat sistèmica que podria resultar de realitzar només el tractament antibiòtic endovenós [75,76]. Cabrita et al. va publicar un estudi prospectiu de 68 pacients amb infecció crònica de maluc comparant la utilització d'espaiadors amb antibiòtic (38 pacients) i sense espaiador (30 pacients). Va obtenir millors taxes de control de la infecció i una dismetria inferior de forma estadísticament significativa entre els pacients portadors d'un espaiador [77].

## 1.2 Antibiòtics en els espaiadors

L'ús del millor antibiòtic d'acord amb l'antibiograma del microorganisme cultivat no sempre és possible, ja que l'antibiòtic afegit en el ciment ha de ser termoestable, és a dir, resistent a l'escalfor produïda per la polimerització del ciment, al bactericida a baixes concentracions i que no sigui al·lergènic [65,66,75]. A més, l'antibiòtic ha de ser soluble a l'aigua per poder diluir-se amb els teixits periprotètics i, finalment, ha d'estar disponible en format de pols, ja que afegir un antibiòtic a la barreja amb el ciment en format líquid redueix significativament la seva resistència mecànica [76,78,79]. Tant la indústria dels espaiadors com la majoria de cirurgians aspiren a obtenir la cobertura antibiòtica més òptima enfront dels microorganismes aïllats més freqüentment com *Staphylococcus aureus*, estafilococ coagulasanegatiu i els microorganismes gramnegatius. És per això que els antibiòtics que s'utilitzen de forma més freqüent i que a compleixen aquests criteris són aminoglicòsids tals com la gentamicina i la tobramicina i, per altra banda, glucopèptids com la vancomicina [80]. En referència a la dosificació, no hi ha prou evidències científiques per recomanar un tipus, combinació o dosificació d'antibiòtic. Quant a la gentamicina, s'han publicat dosis d'1 a 4 grams per cada 40 grams de polimetilmetacrilat

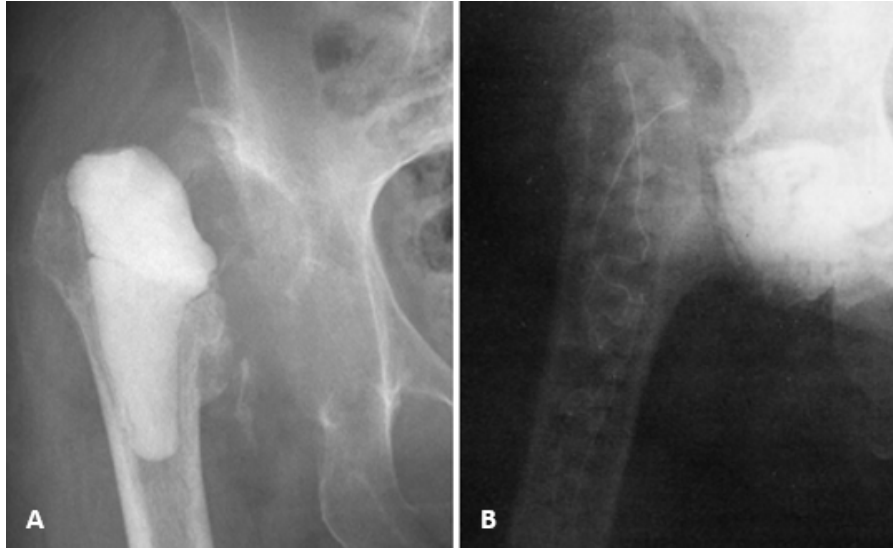
(PMMA) i de 0,25 a 4,8 grams en el cas de la vancomicina [48,62,65,81]. Actualment, degut a l'increment del nombre de resistències a la meticil·lina, i fins i tot a la vancomicina, s'estan estudiant diverses alternatives a l'ús de la vancomicina. Algunes de les opcions estudiades in vitro per Kaplan et al. i Chang et al. [82,83], i que ofereixen potencialment bons resultats en termes d'efecte antibacterià i dilució, són la daptomicina i la teicoplanina. S'ha suggerit que la combinació d'antibiòtics podria afavorir un increment en la quantitat i duració de l'antibiòtic en el lloc de la infecció [84]. Recentment, Cortes et al. va publicar un cas clínic d'una pacient amb múltiples al·lèrgies a antibiòtics i colonitzada per microorganismes multiresistents en la qual va utilitzar un espaiador amb daptomicina per al tractament d'una infecció periprotètica recurrent de maluc amb bons resultats [85]. Desafortunadament, encara calen més estudis i assajos clínics amb aquests antibiòtics per poder utilitzar-los de manera regular. En general, les complicacions relacionades amb l'ús de dosis elevades de vancomicina o aminoglucòsids continguts en els espaiadors són poc freqüents i només s'han descrit pocs casos de fracàs renal agut [86]. D'altra banda, l'alliberació local de l'antibiòtic impregnat en el ciment sol ser ràpida i inicialment seguida d'una disminució progressiva. Atès que les dosis elevades d'antibiòtic local alliberades es mantenen durant poc temps, un cop alliberat l'antibiòtic, l'espaiador es podria comportar com un llit per a la colonització d'aquells microorganismes seleccionats i resistents [87-89].

### **1.3 Tipus d'espaiadors**

Clàssicament, segons la funcionalitat mecànica que ofereixen, els espaiadors es classifiquen en estàtics i mòbils.

#### **1.3.1 Espaiadors estàtics**

Consisteix en la col·locació d'una bola de ciment impregnada d'antibiòtic implantada a nivell acetabular i en el canal femoral, que realitza l'ocupació de l'espai i allibera l'antibiòtic de forma local però no permet la càrrega ni la mobilitat normal del maluc del pacient (figura 1). No permeten una mobilització normal del maluc, per tant no compleixen amb una bona funció mecànica del maluc [61].



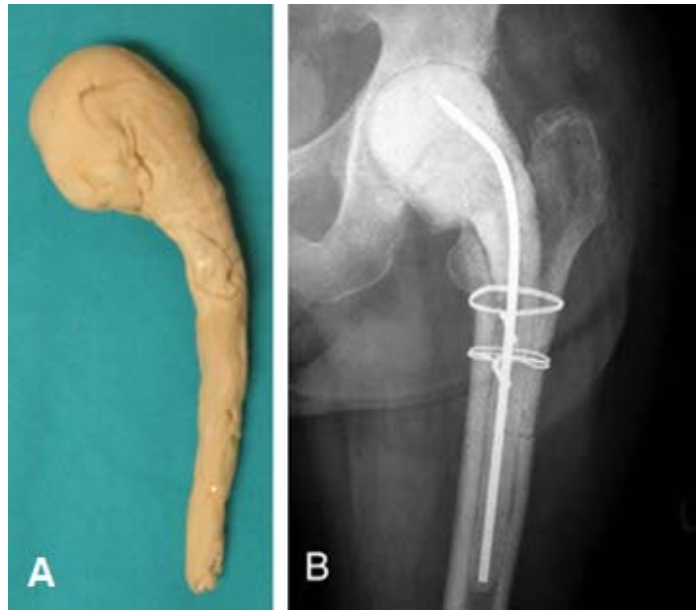
**Figura 1.** Espaiadors estàtics. A la imatge es poden visualitzar dues radiografies anteroposteriors de maluc en què s'aprecia una bola de ciment amb antibiòtic en el canal femoral (A) i ciment amb antibiòtic tant a la cavitat acetabular com en el canal femoral (B).

### 1.3.2 Espaiadors mòbils

Permeten una mobilització precoç, milloren la funció articular i mantenen una longitud de l'extremitat adequada. Alhora faciliten la implantació de la pròtesi definitiva durant el segon temps, ja que mantenen uns plans tissulars adequats i eviten l'escurçament de l'extremitat [90]. A més a més permeten l'alliberació local d'antibiòtic. Únicament s'han descrit algunes contraindicacions per a la implantació d'aquest tipus d'espaiadors: la presència de defectes importants a nivell acetabular, perquè s'incrementa el potencial risc d'una complicació mecànica com la luxació, i quan la realització del 2-temps del recanvi no està planificada [65]. D'entre aquest tipus d'espaiadors han estat descrits els que es fabriquen manualment, els que es formen a partir d'un motlle i els prefabricats.

#### A) Espaiadors fets a mà

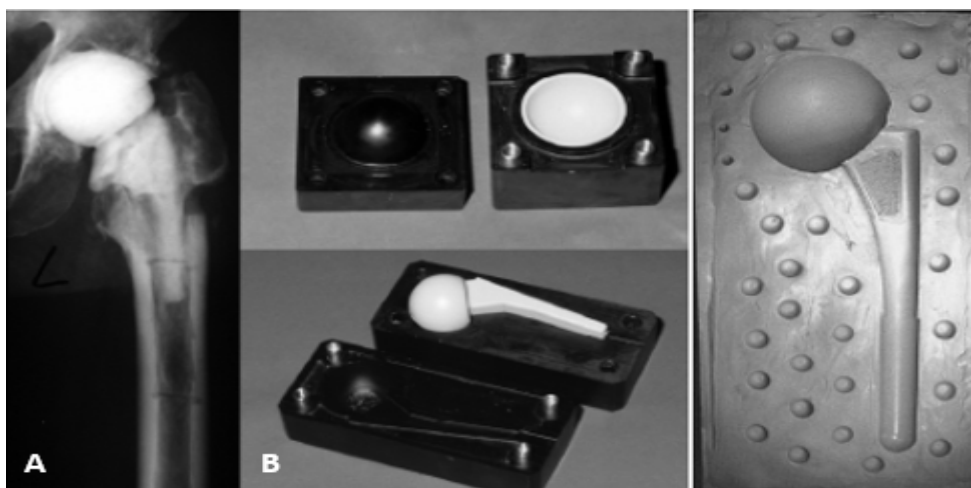
Intenten reproduir la forma d'una hemiartroplàstia de manera artesanal sense la utilització de cap motlle. Habitualment estan formats per un endoesquelet metàl·lic [91], ja sigui per una agulla de Kirshner o un clau d'Ender recoberts de ciment amb antibiòtic (figura 2). Són de baix cost, fàcils de fer i individualitzats per a cada pacient (es construeixen tenint en compte els defectes ossis individuals). El problema d'aquests espaiadors és que moltes vegades presenten una fixació insuficient a nivell del canal femoral, allarguen el temps quirúrgic i la relació coll-cap de l'espaiador no sol reproduir l'OFL del pacient [92]. A més a més, s'ha publicat que hi ha una taxa de fractures superior en aquest tipus d'espaiadors [62]; això podria estar relacionat amb la barreja del ciment i la seva implantació al llit quirúrgic, així com la combinació de dosis elevades d'antibiòtic que podrien afectar l'estabilitat mecànica de l'implant [62].



**Figura 2.** Espaiador mòbil fet a mà. Fotografia preoperatòria (A) i radiografia postoperatòria anteroposterior de maluc (B) que mostren un espaiador fet a mà abans i després de la implantació. A la figura B es mostra l'endoesquelet metàl·lic a partir del qual s'ha recobert de ciment amb antibiòtic.

### **B) Espaiadors fets amb motlle**

Es fan a partir d'un motlle preformat en el qual es basa la forma de l'espaiador. De la mateixa manera que els fets a mà, són hemiartroplàsties monopolars amb un endoesquelet metàl·lic (figura 3). Tot i que els dissenys dels motlles permeten una millor adaptabilitat als pacients que els fets a mà, el nombre de talles disponibles continua sent insuficient [38].



**Figura 3.** Espaiador articulat fet amb motlle. (A) Radiografia postoperatòria anteroposterior de maluc que mostra un espaiador mòbil fet amb motlle. (B) Fotografies en què es visualitzen diverses menes de motlle per dur a terme la formació de l'espaiador.

### C) Espaiadors de metall-polietilè

La tècnica consisteix en la implantació d'una tija femoral (ja sigui reesterilitzant la que hi havia prèviament o utilitzant una nova tija femoral) amb ciment amb antibiòtic associat a la utilització d'un polietilè (constret o no) cimentat a nivell acetabular [93,94]. Un dels sistemes més utilitzats és el sistema Prostalac 'Prosthesis of antibiotic acrylic cement' (Depuy, Warsaw, Indiana), que està format per un component femoral cimentat amb l'ús d'un polietilè constret o no i un cap femoral de 32 mil·límetres (mm) (figura 4). Per tant, es tracta d'un espaiador mòbil articulat amb component femoral i acetabular. Aquests tipus d'espaiadors permeten un nombre de mides més elevat tant de la part femoral com de la part acetabular [60,95,96]. Hoffman et al. va publicar una sèrie de 27 casos amb un seguiment mitjà de 76 mesos amb una taxa d'erradicació de la infecció del 96,3% (1 reinfecció) [94]. D'altra banda, segons Wentworth et al., algunes de les complicacions potencials que s'han descrit amb aquest tipus d'espaiadors són l'increment del temps quirúrgic per la preparació dels components i, per una altra banda, amb la introducció d'un polietilè cimentat s'incrementa el risc de pèrdua d'*stock* ossi a nivell acetabular durant el segon temps quirúrgic [74,97].



**Figura 4.** Espaiador metall-polietilè. Radiografia postoperatoria anteroposterior de maluc en què es visualitza la utilització d'un espaiador amb el sistema tipus Prostalac. Presenta un defecte ossi a nivell del sostre acetabular que s'ha tractat mitjançant l'ús de ciment i cargols per evitar complicacions mecàniques potencials.

#### D) Espaiadors prefabricats

Són espaiadors de ciment amb antibiòtic preformats prèviament a la intervenció. Tenen la forma d'una hemiartroplàstia monopolar, una tija femoral amb un cap per la part acetabular amb un endosquelet metàl·lic. Un dels més utilitzats, i sobre el qual es basen la majoria dels estudis, és l'Spacer-G® (Tecres S. pA, Sommacompagna, Verona, Italy). Aquest espaiador es troba disponible en dues mesures en funció de la longitud de la tija femoral rodona o rectangular (curt, 260 mm / llarg, 360 mm) i tres mesures en funció de la mida del cap (46, 54 i 60 mm) (figura 5). L'espaiador porta incorporada una dosi preestablerta d'antibiòtic (gentamicina 1,9%) que s'anirà alliberant de forma gradual en el llit quirúrgic [9,98 – 108].



**Figura 5.** Spacer-G®. L'espaiador prefabricat de polimetilmetacrilat tipus Spacer-G® es troba disponible en 6 mides en funció de la mida del cap i la longitud de la tija femoral.

Es tracta d'un espaiador mòbil, format per un sol component i fabricat per la indústria ortopèdica. El nombre de mides disponibles és menor.

Per a la realització d'aquesta tesi doctoral es va fer servir l'Spacer-G® (Tecres S. pA, Sommacompagna, Verona, Italy) amb la disponibilitat de tija femoral rodona en dues mesures, de 260 i 360 mm respectivament, i tres mesures del cap (46,54 i 60 mm).

Actualment, la indústria ofereix l'opció d'utilitzar espaiadors prefabricats de polimetilmetacrilat carregats amb dos antibiòtics (vancomicina 2,5% i gentamicina 1,9%) (Spacer Vancogenx ®) disponibles també en dues mesures de 260 i 360 mm respectivament i tres mesures del cap (46, 54 i 60 mm). Aquests espaiadors aconseguixen una alliberació local d'antibiòtics elevada en les primeres 24-48 h, seguida d'una disminució progressiva [104,107].

#### 1.4 Complicacions dels espaiadors

Les complicacions que s'han descrit en la utilització dels espaiadors són les següents: la no curació de la infecció durant el 1-temps quirúrgic, la luxació, la fractura de l'espaiador, la fractura periespaiador i l'erosió òssia a nivell acetabular [74,98-104,106,109].

La taxa de curació de la infecció fent un recanvi en 2-temps amb els espaiadors prefabricats és del 90%, similar a la literatura publicada amb altres espaiadors [103,104,105]. Tot i així, un dels inconvenients descrits amb aquest tipus d'espaiadors és la impossibilitat d'administrar localment l'antibiòtic adient d'acord amb l'antibiograma del microorganisme que s'hagi cultivat de forma preoperatòria, atès que porten incorporada una dosi d'antibiòtic preestablerta.

La complicació mecànica dels espaiadors més freqüent és la luxació de l'espaiador. Aquesta luxació no es produeix en els espaiadors estàtics, mentre que sí que es pot produir en els mòbils amb una taxa global del 7% [65]. En el cas específic dels espaiadors prefabricats tipus Spacer-G®, la taxa de luxació pot oscil·lar entre el 0 i el 22% [74,98-104,106,110,111]. Aquesta complicació, que es dona entre el 1-temps del recanvi, pot influir en la curació de la infecció i en el resultat funcional final del pacient. Diferents factors s'han associat a la luxació dels espaiadors: que el pacient no obeeixi les ordres del cirurgià o que no toleri la càrrega parcial, la presència d'una insuficiència muscular, l'absència d'una fixació correcta de l'espaiador a nivell del fèmur proximal, que el cap de l'espaiador sigui més petit del recomanat, la presència de defectes ossis importants a nivell acetabular i la reducció de l'OFL del maluc intervingut respecte al contralateral [67,80,105,106].

Altres complicacions mecàniques com les fractures del mateix espaiador, les fractures periespaiador o l'erosió òssia a nivell acetabular són infreqüents. En general, les fractures de l'espaiador es relacionen amb ossos de baixa qualitat, defectes femorals proximals, osteotomies femorals esteses, osteoporosi, la manca d'ús de l'extremitat, la presència de múltiples intervencions prèvies [99,112], i la utilització d'endoesquelets dèbils a l'espaiador com les agulles de Kirshner o claus d'Ender [113]. En canvi, la utilització de cargols cervicocefàlics, tiges protètiques o espaiadors prefabricats permeten incrementar la resistència de la construcció així com millorar la funció mecànica de l'extremitat i reduir el nombre de fractures de l'espaiador [62,113]. Les fractures de l'espaiador poden ser classificades com a simptomàtiques (típicament es localitzen a nivell del coll de l'espaiador i poden aparèixer després de llargs períodes portant l'espaiador o administrar una càrrega excessiva) i asimptomàtiques (típicament localitzades a la tija de l'espaiador o distals de l'espaiador; la gran majoria de vegades no requereixen un tractament específic) [112,113]. Per altra banda, les fractures periespaiador

femorals són clínicament simptomàtiques, ocasionen inestabilitat de l'espaiador, impotència funcional i dificultat en la realització del 2-temps quirúrgic. L'erosió òssia a nivell acetabular es pot produir en aquells espaiadors mòbils que no tinguin component acetabular, com l'Spacer-G® [109].





## 2. Hipòtesi

---

L'estratègia quirúrgica del recanvi en 2-temps utilitzant espaiadors de ciment amb antibiòtic és el procediment més emprat en el tractament de la infecció crònica de maluc. En un primer temps es realitza un ampli desbridament dels teixits tous o ossis sospitosos d'infecció, així com la retirada de tot el material inert infectat (pròtesi de maluc, material d'osteosíntesi o ciment). La col·locació d'un espaiador de ciment impregnat amb antibiòtic, que anirà alliberant antibiòtic constantment i de manera local, conjuntament amb una teràpia sistèmica d'antibiòtic, produirà una curació de la infecció en un primer temps en el maluc intervingut i permetrà la posterior col·locació de la pròtesi definitiva en un segon temps, disminuint el risc d'infecció d'aquesta pròtesi definitiva.

Per tant, hipotetitzem que la utilització de l'espaiador de polimetilmetacrilat prefabricat amb antibiòtic (Spacer-G®) permetrà obtenir una taxa de curació de la infecció crònica de maluc propera al 90% amb un índex de complicacions mecàniques baix.



### 3. Objectius

---

1. Determinar quina és la taxa de curació d'una infecció crònica de maluc utilitzant l'espaiador de polimetilmetacrilat prefabricat amb antibiòtic (Spacer-G®) mitjançant l'estratègia quirúrgica del recanvi en 2-temps.
2. Analitzar els factors etiològics responsables de la luxació dels espaiadors tipus Spacer-G®, així com el pronòstic clínic dels pacients amb aquesta complicació. Entre els factors etiològics estudiats, avaluar de forma específica el valor postquirúrgic de l'OFL i l'OFV del maluc amb l'espaiador respecte al del costat contralateral si és significativament diferent, i si és així, determinar si augmenta el risc de luxació.
3. Estudiar quins són els factors etiològics responsables de l'erosió òssia acetabular radiològica dels espaiadors tipus Spacer-G®.



## 4. Material i mètodes

---

### 4.1 Disseny de l'estudi

Estudi retrospectiu

### 4.2 Pacients inclosos a l'estudi

Tots els pacients que van presentar una infecció crònica de maluc, ja sigui després d'una artroplàstia, una osteosíntesi per una fractura de fèmur proximal o una artritis sèptica, i es van sotmetre a l'estratègia quirúrgica del recanvi en 2-temps utilitzant un espaiador de ciment prefabricat amb antibiòtic (Spacer-G®) entre l'any 2000 i el 2011.

### 4.3 Procediment clínic

El primer temps del recanvi va consistir en la realització d'un desbridament quirúrgic ampli amb l'exèresi de tots aquells teixits tous o ossis sospitosos d'infecció i la retirada dels components protètics, material d'osteosíntesi i ciment. Posteriorment es va implantar un espaiador de ciment prefabricat amb antibiòtic tipus Spacer-G®. Un mínim de 6 mostres intraoperatòries van ser recollides per cultivar (2 líquids, 2 sòlids i 2 frotis). La profilaxi antibiòtica utilitzada va ser ceftazidima i vancomicina. El tractament antibiòtic definitiu es va ajustar en funció del resultat dels cultius i del seu antibiograma. La durada del tractament va ser d'un mínim de 6 setmanes. A tots els pacients se'ls va permetre deambular amb bastons i càrrega parcial.

Es va dur a terme una radiografia anteroposterior de la pelvis adequadament centrada immediatament després del primer temps quirúrgic i una segona radiografia anteroposterior de la pelvis just abans de la realització del segon temps quirúrgic. En els casos en què el segon temps quirúrgic no es va dur a terme, es va analitzar l'última radiografia anteroposterior de la pelvis correctament centrada durant el seguiment per poder valorar el grau d'erosió acetabular radiològic produït per l'espaiador.

El 2-temps, retirada de l'espaiador i implantació de la pròtesi definitiva, es va fer sempre que hi hagués: 1) absència de simptomatologia clínica d'infecció després d'haver aturat un mínim de 2 setmanes el tractament antibiòtic, 2) normalització dels paràmetres analítics d'infecció, PCR i VSG.

Aquells pacients que van presentar una complicació mecànica en el període intermedi entre el 1-temps i el 2-temps quirúrgic van ser sotmesos a una segona cirurgia. Posteriorment, en absència de simptomatologia infecciosa i amb la normalització dels paràmetres analítics després d'haver

suspès el tractament antibiòtic durant dues setmanes, es va procedir a la realització del 2-temps quirúrgic.

Durant el 2-temps quirúrgic, es van obtenir un mínim de 6 mostres perioperatòries a tots els pacients per cultivar, i també es va realitzar profilaxi antibiòtica amb ceftazidima i vancomicina. Quan els resultats dels cultius van ser negatius, l'antibiòtic es va aturar, i si els resultats continuaven sent positius, el tractament antibiòtic es va perllongar durant 6 setmanes ajustat a l'antibiograma. En el 2-temps, es va considerar la presència d'una infecció persistent quan es va aïllar el mateix microorganisme que en el 1-temps quirúrgic en un mínim de dues mostres, i reinfecció quan el microorganisme aïllat va ser diferent respecte al 1-temps quirúrgic. D'altra banda, es va considerar que la infecció estava curada davant l'absència de simptomatologia clínica infecciosa i la completa normalització dels paràmetres analítics durant tot el seguiment després del 2-temps quirúrgic.

#### **4.4 Avaluació clínica i radiològica**

Es va realitzar una revisió retrospectiva de totes les històries clíniques dels pacients inclosos en l'estudi. Les variables analitzades d'acord amb els objectius van ser les següents:

##### **4.4.1 Primer objectiu**

Es va analitzar la taxa de curació de la infecció crònica de maluc utilitzant l'Spacer-G®, considerant com a tal les situacions clíniques següents: la realització del 2-temps quirúrgic, quan el 2-temps quirúrgic no es va poder dur a terme per un problema mèdic del pacient tot i l'absència de simptomatologia clínica d'infecció i la normalització dels paràmetres analítics, o quan el pacient va refusar la realització del 2-temps quirúrgic amb absència de simptomatologia d'infecció i uns paràmetres analítics normalitzats. Es va considerar que la infecció no estava curada en les situacions següents: es mantenia la simptomatologia infecciosa després del 1-temps quirúrgic fent necessària la realització d'un desbridament quirúrgic o una artroplàstia de resecció, o bé quan es va produir una luxació de l'espaiador i durant la reintervenció els cultius van ser positius.

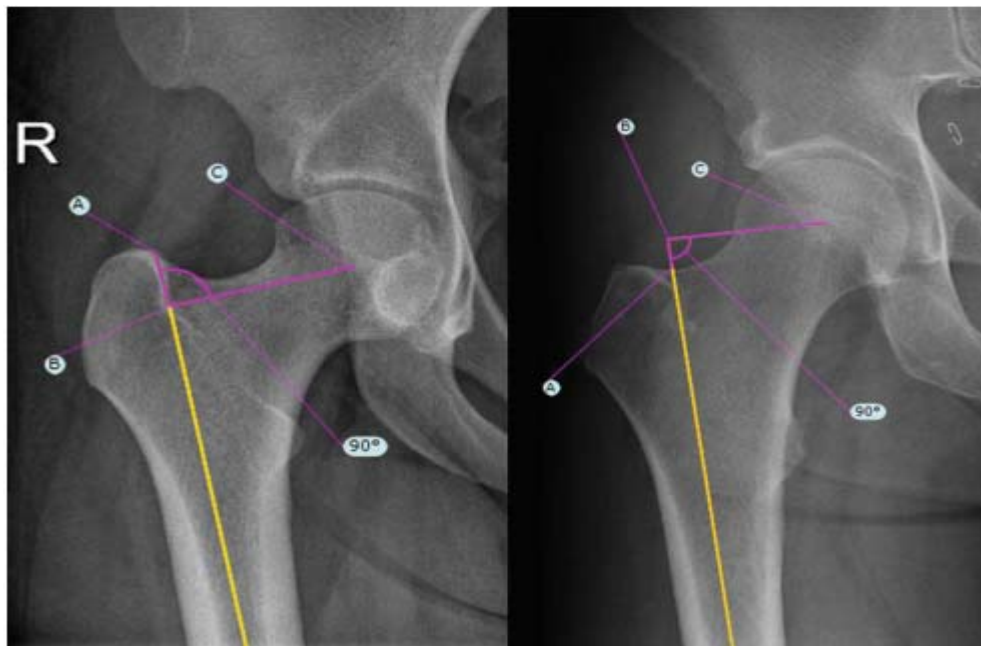
##### **4.4.2 Segon objectiu**

Es va avaluar l'edat, el gènere, el motiu de la col·locació de l'espaiador (artritis sèptica de maluc, infecció crònica d'una artroplàstia de maluc o una infecció d'una osteosíntesi de fèmur proximal). En referència al tipus d'implant que presentava el pacient previ a la infecció, es va revisar si es tractava d'una artroplàstia total de maluc o una hemiartroplàstia, i si la tija femoral o la copa acetabular eren cimentats o no. Es va dur a terme l'estudi microbiològic causant de la infecció (si els cultius havien estat positius o negatius, i el tipus de microorganisme).

Es van analitzar totes les variables relacionades amb les característiques intrínseques de l'espaiador Spacer-G® (la mida del cap 46, 54 o 60 mm i la longitud de la tija de l'espaiador) així com variables relacionades amb la tècnica quirúrgica realitzada durant el 1-temps quirúrgic: cimentació proximal de l'espaiador (en aquells casos en què l'estabilitat inicial obtinguda en la col·locació de l'espaiador va ser insuficient es va fer una cimentació proximal periespaiador) i osteotomia trocantèrica ampliada (en aquells pacients en què la retirada de la tija femoral o el material d'osteosíntesi hauria estat difícil).

Per una altra banda, es va analitzar la taxa de luxació dels espaiadors entre el 1-temps i el 2-temps quirúrgic i si el pacient havia presentat un episodi de luxació prèvia amb l'implant que portava anteriorment. Es va identificar la relació entre la mida del cap de l'espaiador i la mida de l'acetàbul original, de tal manera que resultats superiors a 1 indicaven que la mida del cap de l'espaiador era superior a la de l'acetàbul original, mentre que resultats inferiors a 1 indicaven que era menor. En referència a l'existència o no de defectes ossis acetabulars i femorals després de la implantació de l'espaiador, es van analitzar utilitzant el sistema de classificació de Paprosky [99,114].

En tots els pacients es va mesurar l'OFL, que és la distància entre el centre de rotació del cap femoral amb l'eix longitudinal del fèmur i l'OFVM que és la distància des de la part superior del trocànter major en relació amb el centre de rotació del cap femoral [115] (figura 6).



**Figura 6.** Mesurament de l'offset femoral lateral i vertical. Radiografies anteroposteriors de maluc que mostren l'OFL (distància BC) i l'OFV (distància AB).



Aquests mesuraments es van realitzar en una radiografia anteroposterior de pelvis adequadament centrada i feta immediatament després del 1-temps quirúrgic. Per mesurar la mida de l'OFL i l'OFVM es van calibrar les radiografies utilitzant com a referència el cap de l'Spacer-G®. L'OFL del maluc amb l'espaiador es va obtenir utilitzant el catàleg de la casa comercial, de tal manera que pels Spacer-G® de 46, 54 i 60 l'OFL va ser de 27,3, 27 i 35,8 mm, respectivament. Per dur a terme totes les mesures es va utilitzar el programa informàtic Software 2010 RaimAlma®.


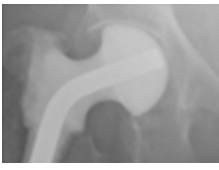
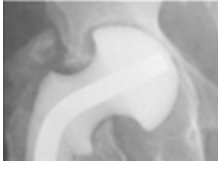

Un cop obtingut l'OFL i l'OFVM del maluc amb l'espaiador i del maluc contralateral, es van calcular la diferència entre els OFL i els OFVM. La diferència de l'OFL es va considerar positiva quan l'OFL del maluc contralateral era superior a l'OFL del maluc amb l'espaiador i negativa en el cas contrari. La diferència de l'OFVM es va considerar positiva quan l'OFVM del maluc amb l'espaiador creixia respecte a l'OFVM del maluc contralateral i negativa en el cas contrari.

Finalment, es va avaluar la situació clínica final dels pacients estudiats. Es van definir tres situacions finals clíniques dels pacients: 1) finalització del 2-temps quirúrgic i el pacient era portador de la pròtesi definitiva, 2) el pacient encara era portador de l'espaiador i, per tant, no es va poder realitzar el 2-temps quirúrgic, 3) la realització d'una artroplàstia de resecció per alguna complicació, ja fos per la persistència de la infecció i una mala evolució clínica o l'aparició d'una complicació mecànica com la luxació.

#### **4.4.3 Tercer objectiu**

Entre el 1-temps i el 2-temps quirúrgic es va avaluar el grau d'erosió acetabular radiològic produït per l'espaiador. En aquells casos en què no s'havia realitzat el 2-temps quirúrgic per diferents circumstàncies, es va analitzar radiològicament l'última radiografia de què es disposava en el seguiment. Dos membres del Servei de Cirurgia Ortopèdica i Traumatologia i un membre del Servei de Radiodiagnòstic del nostre centre van avaluar de manera conjunta les radiografies de cadascun dels pacients i van valorar si s'havia produït o no una erosió acetabular radiològica. Es van analitzar les diferències observades entre el marge del cap de l'espaiador i la línia del fons acetabular. Es va fer servir la classificació radiològica de Baker et al. [116] per descriure el grau d'erosió acetabular (taula 1).

**Taula 1.** Gradació de l'erosió òssia acetabular. Mostra l'escala de gradació de l'erosió que es pot produir a nivell acetabular.

Grau	Aspecte radiològic de l'espaiador
<p>0</p> <p>Normal, no erosió</p>	
<p>1</p> <p>No erosió òssia</p>	
<p>2</p> <p>Erosió òssia acetabular / Migració precoç</p>	
<p>3</p> <p>Protrusió acetabular</p>	

#### 4.5 Anàlisi estadística

Es va avaluar si hi havia diferències estadísticament significatives entre els pacients que van presentar una luxació de l'espaiador prefabricat respecte als que no la van presentar en relació amb les variables clíniques estudiades, així com el pronòstic clínic dels pacients que havien presentat una luxació. Els resultats van ser descrits utilitzant la mitjana amb la desviació estàndard (DS) entre la mitjana i el percentil 25 i el percentil 75 (P25; P75) per a les variables

quantitatives i freqüències absolutes per les variables qualitatives. Les anàlisis interferencials van ser realitzades fent servir el test de Fischer per a variables qualitatives i el test U de Mann Whitney per a variables ordinals i quantitatives. Per a totes les anàlisis es va fer servir el Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) v. 18 per a Windows i la significació estadística va ser establerta amb una  $p$  de 0,05.

D'altra banda, per avaluar si els canvis en els valors postoperatoris de l'OFL i l'OFVM en el maluc intervingut incrementaven el risc de luxació de l'espaiador, els resultats es van expressar com a mediana, mitjana, P25, P75 i rang absolut. Les diferències entre l'OFL i l'OFVM de l'espaiador respecte al maluc contralateral amb el test de dades aparellades de Wilcoxon. Per comparar l'associació entre les variables i el risc de luxació es va utilitzar el test U de Mann Whitney. La significació estadística va ser definida amb una  $p < 0,05$ . L'anàlisi va ser realitzat utilitzant el programa StatCrunch (StatCrunch®- Web copyright 2007-2015, Integrated Analytics LLC, Distributed exclusively by Pearson Education).

## 5. Resultats

---

### 5.1 Estudi 1

#### «Clinical results and complications of a two-stage procedure in hip infection using preformed antibiotic-loaded cement spacers»

**Autors:** Ester Garcia-Oltra, Sebastián García, Jordi Bosch, Andreu Combalia, Alex Soriano, Guillem Bori

*Acta Orthopaedica Belgica*, 2018 (acceptat per publicació)

#### Síntesi dels resultats

Des del juny del 2002 fins a l'abril del 2010 es van implantar un total de 71 espaiadors en 67 pacients. La sèrie estava formada per 35 homes i 32 dones amb una edat mitjana de 70,35 anys (rang, 35-89 anys). Segons el sistema d'estratificació de Mc Pherson 19 pacients foren tipus I, 4 pacients tipus II i 44 tipus III; 32 pacients tipus A i 35 tipus B; i d'altra banda 54 pacients tipus 1 i 13 tipus 2 [117]. Les característiques clíniques dels pacients diagnosticats d'infecció crònica de maluc inclosos a l'estudi es resumeixen a la taula 2.

**Taula 2.** Aspectes clínics dels pacients amb infecció crònica de maluc

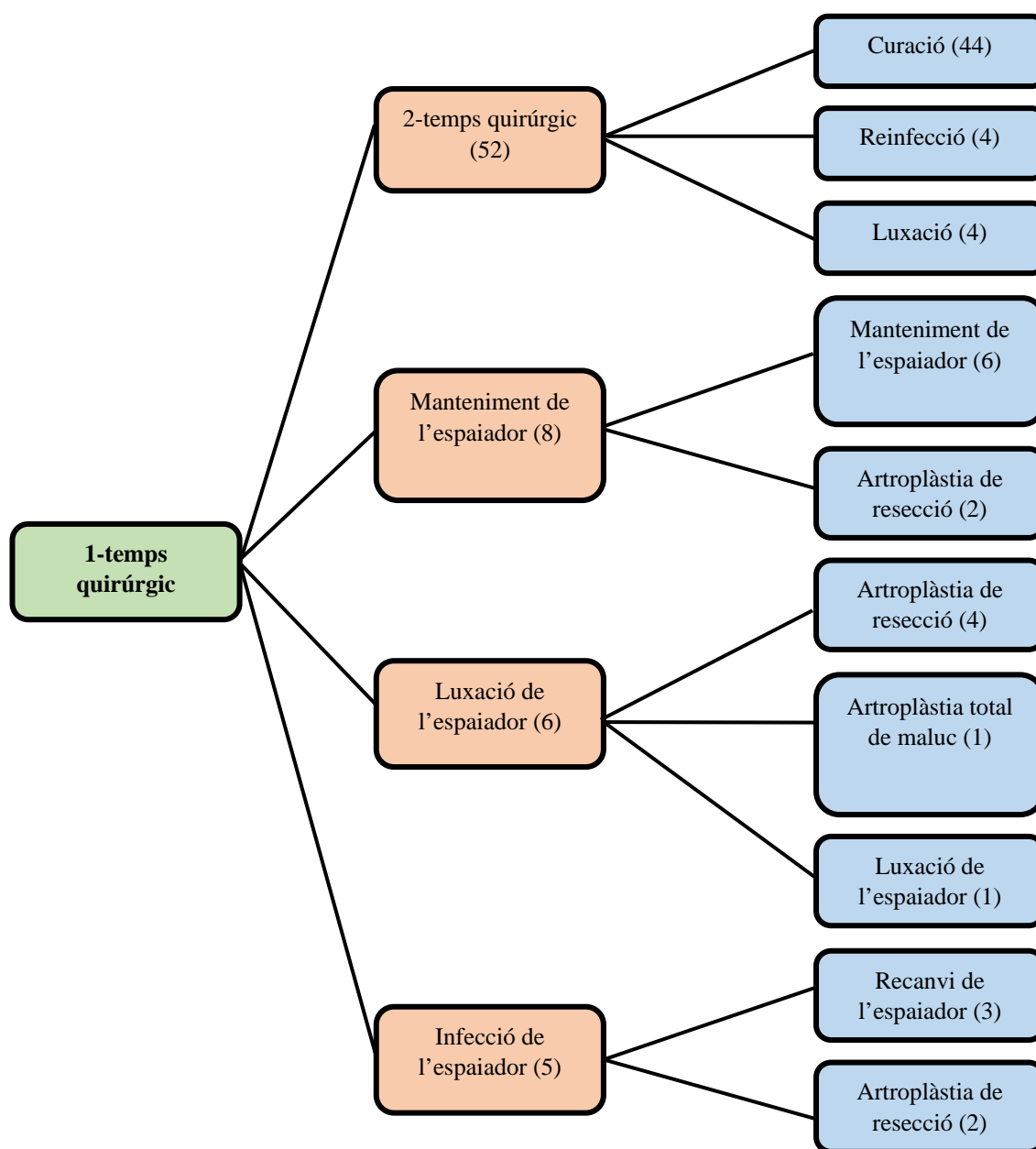
Implant previ (N)	Hemiartròplastia (11)	Artroplàstia total maluc (57)		Altres* (3)
Antiguitat de l'implant en mesos (rang)	40,38 (1 - 154)			
PCR mg/dl (rang)**	5,68 (1,2 - 36)			
VSG mm/h (rang)**	58,77 (35 - 130)			
Histologia intraoperatòria positiva (%)	91,78			
Microbiologia (N)	ECN (23)**	<i>Enterococcus</i> spp (5)	<i>Staphylococcus aureus</i> (6)	Altres*** (15)
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (6)	<i>Escherichia coli</i> (8)	Negatiu (10)	

\* Osteosíntesi per fractures de fèmur proximal o artritis sèptica de maluc \*\*PCR mg/dl: Proteïna C reactiva mil·ligrams/decilitre; VSG mm/h: velocitat sedimentació globular mil·límetres/hora. ECN: estafilococ coagulasanegatiu \*\*\**Peptococcus* spp, *Propionibacterium acnes*, *Corynebacterium* spp, *Serratia* spp, *Salmonella* spp, *Candida albicans*.

Es va dur a terme un recanvi en 2-temps després d'una infecció crònica de maluc en 57 pacients portadors d'artroplàstia total de maluc (80,27%), 11 hemiartroplàsties (15,49%), 2 osteosíntesi després d'una fractura de fèmur proximal (2,81%) i 1 seqüela d'una artritis sèptica de maluc (1,41%). El temps de seguiment mitjà va ser de 57,20 mesos (rang, 13-97 mesos).

Després de la realització del primer temps quirúrgic (taula 3), es va poder realitzar el segon temps quirúrgic, és a dir, la implantació de la pròtesi definitiva, en 52 pacients (73,24%), 8 casos van haver de mantenir l'espaiador (11,27%), 6 casos van presentar una luxació de l'espaiador (8,45%) i 5 casos, o bé van presentar una infecció aguda de l'espaiador o no es va resoldre el procés infeccios pel qual s'havien sotmès al primer temps quirúrgic (7,04%).

**Taula 3.** Evolució clínica dels pacients després del primer temps quirúrgic



Els detalls clínics, característiques de l'espaiador, microbiologia i evolució de cadascun dels pacients que van presentar una complicació després del 1-temps quirúrgic es resumeixen a les taules 4, 5 i 6.

**Taula 4.** Pacients amb luxació de l'espaiador

Pacient	Luxació prèvia artroplàstia	Causa de luxació de l'espaiador (*)	Cirurgia durant el període provisional (**)	Cap / tija espaiador	Cultius 1-temps quirúrgic (***)	Cultius durant la cirurgia del període intermedi (***)	Situació final (****)	Seguiment (mesos)
1	Sí	Defecte IIIA	D + AR	54 / Llarg	ECN	Negatiu	AR	84
2	No	IM	No	54 / Llarg	ECN	-	ATM	72
3	No	IM	D + AR	60 / Llarg	Enterococcus sp.	A. baumannii	AR	6 (Mort)
4	No	Defecte IIIB	D + AR / D / D	60 / Llarg	Negatiu	ECN, C. tropicalis, ECN	AR	30
5	Sí	IM	D + AR	46 / Llarg	E. coli, P.aeruginosa	ECN, Enterococcus	EL	2 (Mort)
6	No	FIEF	D + AR	46 / Curt	MRSA	ECN	AR	29

(\*): Defecte IIIA i IIIB (utilitzant la classificació de Paprosky), IM: insuficiència muscular, FIEF: fixació insuficient de l'espaiador al fèmur

(\*\*): D: desbridament, AR: artroplàstia de resecció

(\*\*\*): ECN: estafilococ coagulansnegatiu, E. Coli: *Escherichia coli*, P. aeruginosa: *Pseudomonas aeruginosa*, MRSA: *Methicillin-resistant staphylococcus aureus*, A. baumannii: *Acinetobacter baumannii*, C. tropicalis: *Candida tropicalis*.

(\*\*\*\*): AR: artroplàstia de resecció, ATM: artroplàstia total de maluc, EL: espaiador luxat.

**Taula 5.** Característiques dels pacients que van mantenir l'espaiador

Pacient	ASA	Cap / tija espaiador	Cultius en 1-temps quirúrgic (*)	Cirurgia període intermedi (**)	Cultius durant la cirurgia període intermedi	Situació final (***)	Seguiment (mesos)
1	III	46 / Curt	P.mirabilis, E. coli, Enterococcus	No	-	E	25 (Mort)
2	III	46 / Llarg	SA	No	-	E	18
3	III	60 / Llarg	ECN, S.pneumoniae	No	-	E	46 (Mort)
4	III	46 / Llarg	SA, P. aeruginosa	No	-	E	11 (Mort)
5	III	54 / Llarg	ECN, P. aeruginosa	No	-	E	6 (Mort)
6	III	54 / Curt	Corynebacterium	No	-	E	41
7	III	54 / Curt	ECN, C. albicans	AR	C. albicans	AR	26 (Mort)
8	III	54 / Llarg	ECN, P. aeruginosa	RE / AR	C. albicans	AR	24

(\*): P. mirabilis: *Proteus mirabilis*, E. Coli: *Escherichia coli*, SA: *Staphylococcus aureus*, ECN: estafilococ coagulasnegatiu, S. pneumoniae: *Streptococcus pneumoniae*, P. aeruginosa: *Pseudomonas aeruginosa*, C. albicans: *Candida albicans*

(\*\*): RE: retirada de l'espaiador, AR: artroplàstia de resecció

(\*\*\*): AR: artroplàstia de resecció, E: espaiador

Taula 6. Pacients amb infecció aguda de l'espaiador o persistència de la infecció després del primer temps quirúrgic

Pacient	ASA	Cap / tija espaiador	Cultius 1-temps quirúrgic (*)	Cirurgia durant període intermedi (**)	Cultius cirurgia període intermedi (***)	Situació final (****)	Seguiment (mesos)
1	III	46 / Curt	ECN, C. albicans	AR	ECN	AR	0 (Mort, 20 dies)
2	II	54 / Llarg	ECN	AR	Negatiu	AR	60
3	II	46 / Curt	MRSA	RE	ECN, C. albicans	ATM	62
4	III	54 / Llarg	E. coli, P. acnes	AR	S. maltophilia	ATM	37
5	II	46 / Curt	ECN	RE	E. coli, K. pneumoniae, ECN	E	11 (Mort)

(\*): ECN: estafilococ coagulansnegatiu, C. albicans: *Candida albicans*, MRSA: *Methicillin-resistant staphylococcus aureus*, E. coli: *Escherichia coli*, P. acnes: *Propionibacterium acnes*

(\*\*): AR: artroplàstia de resecció, RE: retirada de l'espaiador

(\*\*\*): S. maltophilia: *Stenotrophomonas maltophilia*, K. pneumoniae: *Klebsiella pneumoniae*

(\*\*\*\*): AR: artroplàstia de resecció, ATM: artroplàstia total de maluc, E: espaiador

Tots els pacients van seguir el tractament antibiòtic sistèmic durant un mínim de 6 setmanes i van deambular amb càrrega parcial i bastons anglesos. En 44 pacients es va completar de forma reeixida el 2-temps quirúrgic (61,97%), 4 van desenvolupar una reinfecció i en 4 més la pròtesi definitiva va presentar una complicació mecànica (luxació). El temps mitjà entre la realització del 1-temps i el 2-temps quirúrgic va ser de 5,12 mesos (rang, 1-16 mesos). A la taula 7 es detallen les característiques clíniques dels pacients que van presentar una complicació un cop completat el 2-temps quirúrgic.



**Taula 7.** Complicacions després del segon temps quirúrgic (reinfecció, luxació)

Pacient	Complicació després 2-temps	A S A	Cap / tija espaiador	Cultius 1-temps quirúrgic (*)	Cultius 2-temps quirúrgic	Cirurgia després 2-temps (**)	Cultius de la complicació del 2-temps (***)	Situació final (****)	Seguiment (mesos)
1	Reinfecció	II	46 / Curt	MRSA	ECN, Candida albicans	D	ECN, C. albicans E. faecium	ATM	62
2	Reinfecció	III	54 / Llarg	SA	ECN	AR / D	Candida tropicalis / K. pneumoniae ECN E. faecalis	AR	30 (Mort)
3	Reinfecció	II	46 / Llarg	ECN	Escherichia coli	D / D / R2S	Negatiu / E. cloacae / K. pneumoniae	ATM	37
4	Reinfecció	III	60 / Llarg	ECN	ECN	D / R2S	SA / E. faecalis	AR	19
5	Luxació	II	54 / Llarg	ECN	Negatiu	RT / RC + RTI	Negatiu	ATM	12 (Mort)
6	Luxació	II	54 / Llarg	ECN	Negatiu	RC	Negatiu	ATM	41
7	Luxació	II	46 / Llarg	SA, ECN	Negatiu	RT	-	ATM	47
8	Luxació	I	46 / Llarg	SA	Negatiu	RC	Negatiu	ATM	12

(\*): MRSA: *Methicillin-resistant staphylococcus aureus*, SA: *Staphylococcus aureus*, ECN: estafilococ coagulasanegatiu

(\*\*): D: desbridament, AR: artroplàstia de resecció, RC: recanvi còtila, RTI: recanvi tija, RT: reducció tancada, R2S: repetició recanvi en dos temps

(\*\*\*): C. albicans: *Candida albicans*, E. faecium: *Enterococcus faecium*, E. faecalis: *Enterococcus faecalis*, E. cloacae: *Enterobacter cloacae*, K. pneumoniae: *Klebsiella pneumoniae*

(\*\*\*\*): ATM: artroplàstia total de maluc, AR: artroplàstia de resecció

En referència als pacients que van presentar una luxació de l'espaiador després del primer temps quirúrgic, en 4 va ser necessària la realització d'una artroplàstia de resecció, en un pacient es va poder implantar la pròtesi definitiva després de la retirada de l'espaiador i en un cas l'espaiador es va haver de mantenir luxat, ja que el pacient no es trobava en les condicions mèdiques adequades per dur a terme la cirurgia. Per altra banda, dels 8 pacients en què es va mantenir l'espaiador inicialment, en 2 es va dur a terme una artroplàstia de resecció. Dels 5 pacients en

què no es va resoldre la infecció en col·locar l'espaiador, o van presentar una infecció aguda de l'espaiador, 3 van necessitar un recanvi d'espaiador i en 2 es va fer una artroplàstia de resecció.



## 5. Resultats

### 5.2 Estudi 2 i 3

#### «Dislocation of preformed antibiotic-loaded cement spacers (Spacer-G®): etiological factors and clinical prognosis»

**Autors:** Guillem Bori, Ester Garcia-Oltra, Alex Soriano, José Rios, Xavier Gallart, Sebastián García.

*J. Arthroplasty*, 2014; 29:883-888

#### «Relationship between femoral offset and dislocation in preformed antibiotic-loaded cement spacers (Spacer-G®)»

**Autors:** Ignacio Molinas, Ester Garcia-Oltra, Jenaro A. Fernández-Valencia, Xavier Tomas, Xavier Gallart, Josep Riba, Andreu Combalia, Guillem Bori.

*Hip Int*, 2017; 27:494-499

#### Síntesi dels resultats

Es van produir 8 luxacions d'espaiadors prefabricats amb antibiòtic en 7 pacients, ja que un cas va presentar una luxació bilateral, d'un total de 74 espaiadors implantats en 69 pacients durant un període de seguiment de 53,18 mesos (rang, 20-115 mesos). Es van revisar 36 homes i 33 dones amb una edat mitjana de 70,08 anys (rang, 35-89 anys).

La implantació de l'espaiador es va produir després d'una infecció crònica d'una artroplàstia total de maluc en 58 casos (78,38%), una infecció d'una hemiartroplàstia en 12 pacients (16,22%), una infecció crònica després d'una osteosíntesi de fèmur proximal en 2 casos (2,70%), una artritis sèptica de maluc (1,35%) i una infecció crònica d'una artroplàstia de resecció (1,35%).

Els detalls dels resultats obtinguts entre les variables estudiades respecte als pacients que van presentar una luxació de l'espaiador dels que no la van presentar es mostren a la taula 8.

**Taula 8.** Relació entre les variables estudiades en els pacients portadors d'espaiadors

		Luxació		Valor p
		No (n= 66)	Sí (n = 8)	
Edat (anys)		70 (12) 72 [63; 79]	70 (12) 71 [59; 80]	0,854 <sup>&amp;</sup>
Defecte ossi acetabular*	I	18 (27,3%)	3 (37,5%)	0,742 <sup>&amp;</sup>
	IIA	7 (10,6%)	0 (0%)	
	IIB	13 (19,7%)	3 (37,5%)	
	IIC	16 (24,2%)	0 (0%)	
	IIIA	9 (13,6%)	1 (12,5%)	
	IIIB	3 (4,5%)	1 (12,5%)	
Defecte ossi femoral*	I	9 (13,6%)	0 (0%)	0,467 <sup>&amp;</sup>
	II	38 (57,6%)	5 (62,5%)	
	IIIA	17 (25,8%)	3 (37,5%)	
	IIIB	2 (3%)	0 (0%)	
Osteotomia trocantèrica	No	50 (75,8%)	7 (87,5%)	0,673
	Sí	16 (24,2%)	1 (12,5%)	
Diàmetre cap espaiador	46	18 (27,3%)	4 (50%)	0,452 <sup>&amp;</sup>
	54	36 (54,5%)	2 (25%)	
	60	12 (18,2%)	2 (25%)	
Mida de l'espaiador	Curt	23 (34,8%)	2 (25%)	0,709
	Llarg	43 (65,2%)	6 (75%)	
Cimentació proximal	No	58 (87,9%)	6 (75%)	0,294
	Sí	8 (12,1%)	2 (25%)	
Tipologia de cotil previ**	No cimentat	38 (60,3%)	3 (42,9%)	0,153
	Cimentat	16 (25,4%)	1 (14,3%)	
	Hemiartroplàstia	9 (14,3%)	3 (42,9%)	
Tipus tija femoral prèvia **	No cimentat	40 (63,5%)	1 (14,3%)	0,015
	Cimentat	23 (36,5%)	6 (85,7%)	
Luxació prèvia	Sí	3 (4,5%)	2 (25%)	0,087
	No	63 (95,5%)	6 (75%)	
Implant previ**	Total	54 (85,7%)	4 (57,1%)	0,092
	Hemiartroplàstia	9 (14,3%)	3 (42,9%)	
Resultat cultius***	Negatiu	13 (19,7%)	1 (12,5%)	1
	Positiu	53 (80,3%)	7 (87,5%)	
Resultat cultius***	Negatiu	13 (19,7%)	1 (12,5%)	0,881
	Monomicrobià	39 (59,1%)	6 (75%)	
	Polimicrobià	14 (21,2%)	1 (12,5%)	
ECN***	No	29 (54,7%)	5 (71,4%)	0,688
	Sí	24 (45,3%)	2 (28,6%)	
SA***	No	42 (79,2%)	4 (57,1%)	0,337
	Sí	11 (20,8%)	3 (42,9%)	
BGN***	No	38 (71,7%)	6 (85,7%)	0,663
	Sí	15 (28,3%)	1 (14,3%)	
Altres microorganismes aïllats	No	40 (75,5%)	6 (85,7%)	1
	Sí	13 (24,5%)	1 (14,3%)	
Ràtio (Diàmetre cap espaiador)/(acetàbul original)		1 (0,09) 1 [1; 1,04]	1 (0,05) 1,03 [1; 1,06]	0,498 <sup>&amp;</sup>

Resultats expressats com a mitjana (DS) i mediana [P25, P75] per variables quantitatives i freqüències absolutes (%) per variables qualitatives. Per a totes les anàlisis es va fer servir el test exacte de Fisher, excepte &: Test U Mann-Whitney

\* Classificació dels defectes ossis de Paprosky

\*\* Únicament pacients amb pròtesi prèvia

\*\*\* Estafilococ coagulansnegatiu (ECN), *Staphylococcus aureus* (SA), Bacils gramnegatiu (BGN) i altres cultius mostrats únicament en pacients amb cultius positius.

El temps mitjà entre el primer temps i el segon temps quirúrgic va ser de 5,35 mesos (rang, 1,5-24 mesos). Els resultats de la curació de la infecció en el període intermedi entre el primer temps i el segon temps, així com la situació clínica final dels pacients, es detallen a la taula 9.

**Taula 9.** Situació clínica final dels pacients després del 1-temps quirúrgic

		Luxació		Valor -p
		No (n= 66)	Sí (n = 8)	
Situació clínica final del maluc	Artroplàstia total maluc	54 (81,8%)	1 (12,5%)	< 0,001
	Artroplàstia de resecció per infeccions refractàries	3 (4,5%)	6 (75%)	
	Manteniment de l'espaiador	9 (13,6%)	1 (12,5%)	
Curació de la infecció durant el període entre 1r i 2n temps quirúrgic.	Sí	52 (78,8%)	1 (12,5%)	0,001
	No	14 (21,2%)	7 (87,5%)	

Resultats expressats com a mitjana (DS) i mediana [P25, P75] per variables quantitatives i freqüències absolutes (%) per variables qualitatives. Totes les anàlisis es van realitzar fent servir el test de Fisher.

Es va fer un estudi descriptiu dels pacients que van presentar una luxació de l'espaiador analitzant la causa de la luxació segons les causes descrites per Anagnostakos et al. [67], el nombre de desbridaments duts a terme durant el període intermedi entre el 1-temps i el 2-temps quirúrgic, la situació clínica final i el seguiment, que es detallen a la taula 10.

**Taula 10.** Estudi descriptiu dels 7 pacients amb luxació de l'espaiador

Nº	Causa de luxació de l'espaiador <sup>&amp;</sup>	Nombre de desbridaments durant el període provisional	Situació clínica final del maluc	Seguiment (mesos)
1	Defecte ossi acetabular Paprosky tipus IIIA	1	AR	84
2	IM *	1	ATM	72
3	IM **	1	AR	6 (mort)
4	Defecte ossi acetabular Paprosky tipus IIIB	3	AR	30
5	IM ***	1	AR	2 (mort)
6	Fixació insuficient en el fèmur proximal	1	AR	29
6	Defecte ossi acetabular Paprosky tipus IIC	2	AR	24
7	IM ****	0	Luxació espaiador	0,5 (mort)

Nº: nombre de pacient; IM: Insuficiència muscular; AR: artroplàstia de resecció; ATM: artroplàstia total de maluc & Causes de luxació de l'espaiador descrites per Konstantinos Anagnostakos et al. analitzades per cirurgians de maluc (GB, XG)

\* Eскурçament de l'extremitat i disminució de l'offset femoral lateral

\*\* Eскурçament de l'extremitat i disminució de l'offset femoral vertical

\*\*\* Luxació prèvia i disminució de l'offset femoral vertical

\*\*\*\* Absència de musculatura abductora degut a un defecte ossi segmentari en el fèmur proximal

El mesurament de l'OFL es va poder realitzar de forma adequada en 71 dels 74 espaiadors. Dels 71 espaiadors revisats, la mitjana de l'OFL del costat de l'espaiador va ser de 2,70 centímetres (cm) (rang, 2,70-3,58 cm), mentre que en el maluc contralateral fou de 3,80 cm (rang, 2,10-6 cm). La diferència d'OFL va ser de 0,92 cm (rang, -1,28-3,30 cm) en els 71 espaiadors. La diferència d'OFL mesurada no es va mostrar associada a la presència d'una luxació de l'espaiador de forma estadísticament significativa ( $p=0,471$ ); no obstant això, després de la implantació de l'espaiador l'OFL havia disminuït ( $p < 0,001$ ) (figura 7).

En referència a la determinació de l'OFVM es va poder realitzar de forma adequada en 63 dels 74 espaiadors. No es va poder mesurar degut a l'existència de grans defectes ossis a nivell del fèmur proximal (trocànter major) o bé a la qualitat de la imatge radiològica. Dels 63 espaiadors revisats la mitjana de l'OFVM del costat de l'espaiador va ser de -0,40 cm (rang -3,70 – 6,25 cm), mentre que en el maluc contralateral fou de -0,50 cm (rang -3,10 – 2,20 cm). La mitjana del canvi de l'OFVM va ser de -0,20 cm (rang -3,20 – 6,26 cm) en els 63 espaiadors. L'augment/reducció de l'OFVM no es va associar a la presència d'una luxació de l'espaiador de forma estadísticament significativa ( $p=0,418$ ) i no es van poder identificar increments/disminucions d'OFVM significatius després de la implantació de l'espaiador ( $P=0,277$ ) (figura 7). Els detalls dels mesuraments radiològics obtinguts es resumeixen a les taules 11 i 12.



**Figura 7.** Alteracions de l'offset femoral lateral i l'offset femoral vertical modificat després de la implantació d'un Spacer-G®. Radiografia anteroposterior de pelvis en què es visualitza la implantació d'un espaiador prefabricat en el maluc dret. En el costat de l'espaiador es mostra un increment de l'OFVM respecte al costat contralateral donada la falta de suficient introducció de l'espaiador, així com una reducció de l'OFL.

**Taula 11.** Resultats de l'offset femoral lateral i l'offset femoral vertical modificat

	OFL E	OFL C	Diferència OFL	OFVM E	OFVM C	Canvi en OFVM
Mediana	2,88	3,68	0,80	-0,64	-0,52	-0,12
Mitjana	2,70	3,80	0,92	-0,40	-0,50	-0,20
Percentil 25	2,70	3,00	0,27	-1,40	-0,90	-0,80
Percentil 75	2,73	4,20	1,40	0,00	0,00	0,50
Mínim	2,70	2,10	-1,28	-3,70	-3,10	-3,20
Màxim	3,58	6,00	3,30	6,25	2,20	6,26
Nº espaiadors	71	71	71	63	63	63

OFL E (cm): offset femoral lateral del maluc portador de l'espaiador; OFL C (cm): offset femoral lateral del maluc contralateral; diferència OFL (cm): va ser obtinguda comparant l'OFL E i l'OFL C. Un valor positiu indicava que l'OFL del maluc contralateral era major que el de l'espaiador, mentre que un de negatiu indicava el contrari; OFVM E (cm): offset femoral vertical modificat del maluc portador de l'espaiador; OFVM C (cm): offset femoral vertical modificat del maluc contralateral; canvi en OFVM (cm): l'augment o disminució de l'OFVM es va obtenir comparant l'OFVM de l'espaiador i el del costat contralateral. Un valor positiu indicava un increment de l'OFVM mentre que un de negatiu indicava el contrari; Nº espaiadors: nombre d'espaiadors.

**Taula 12.** Associació entre l'offset femoral lateral, l'offset femoral vertical modificat i la luxació

		Luxació de l'espaiador	
		No	Sí
Diferència en OFL	Mitjana	0,92	0,66
	Percentil 25	0,27	0,19
	Percentil 75	1,40	1,02
	Mínim	-1,25	-0,03
	Màxim	3,30	1,90
	N	63	8
	Canvi en OFVM	Mitjana	-0,10
Percentil 25		-0,70	-1,60
Percentil 75		0,50	0,10
Mínim		-3,20	-1,70
Màxim		2,10	6,26
N		57	6

Diferència en OFL (cm): va ser obtinguda comparant l'OFL de l'espaiador i el del maluc contralateral. Un valor positiu indicava que l'OFL del maluc contralateral era més gran que el de l'espaiador, mentre que un de negatiu indicava el contrari; canvi en l'OFVM (cm): l'augment o disminució de l'OFVM es va obtenir comparant l'OFVM de l'espaiador i el del costat contralateral. Un valor positiu indicava un increment de l'OFVM, mentre que un negatiu indicava el contrari.





## 5. Resultats

### 5.3 Estudi 4

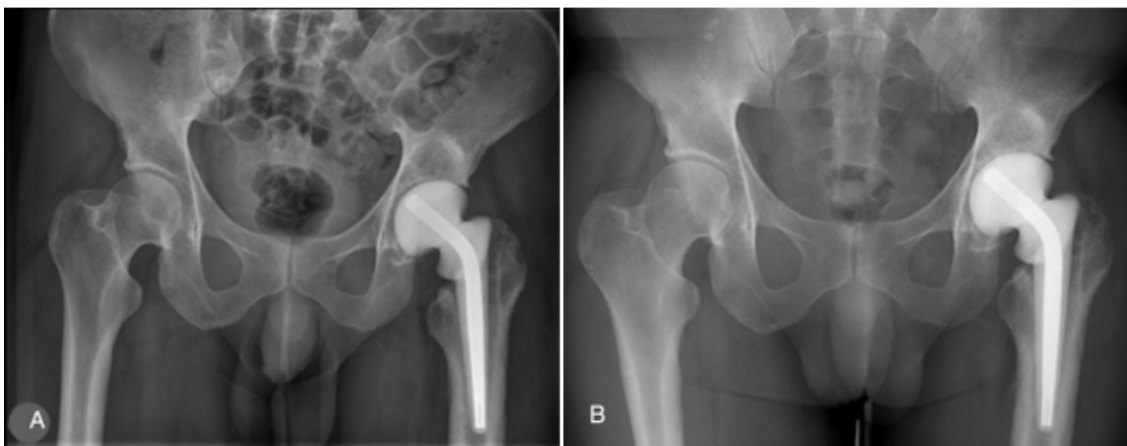
#### «Radiological evaluation of acetabular erosion after antibiotic-impregnated polymethylmethacrylate spacer (Spacer-G®)»

Autors: Ester Garcia-Oltra, Guillem Bori, Xavier Tomàs, Xavier Gallart, Sebastià García, Àlex Soriano.

*J. Arthroplasty.* **2013**; 28: 1021-1024

#### Síntesi dels resultats

D'un total de 69 pacients als quals se'ls va implantar un espaiador prefabricat amb antibiòtic, únicament 35 casos van presentar una radiologia anteroposterior de pelvis adequadament centrada i comparable. La sèrie incloïa 16 homes i 19 dones i la mitjana d'edat era de 72 anys (rang, 35-89 anys). En 32 pacients es va realitzar el 2-temps quirúrgic abans del primer any. El temps mitjà entre la radiologia immediatament postquirúrgica i la prèvia a la realització del 2-temps quirúrgic va ser de 3,77 mesos (rang, 1-9 mesos). D'acord amb la classificació de Baker la radiologia immediatament després de la realització del 1-temps quirúrgic va ser grau 1 en 9 pacients, 2 en 14 i 3 en 12 [116]. Cap dels pacients va presentar erosió òssia a nivell acetabular en la radiologia prequirúrgica del 2-temps (figura 8).



**Figura 8.** Absència d'erosió òssia acetabular. (A) Radiografia anteroposterior de pelvis immediatament postquirúrgica, després de la implantació de l'espaiador prefabricat de maluc esquerre. (B) Radiologia als 3 mesos posteriors a la cirurgia del mateix pacient (prèvia a la realització del 2-temps quirúrgic) que no mostra erosió radiològica acetabular.

En 3 pacients el 2-temps quirúrgic no es va realitzar. El temps des que es va realitzar la primera radiografia postquirúrgica i l'última del seguiment va ser de 14, 25 i 72 mesos de seguiment, respectivament. En tots els pacients, la darrera radiografia va mostrar erosió òssia a nivell acetabular (figura 9).



**Figura 9.** Protrusió acetabular. (A) La radiografia mostra una protrusió acetabular en un pacient portador d'un espaiador prefabricat de maluc esquerre durant 14 mesos. (B) Erosió acetabular de la paret medial en un pacient amb protrusió acetabular portador d'un espaiador durant 75 mesos.

## 6. Discussió

---

### 6.1 Estudi 1

#### **Resultats clínics i complicacions del recanvi en dos temps utilitzant un espaiador prefabricat impregnat amb antibiòtic**

La taxa d'erradicació de la infecció mitjançant un recanvi en 2-temps utilitzant l'Spacer-G® en la nostra sèrie va ser del 61,97%. Pignatti et al. [101], Pattyn et al. [99] i Gil et al. [100] van publicar unes taxes d'erradicació de la infecció millors, utilitzant el mateix tipus d'espaiador, amb una persistència de la infecció o reinfecció de 9/41, 2/61 i 5/35 dels pacients, respectivament. La taxa de control de la infecció utilitzant els espaiadors prefabricats varia entre el 70-95% [9,100,101,105]. La taxa d'erradicació de la infecció utilitzant espaiadors mòbils metall-polietilè tipus el sistema Prostalac, espaiadors fets amb motlle o bé artesanals són millors a les obtingudes en la nostra revisió [57,109]. Per tant, segons va publicar Citak et al. en referència al control de la infecció pels espaiadors prefabricats no van ser superiors als artesanals/emmotllats/ metall-polietilè tipus Prostalac amb una  $p=0,76$  [62]. D'altra banda, una taxa d'erradicació de la infecció de 61,97% mitjançant un recanvi en 2-temps sembla baixa si la comparem amb les taxes publicades a la literatura que es troben aproximadament al voltant del 90% [9,62,65,74,98,99,101,102,106,104-106,108]. La majoria dels estudis mostren uns resultats sense tenir en compte el període intermedi entre el primer i el segon temps, i podria dir-se que sobreestimen els resultats obtinguts. Per exemple, algunes revisions únicament consideren aquells pacients que han completat el 2-temps quirúrgic, però si la taxa de curació fos calculada tenint en compte tots aquells pacients que van iniciar el recanvi en 2-temps (encara que no el completaren) segurament obtindrien taxes inferiors [118]. Recentment, Berend et al. va publicar una taxa d'erradicació de la infecció mitjançant el recanvi en 2-temps del 90%, tot i que aquesta taxa únicament té en compte aquells pacients en què es va realitzar el 2-temps quirúrgic i no tots els pacients que havien iniciat l'estratègia quirúrgica del recanvi en 2-temps [119]. Per tant, incloent tots els pacients que van iniciar el recanvi en 2-temps, la taxa de curació de la sèrie seria del 81,3%, i del 76% si la mortalitat s'hagués tingut en compte. D'altra banda, Gomez et al. va publicar una sèrie de 178 infeccions periprotètiques de maluc en les quals s'havia dut a terme un recanvi en 2-temps obtenint una taxa d'erradicació de la infecció, entenent per aquesta aquells pacients que havien completat amb èxit el 2-temps quirúrgic, del 77% (137 malucs). Algunes de les causes que s'han descrit relacionades amb el fracàs del 1-temps inclouen la mortalitat, comorbidityats, pèrdues de pacients durant el seguiment, pacients que es troben

satisfets amb el grau de funcionalitat obtingut amb l'espaiador i no es volen tornar a intervenir, persistència de la infecció, presència de microorganismes multiresistents i complicacions mecàniques [118]. Per tant, podria dir-se que la manca de consens per definir què és un èxit després d'un determinat tractament dificulta la comparació entre els diversos resultats obtinguts a la literatura, així com les estratègies quirúrgiques utilitzades [118,120].

Diferents autors [62,72,90,105] han descrit que l'Spacer-G® facilita l'escurçament de l'estada mitjana hospitalària; millora la funció articular, fomentant una mobilització precoç de l'extremitat i realitzant càrrega parcial alhora que manté tant la longitud de l'extremitat i els plans tissulars de forma adequada per afavorir el 2-temps quirúrgic, és a dir, la reimplantació de la pròtesi definitiva. A més a més, permet reduir el temps quirúrgic del 2-temps [62,72,90,105]. A la taula 13, es detallen la taxa d'erradicació de la infecció, la situació clínica final així com les complicacions mecàniques de les diverses sèries publicades a la literatura en les quals s'ha utilitzat l'espaiador prefabricat de maluc tipus Spacer-G®.

**Taula 13.** Revisió bibliogràfica dels resultats després del 1-temps quirúrgic utilitzant l'Spacer-G®

Autor	Pacients	Curació	Desbridament i nou espaiador	Artroplàstia resecció	Manteniment de l'espaiador	Mort	Luxació	Fractura del propi espaiador	Fractura periespaiador
Magnan et al 2001	10	8	-	2	-	-	1	-	-
Minelli et al 2004	20	17	-	3	-	-	-	-	-
D'Angelo et al 2005	12	11	-	1	-	-	1	-	-
Regis et al 2009	1	0	-	-	1	-	-	1	-
Gil et al 2010	35	35	-	-	-	-	7	-	-
Pignatti et al 2010	41*	40	9	1	-	-	2	1	-
D'Angelo et al 2011	28	27	-	1	-	-	3	-	-
Pattyn et al 2011	61	61	6	-	-	-	10	-	7
Romano** et al 2011	20	20	-	-	-	-	2	-	-
Neumann et al 2012	44	42	-	-	-	2	3	-	3
Romano et al 2012	183	183	3	-	-	-	30	-	-
Degen et al 2012	33	32	2	-	1	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>488</b>	<b>476</b>	<b>20</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>59</b>	<b>2</b>	<b>10</b>

(\* L'espaiador no es va implantar en 5 malucs, (\*\* L'espaiador es va implantar després d'una artritis sèptica o una osteosíntesi.

Entre les potencials complicacions mecàniques que s'han descrit a la literatura amb l'ús dels espaiadors articulats hi ha la luxació, fractures del mateix espaiador, fractures periespaiador i la formació d'erosió òssia a nivell acetabular [65,109,112].

D'aquestes, la luxació és la complicació més freqüent i important. En general, el seu tractament requereix un considerable esforç i cost associat. La taxa de luxació global en els articles publicats utilitzant l'Spacer-G® és del 12,09% (taula 9). En la nostra sèrie la taxa de luxació va ser del 8,45%, millor que les taxes publicades per Pattyn et al. [99] i Romano et al. [105]. No obstant això, els pacients amb una luxació de l'espaiador van presentar una evolució clínica pitjor; en 4 dels 6 pacients va ser necessari realitzar una artroplàstia de resecció. En canvi,

l'evolució clínica dels pacients que van presentar una luxació en les sèries publicades per Romano et al. i Pattyn et al. va ser millor que la nostra [99,105]. En cas de presentar-se aquesta complicació en la seva sèrie, Pattyn et al. i Romano et al. van realitzar un tractament conservador, és a dir, van mantenir el pacient amb la luxació de l'espaiador sense reoperar-lo i van permetre la deambulació amb crosses intentant disminuir el màxim la realització de càrrega parcial. Un cop els paràmetres analítics de la infecció es van normalitzar, i davant l'absència de simptomatologia clínica infecciosa, van completar el 2-temps quirúrgic implantant la pròtesi definitiva. Entre els factors que s'han descrit a la literatura relacionats amb el desenvolupament d'una luxació de l'espaiador s'hi troben els següents: falta de compliment terapèutic per part del pacient o que no toleri la càrrega parcial, la presència d'una insuficiència muscular, l'absència d'una correcta fixació de l'espaiador a nivell del fèmur proximal, que el cap de l'espaiador sigui massa petit i la presència de defectes ossis importants a nivell acetabular que no permetin la correcta articulació de l'espaiador i la reducció de l'OFL del maluc intervingut respecte al contralateral [67,80,105,106]. A la nostra sèrie, alguns pacients amb una reducció de l'OFL han presentat una luxació de l'espaiador. Aquest, per tant, és un dels principals inconvenients de l'Spacer-G®, ja que en tenir un OFL fix podria ser que fos més petit que el que requereix l'anatomia del pacient i no pot ser modificat. L'OFL del Spacer-G® augmenta de forma progressiva d'acord amb el diàmetre del cap i talla femoral de l'espaiador. Tot i que Anagnostakos et al. ha publicat una tècnica quirúrgica en què mitjançant l'ús de plaques doblades o plaques amb cargols cervicocefàlics permet ajustar l'OFL de l'espaiador; aquesta metodologia únicament és d'utilitat per a espaiadors mòbils fets a mà o mitjançant un motlle, i no per a espaiadors prefabricats tipus Spacer-G® [30].

A la nostra sèrie no es va observar la presència de fractures a nivell de l'espaiador, en part gràcies a la part metàl·lica de l'endoesquelet. La taxa de fractures de l'espaiador a la literatura publicada amb l'Spacer-G® és molt infreqüent; és del 0,004% (taula 13). Citak et al. va publicar una taxa de fractures en espaiadors articulats fets a mà/mitjançant un motlle de 5,9%, mentre que la dels espaiadors prefabricats va ser del 0% amb una  $p < 0,05$ . Citak et al. va referir que aquesta taxa diferent podria ser deguda a la falta d'homogeneïtat tant en la barreja com en l'aplicació de la cimentació, la combinació d'altres dosis d'antibiòtic, ja que podria fer disminuir l'estabilitat del ciment, i la falta d'un endoesquelet metàl·lic en alguna de les sèries amb espaiadors, perquè també podria ser causa de l'augment de fractures [62]. De la mateixa manera Peng et al. va publicar un estudi prospectiu en què comparava l'ús d'espaiadors fets a mà i referia, de forma estadísticament significativa, menor nombre de fractures de l'espaiador, menys dolor i millor funcionament de l'articulació en aquells espaiadors amb un endoesquelet més gran [113]. La fractura de l'endoesquelet metàl·lic dels espaiadors prefabricats com l'Spacer-

G® ha estat publicada quan aquests s'utilitzen com una pròtesi definitiva durant un llarg període de temps [111].

Les fractures per periespaiador representen una altra complicació mecànica que no vam detectar en la nostra sèrie. Són infreqüents (0,025%) (taula 13) i el seu tractament no està estandarditzat, és a dir, s'ha d'individualitzar en funció de cada pacient, tipus de fractura i estat ossi. Clínicament solen cursar amb dolor, inestabilitat articular i impotència funcional i, a més a més, dificulten la realització del 2-temps quirúrgic [112]. Pattyn et al. va publicar 7 pacients amb fractura periespaiador. La majoria de les fractures es produïren durant la retirada de l'implant i no estaven relacionades amb el tipus d'espaiador utilitzat. El tractament no el va dur a terme de forma immediata, sinó a posteriori durant el 2-temps quirúrgic mitjançant tiges de revisió i cerclatges [99]. D'altra banda, Neumann et al. va publicar 2 fractures periespaiadors per les quals va realitzar una reducció oberta i fixació interna sense retirada de l'espaiador, i posteriorment un cop curada la infecció es va dur a terme el 2-temps quirúrgic amb èxit [106].

Es va observar el desenvolupament d'erosió òssia radiològica a nivell acetabular en aquells pacients en què l'espaiador es va mantenir durant un període llarg de temps (superior a un any), és a dir, en aquells casos en què l'espaiador va ser utilitzat com a pròtesi definitiva. L'Spacer-G® no va ser dissenyat amb aquest objectiu, sinó per a un ús provisional. Aquesta podria ser una de les principals diferències entre espaiadors mòbils parcials respecte als totals. Tot i que els espaiadors articulats parcials obtenen taxes adequades d'erradicació de la infecció i milloren la funció articular durant el període intermedi, quan són utilitzats com a pròtesi definitiva el seu resultat funcional empitjora pel desenvolupament d'erosió òssia acetabular o fractures de l'espaiador [111]. En canvi, la utilització d'espaiadors articulats totals com a pròtesi definitiva, pot presentar resultats clínics satisfactoris. Choi et al. va publicar bons resultats funcionals de pacients en què la utilització d'espaiadors mòbils totals que es van mantenir durant més temps del previst [121].

La infecció es va resoldre en el 73,24% dels pacients després del 1-temps quirúrgic i, per tant, es va procedir a implantar la pròtesi definitiva. D'aquests casos, durant el 2-temps quirúrgic 8 pacients van presentar complicacions, 4 reinfeccions i 4 complicacions mecàniques. Per tant, podríem dir que la taxa d'èxit després d'un recanvi en 2-temps a la nostra sèrie va ser del 61,97%, una taxa similar a la publicada per Choi et al. [122]. D'altra banda, la taxa d'erradicació de la infecció mitjançant un recanvi en 2-temps publicada per Sanchez Sotelo et al., tenint en compte la taxa de reinfecció després del 1-temps quirúrgic, mortalitat i les complicacions mecàniques produïdes va ser del 75% amb un seguiment de deu anys [123]. Per tant, és important que els cirurgians tinguin especial atenció i èmfasi en el 2-temps quirúrgic per



evitar un potencial fracàs mecànic o la reinfecció. Sanchez Sotelo et al. va concloure que malgrat que la realització d'un recanvi en 2-temps presenta elevades taxes d'erradicació de la infecció profunda, també s'associa a una modesta taxa de recurrència de la infecció o fracàs mecànic [123].

Les dues complicacions més freqüents després de completar el 2-temps quirúrgic van ser la reinfecció i la luxació. Per aquesta raó és fonamental la realització d'una correcta profilaxis antibiòtica durant el 2-temps quirúrgic, una correcta presa de mostres de teixit per cultivar-les per tal d'identificar una potencial reinfecció (presència d'un microorganisme diferent a l'aïllat durant el 1-temps quirúrgic) o la persistència de la infecció (presència del mateix microorganisme que l'aïllat durant la implantació de l'espaiador) [124]. A la taula 14 es detalla l'evolució clínica dels pacients que van completar el 2-temps quirúrgic de les diverses sèries publicades a la literatura en què s'ha utilitzat l'espaiador prefabricat de maluc tipus Spacer-G®.

**Taula 14.** Revisió bibliogràfica dels resultats després del 2-temps quirúrgic utilitzant l'Spacer-G®

Autor	Nombre de malucs	Reimplantats	Re-infecció *	Infecció persistent **	Luxació	Afluixament asèptic	Fractura periprotèsica	Altres ***	Mort	Pacients perduts durant el seguiment
Magnan et al 2001	10	8	-	-	-	-	-	-	-	-
Minelli et al 2004	20	17	-	-	-	-	-	-	-	-
D'Angelo et al 2005	12	11	-	-	-	-	-	-	-	-
Regis et al 2009	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Gil et al 2010	35	35	3	4	0	-	2	-	3	-
Pignatti et al 2010	41****	40	-	-	2	2	-	1	-	-
D'Angelo et al 2011	28	27	-	-	-	-	-	-	-	-
Pattyn et al 2011	61	61	2	-	2	-	-	1	-	-
Romano** et al 2011	20	20	-	1*****	-	1*****	-	-	1	-
Neumann et al 2012	44	42	1	-	1	1	-	-	-	-
Romano et al 2012	183	183	-	10	4	4	-	-	10	11
Degen 2012	33	32	2	-	1	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>488</b>	<b>476</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>11</b>

(\*): Reinfecció: el microorganisme aïllat és diferent del primer al segon temps quirúrgic

(\*\*): Persistència de la infecció: cultiu del mateix microorganisme en els dos temps quirúrgics

(\*\*\*): Altres: altres complicacions quirúrgiques

(\*\*\*\*): L'espaiador no es va implantar en 5 malucs

(\*\*\*\*\*): El mateix pacient

La principal limitació de l'estudi va ser el seu disseny retrospectiu i el baix nombre de casos. La segona limitació és que no es va revisar el tractament antibiòtic utilitzat, ja que l'estudi es va centrar en les potencials complicacions mecàniques relacionades amb l'Spacer-G® tals com la luxació, la fractura del mateix espaciador, les fractures periespaiador i la presència d'erosió òssia radiològica a nivell acetabular.



---

## 6. Discussió

### 6.2 Estudi 2 i 3

**Luxació dels espaiadors prefabricats de maluc carregats amb antibiòtic (Spacer-G®): factors etiològics i pronòstic clínic.**

**Relació entre l'offset femoral i la luxació en espaiadors prefabricats impregnats amb antibiòtic (Spacer-G®).**

La luxació és la complicació mecànica més freqüent dels espaiadors prefabricats de maluc i es considera un factor important en l'avaluació de la situació clínica final del pacient. La taxa global de luxació dels espaiadors mòbils de maluc descrita per Jacobs et al. va ser de 6,2% [65], mentre que la taxa de luxació global en els espaiadors mòbils prefabricats i carregats d'antibiòtic va ser de 12,4% [9,62,74,98-106,108,110]. En el nostre estudi la taxa de luxació utilitzant l'Spacer-G® va ser de 10,8%. Jacobs et al. i Citak et al. van descriure que els espaiadors mòbils, com el sistema Prostalac®, podrien presentar una taxa de luxació més baixa que els espaiadors que reproduïen una hemiartroplàstia monopolar [62,65]. Això podria estar relacionat amb el fet que alguns espaiadors mòbils articulats permeten la utilització de polietilens constrets a nivell acetabular, cosa que reduiria potencialment el risc de luxació [65], o bé que s'ha descrit que l'ús d'espaiadors prefabricats podrien limitar la capacitat del cirurgià de controlar la longitud de l'extremitat així com l'offset femoral [62]. A la nostra sèrie, els pacients que van presentar una luxació de l'espaiador durant el període intermedi entre el 1-temps i el 2-temps quirúrgic van mostrar una taxa de curació de la infecció pitjor, així com una situació clínica pitjor en l'avaluació clínica final de forma estadísticament significativa respecte als que no l'havien presentat. Dels 7 pacients (vuit luxacions, donat que un pacient va presentar una luxació bilateral de l'espaiador) que van desenvolupar una luxació de l'espaiador, en 5 no es va poder implantar la pròtesi definitiva, sinó que va finalitzar el procés amb una artroplàstia de resecció; 1 cas es va morir durant el procés d'hospitalització amb la luxació de l'espaiador i únicament en un pacient es va poder completar el 2-temps quirúrgic. El tractament emprat en els pacients que desenvolupaven aquesta complicació va consistir en l'exèresi de l'espaiador, mantenint al pacient sense l'implant (artroplàstia de resecció). En 6 dels 7 pacients va ser necessari la realització d'un o més desbridaments posteriors a l'exèresi de l'espaiador per tal de controlar la infecció a més del tractament antibiòtic. Aquests resultats mostren la importància d'intentar evitar l'aparició d'aquesta complicació mecànica i en cas que es presenti, l'extracció de l'espaiador de maluc realitzant una artroplàstia de resecció no és el millor tractament

possible. Romano et al. i Pattyn et al. van publicar que en cas de presentar-se aquesta complicació realitzaven un tractament conservador, és a dir, mantenien al pacient amb la luxació de l'espaiador, deambulant amb dues crosses i evitant al màxim la càrrega de l'extremitat. Simultàniament continuaven amb el tractament antibiòtic fins a controlar la infecció i aleshores completaven el 2-temps quirúrgic, implantant la pròtesi definitiva. D'aquesta manera van obtenir una millor evolució clínica final del pacient [98,99]. Les complicacions potencials associades a una luxació de l'espaiador són coxàlgia, paràlisi del nervi ciàtic, prolongació de l'estada hospitalària, així com una potencial nova revisió quirúrgica [99,125]. Pattyn et al. va publicar 2 extraccions d'espaiadors d'un total de 10 luxacions per haver presentat complicacions associades [99]. Si comparem el resultat del tractament de la luxació en aquests estudis respecte a la nostra sèrie podem veure que els nostres pacients van presentar una situació clínica pitjor i en la majoria d'ells (6 de 7) no es va poder dur a terme el 2-temps quirúrgic. Per tant, actualment en el nostre centre quan es produeix una luxació de l'espaiador es realitza un tractament conservador i no es reopera el pacient.

S'han descrit diferents factors de risc relacionats amb l'aparició d'aquesta complicació. Alguns depenen del pacient i el cirurgià no hi pot intervenir [67,112]: història prèvia de luxació de maluc, múltiples cirurgies prèvies, mal compliment terapèutic (no realitzar de forma correcta la càrrega parcial) o insuficiència muscular [126]. La insuficiència muscular pot ser deguda a una reducció de la musculatura abductora degut a un defecte ossi segmentari en el fèmur proximal o bé a una insuficient tensió muscular causada per una reducció de l'OFL, una modificació de l'OFVM o per un escurçament de la longitud de l'extremitat durant la implantació de l'espaiador. En aquest cas sí que és una causa que depèn del cirurgià, i s'ha de tenir en compte durant la implantació de l'espaiador. Hi ha altres factors de risc en els quals el cirurgià sí que pot influir potencialment per evitar la luxació: fixació insuficient de l'espaiador en el fèmur proximal, presència de grans defectes ossis a nivell acetabular, presència de grans defectes ossis a nivell femoral, ràtio coll-cap de l'espaiador, desajust entre la mida del cap de l'espaiador respecte al diàmetre acetabular i la disminució del valor de l'OFL i una alteració de l'OFVM.

En referència a la fixació insuficient de l'espaiador en el fèmur proximal, l'Spacer-G® es comporta de forma similar a una hemiartroplàstia monopolar no cimentada. Per tant, una de les causes de la luxació podria ser una inestabilitat rotacional de la tija de l'espaiador en el fèmur proximal. Gil et al. van hipotetitzar que el fet de realitzar una cimentació proximal de l'espaiador podria reduir el nombre de luxacions [100]. La tècnica consisteix en la col·locació d'una petita quantitat de ciment en forma de collaret al voltant de la part proximal de l'espaiador i en el calcar de tal manera que permet més estabilitat de l'espaiador i evita que l'estabilitat depengui únicament del *press-fit* de la tija [86,112]. A la nostra sèrie tampoc no es van trobar

diferències estadísticament significatives en els pacients amb luxació de l'espaiador als quals se'ls havia realitzat una cimentació proximal, respecte dels que no se'ls havia realitzat. Recentment, Romano et al. va publicar una taxa de luxació del 17% tot i haver realitzat una cimentació proximal en tots els pacients [98]. Per altra banda, en aquesta sèrie el factor que es va associar de manera estadísticament significativa a una major luxació de l'espaiador va ser que el pacient fos portador d'una tija prèviament cimentada. Una possible explicació d'aquest fet podria ser que hi hagi una menor estabilitat proximal de l'espaiador implantat degut a una major pèrdua òssia del fèmur proximal com a conseqüència de la cimentació (figura 10).



**Figura 10.** Luxació d'un espaiador prefabricat de maluc. Radiografia anteroposterior de maluc que mostra una luxació i mobilització de l'espaiador esquerre per una insuficient fixació del espaiador en el fèmur proximal.

Respecte a la presència de grans defectes ossis a nivell acetabular, pèrdues òssies a nivell supero- i posterolateral proporcionen una estabilitat inadequada així com un suport inadequat de l'espaiador, fets que incrementen el risc de luxació del mateix [112]. Pattyn et al. va descriure que en defectes acetabulars tipus IIIA i IIIB de la classificació de Paprosky es van trobar més freqüentment associats a luxació de l'espaiador [99]. Per intentar millorar l'estabilitat de l'espaiador i reduir-ne la possibilitat de luxació, una de les tècniques que s'ha descrit és la realització d'una tectoplàstia amb cargols i ciment que permet augmentar la cobertura dinàmica del cap de l'espaiador incrementant el sostre acetabular [48,125,127-129]. La tècnica consisteix a col·locar de 3 a 5 cargols de rosca curta d'esponjosa de 6,5 mil·límetres (mm) i 45-50 mm de

longitud a la vora posterosuperior de l'os ílfac, amb 10-15° d'inclinació craniocaudal i diferents graus d'ante-retroversió per augmentar la resistència i estabilitat de la construcció. És necessari que els cargols es mantinguin entre 15-20 mm [129] i 20-25 mm [127] fora de l'os, ja que actuaran com a bastida per al nou sostre acetabular que serà fabricat amb ciment amb antibiòtic. El ciment pastós impregnat amb antibiòtic es col·loca entre els cargols donant forma hemisfèrica i utilitzant el cap de l'espaiador com a motlle per obtenir una articulació hemisfèrica congruent. Algunes de les potencials complicacions associades a la realització d'aquesta tècnica inclourien la fractura del ciment, possible pinçament de la plataforma de ciment amb el trocànter major, increment en la generació de partícules i augment del temps quirúrgic [125]. Flores et al. van publicar una sèrie de 7 pacients en què es va utilitzar aquesta tècnica com a tractament de la luxació en 3 casos i de forma profilàctica durant el 1-temps quirúrgic en 4 pacients [129]. Sis casos presentaven defectes acetabulars tipus IIIA i un IIIB. A la nostra sèrie no vam trobar diferències estadísticament significatives entre els diversos graus de defectes ossis acetabulars i la luxació de l'espaiador. Per exemple, 3 pacients van presentar una luxació de l'espaiador i havien estat classificats com un defecte ossi tipus I en la classificació de Paprosky i no IIIA ni IIIB.

Presència de grans defectes ossis a nivell femoral. L'existència de grans defectes ossis podria fins i tot contraindicar la utilització d'espaiadors, si no és possible una fixació correcta. En aquests casos s'ha indicat l'opció de fer servir espaiadors amb tiges llargues i l'opció de la cimentació per mantenir una tensió muscular i una longitud adequada de l'extremitat [112] (figura 11).



**Figura 11.** Defecte ossi segmentari del fèmur proximal. Radiografia anteroposterior de maluc esquerra que mostra un important defecte ossi femoral en el qual s'ha implantat un espaiador prefabricat amb una tija llarga.

Increment de la ràtio coll-cap de l'espaiador. El cirurgià haurà de tenir en compte la relació coll-cap de l'espaiador, ja que, per exemple, si fos massa llarg podria produir un pinçament acetabular. Leunig et al. va publicar un estudi retrospectiu de 12 infeccions cròniques de maluc en què els pacients amb luxació de l'espaiador presentaren un augment significatiu de la relació coll-cap ( $0,96 \pm 0,19$ ) respecte al maluc contralateral, mentre que en els pacients que no havien presentat aquesta complicació mecànica ( $0,76 \pm 0,05$ ) no presentaven diferències significatives [48,92,125].

Desajust entre la mida del cap de l'espaiador respecte al diàmetre acetabular. Una potencial causa de luxació podria ser la utilització d'un espaiador amb un cap massa petit, ja que no ofereix prou estabilitat [112]. En el nostre estudi no es van trobar diferències significatives entre els pacients amb luxació de l'espaiador en referència a la ràtio de la mida del cap de l'espaiador versus acetàbul original. Tot i així, a l'Spacer-G® es troben disponibles tres talles de la mida del cap (46, 54 i 60 mm) i és ben conegut, en les revisions d'artroplasties, que amb una mida més gran del cap redueix el risc de luxació [130]. De fet, Garbuz et al. va descriure que la taxa de luxació en les artroplasties de revisió va ser de 1,1% (1/92) i 8,7% (8/92) en comparar l'ús de caps de 36 i 40 mm amb caps de 32 mm, respectivament [131]. Per tant, en absència d'altres factors de risc, l'ús del caps de l'Spacer-G® lleugerament més grans podria ajudar a prevenir en certa manera la luxació del mateix.

La disminució del valor d'offset femoral lateral (OFL) i una modificació de l'offset femoral vertical (OFVM) podria estar relacionat amb la seva luxació tot i no presentar alteracions musculars ni defectes ossis en el fèmur proximal ni a nivell acetabular, ja que produeix una reducció de la tensió muscular [48,112] (figura 12).



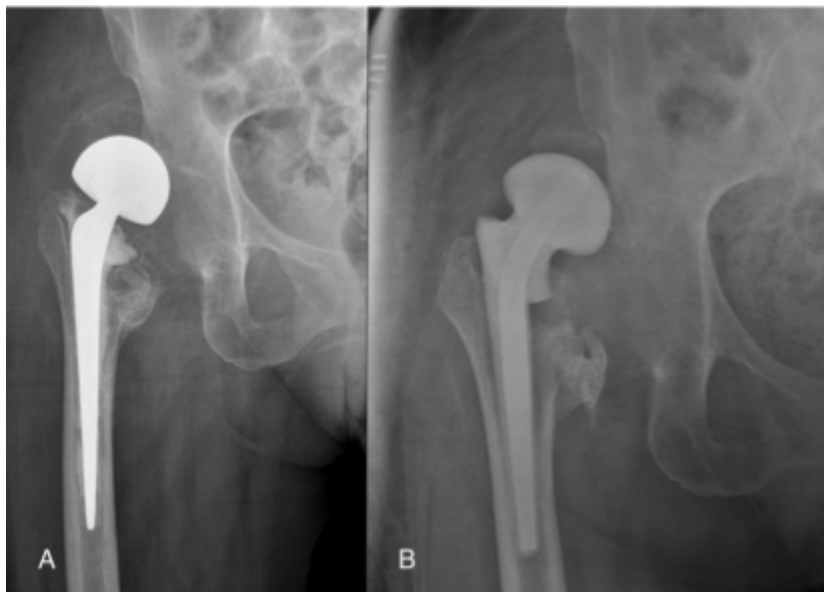
**Figura 12.** Evolució d'un espaiador amb reducció de l'offset femoral lateral. (A) Radiografia postoperatòria que mostra una reducció de l'OFL després de la implantació de l'Spacer-G®. (B) Luxació de l'espaiador en el mateix pacient.



En el nostre estudi, no es va trobar de forma estadísticament significativa una reducció de l'OFL ni de l'OFVM entre els pacients que havien presentat una luxació de l'espaiador. No obstant això, la implantació de l'espaiador causava una reducció significativa de l'OFL i una disminució no significativa de l'OFVM. Probablement no es va provar una relació estadísticament significativa entre l'OFL, l'OFVM i la luxació de l'espaiador donat el baix nombre de casos de luxació existents. La mitjana d'OFL obtinguda en els malucs portadors d'espaiadors va ser de 2,87 cm mentre que en el costat contralateral de 3,69 cm (tant entre els pacients amb luxació de l'espaiador com els que no la presentaren). La distància d'OFL en el maluc contralateral presentava una distribució contínua, mentre que en el cas dels espaiadors presentava tres xifres possibles únicament corresponents a les tres talles de l'Spacer-G®. El fet, doncs, que la mitjana d'OFL fos més gran en el costat contralateral va ser degut al disseny de l'Spacer-G®, que presenta un OFL fix i curt que el cirurgià no pot modificar per adequar-lo al del costat contralateral. Quan vam comparar la mitjana d'OFL de l'Spacer-G® ( $2,87 \pm 0,34$  cm) amb el de diferents poblacions (4,11 cm, rang 3,49– 4,73 cm) [132] o (4,34 cm, DS 0,28 – 0,72 cm) [133], vam veure que és més curt i, per tant, podria explicar l'elevat nombre de luxacions publicades. Fins fa poc, la inserció d'un cargol cervicocefàlic de maluc (dynamic hip screw, DHS) [134], o un enclavat endomedullar [135-136] com un endoesquelet dins de l'espaiador s'utilitzava per millorar l'estabilitat mecànica, tot i que no permetia ajustar l'OFL. Anagnostakos et al. va publicar una tècnica quirúrgica que permet individualitzar l'espaiador a l'OFL de cada pacient. Mitjançant l'ús d'una placa doblegada per petits fèmurs i DHS en grans fèmurs permet ajustar l'OFL i alhora preservar una tensió muscular adequada [30]. L'inconvenient d'aquesta tècnica és que únicament es pot fer servir amb espaiadors fets a mà i no en espaiadors prefabricats com l'Spacer-G®.

Per altra banda, la implantació de l'espaiador es va associar de forma no significativa a una disminució de l'OFVM, que no està determinat per les característiques intrínseques de l'Spacer-G® sinó pel grau d'introducció de l'espaiador en el fèmur proximal. És a dir, si no hi ha cap defecte ossi a nivell del calcar femoral, podria incrementar-se l'OFVM en introduir l'espaiador, mentre que si hi hagués una reabsorció òssia es podria disminuir. En la nostra sèrie, els factors de risc descrits a la literatura que es van trobar entre els pacients amb luxació de l'espaiador van ser els següents: una fixació insuficient de l'espaiador en el fèmur proximal, una insuficiència muscular i l'existència de grans defectes ossis a nivell acetabular i femoral. En el nostre estudi aquests factors no van ser estadísticament significatius. Tot i així, la presència de qualsevol d'ells pot ser suficient, tot i que no necessari, per causar una luxació d'espaiador després del 1-temps d'un recanvi.

D'altra banda, a la nostra sèrie dos factors es van relacionar amb una taxa més elevada de luxació de l'espaiador, tot i que no van ser estadísticament significatius. El primer va ser el fet d'haver presentat, prèviament a la realització del recanvi en dos temps, una luxació de la pròtesi. En tres dels vuit pacients amb luxació de l'espaiador havien presentat prèviament una luxació de la pròtesi (figura 13).



**Figura 13.** Luxació d'hemiartroplàstia i espaiador en un mateix pacient. (A) Radiografia anteroposterior de maluc que mostra una luxació d'una hemiarthroplàstia de maluc dret en un pacient amb una infecció crònica de maluc (B). Luxació de l'espaiador prefabricat de maluc en el mateix pacient.

Per tant, en realitzar el 1-temps del recanvi en un pacient amb una infecció crònica de maluc després d'una artroplàstia, i que aquesta hagi presentat una luxació prèvia, s'haurà de prestar una atenció especial. El segon factor va ser una taxa inferior de luxació de l'espaiador en pacients amb infecció crònica de maluc, portadors d'una artroplàstia total per una coxartrosi respecte d'aquells portadors d'una hemiarthroplàstia secundària a una fractura de fèmur proximal. Meek et al. ja va descriure una taxa de luxació més baixa en pacients portadors d'una artroplàstia de maluc secundària a coxartrosi respecte als portadors d'una hemiarthroplàstia per una fractura de fèmur proximal [137]. Aquest fet, concorda amb els resultats de la nostra sèrie, ja que l'Spacer-G® es comporta mecànicament com una hemiarthroplàstia monopolar. No obstant això, els resultats no van ser estadísticament significatius. A més, en la sèrie publicada per Romano et al. va presentar una taxa de luxació més baixa quan l'espaiador havia estat implantat després d'una artritis sèptica de maluc o osteosíntesi en comparació amb una artroplàstia total de maluc [98].

El nostre estudi presenta diverses limitacions. L'inconvenient més important és que es tracta d'una revisió retrospectiva. Per exemple, no es va poder avaluar si la càrrega parcial realitzada durant la deambulació s'havia dut a terme de manera correcta, ja que era un estudi retrospectiu. Per tant, no es va poder analitzar una de les potencials causes de luxació de l'espaiador publicada per Anagnostakos et al. [67]. Una altra limitació de l'estudi és que la determinació dels defectes ossis acetabulars i femorals va ser feta per dos membres de l'*staff* de la Unitat de Maluc del centre utilitzant el sistema de classificació de Paprosky i la radiologia convencional. Tot i que altres estudis han publicat una taxa més elevada de luxació de l'espaiador en els pacients amb grans defectes ossis acetabulars i femorals [67,99,112,125,129] aquesta correlació no es va reproduir en la nostra sèrie. Això pot ser degut al fet que determinats defectes ossis acetabulars de pacients amb luxació de l'espaiador van ser subestimats. La utilització d'una tomografia computada (TC) o l'avaluació intraoperatòria són maneres més precises per determinar la presència/absència de defectes ossis que la radiologia convencional. De la mateixa manera, l'OFL i l'OFVM es van mesurar utilitzant radiografies anteroposteriors de pelvis. S'ha publicat la variabilitat significativa de la mesura de l'offset utilitzant radiologia convencional, això tenint en compte que les radiografies es trobin correctament centrades i amb una adequada inclinació i rotació d'ambdós malucs [138]. Per tant, el mesurament hauria estat més precís mitjançant una TC [139-140]. En el nostre estudi no es va poder fer el mesurament amb TC, ja que la majoria dels pacients no s'havien sotmès a una TC entre el primer i segon temps quirúrgic. Per tal de minimitzar aquest error es van utilitzar les millors radiologies disponibles durant aquest període. Els resultats que es van obtenir són comparables als publicats en la literatura [141]. Finalment, com a limitació trobem el baix nombre de casos, tot i que es van incloure 74 espaiadors a l'estudi, només es van trobar 8 luxacions. La baixa incidència d'aquesta complicació dificulta l'estudi i l'adequada avaluació.

## 6. Discussió

### 6.3 Estudi 4

#### **Avaluació de l'erosió radiològica acetabular després de la implantació d'un espaiador de polimetilmetacrilat impregnat amb antibiòtic (Spacer-G®)**

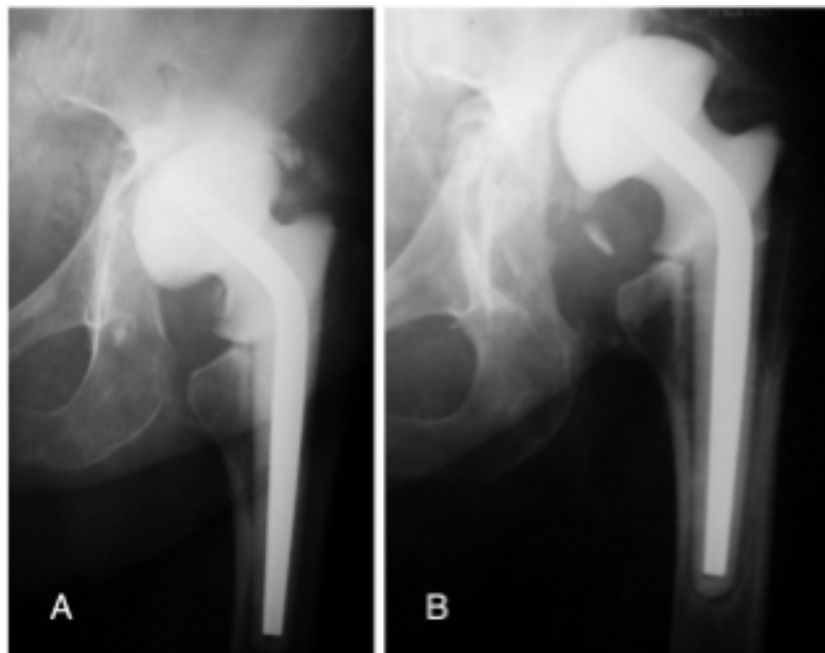
El procediment més freqüentment utilitzat per al tractament de la infecció crònica de maluc i que constitueix l'estàndard de referència és el recanvi en 2-temps. [48,60-62,68, 93,95,128]. El 1-temps quirúrgic consisteix en un desbridament inicial dels teixits desvitalitzats amb retirada de la pròtesi i la col·locació d'un espaiador amb impregnat amb antibiòtic, associat a l'administració de tractament antibiòtic endovenós. És freqüent el desenvolupament de defectes ossis a nivell acetabular degut tant a la mateixa infecció com a les maniobres generades durant l'extracció de la còtila. L'objectiu dels espaiadors consisteix a mantenir una funció articular i la longitud de l'extremitat adequades afavorint la mobilització precoç i facilitant la reimplantació posterior de la còtila acetabular [65,72,99,102,104,112,113,125]. Alguns autors han suggerit que la utilització d'espaiadors mòbils monopolars com l'Spacer-G® podria ocasionar una erosió òssia acetabular addicional [109], que complicaria la implantació posterior de la còtila acetabular durant el 2-temps quirúrgic. Tanmateix, no hi ha prou dades per fer aquesta mena d'afirmació.

Segons el nostre coneixement, aquest estudi va ser el primer a avaluar la presència de canvis radiològics acetabulars produïts per la utilització d'Spacer-G® en el tractament de la infecció crònica de maluc. Es va trobar que els pacients que van utilitzar l'Spacer-G® durant menys d'un any no van desenvolupar l'aparició d'erosions radiològiques acetabulars. S'ha publicat que el desenvolupament d'erosió radiològica a nivell acetabular en pacients portadors d'hemiartroplàsties es relaciona amb l'edat, el grau d'activitat i el temps des que es va implantar l'hemiartroplàstia [116,142]. Baker et al. va observar la presència d'erosió acetabular en vint-i-un d'un total de trenta-dos hemiartroplàsties amb un temps de seguiment de trenta-sis mesos (rang, 13 – 60 mesos) [116]. En el nostre estudi, els pacients que van portar l'espaiador durant menys d'un any eren ancians i presentaven un nivell baix d'activitat deambulant amb càrrega parcial i croses durant tot el període entre el primer i el segon temps quirúrgic. Per tant, el desenvolupament d'erosions era menys previsible en la població del nostre estudi.

Durant la realització del 2-temps quirúrgic, en la majoria dels pacients es van implantar còtils primàries i únicament en quatre pacients va ser necessària la implantació de còtils de

reconstrucció. Aquests pacients ja presentaven defectes importants a nivell acetabular en el moment de l'extracció de la còtila, en el 1-temps quirúrgic, i no es poden atribuir a la utilització de l'Spacer-G®. Per altra banda, durant la reimplantació de la còtila en el 2-temps quirúrgic es va poder observar una esclerosi medial, anterior, posterior i del sostre acetabular. Aquesta remodelació òssia va facilitar la implantació del component acetabular; pensem que aquesta reacció òssia va ser produïda com a resultat de la càrrega parcial realitzada al portar l'espaiador.

En aquells pacients que van mantenir l'espaiador durant un llarg període de temps, més d'un any, ja que s'havia decidit no realitzar el 2-temps quirúrgic, es va observar la presència d'erosió acetabular radiològica. Aquests pacients van utilitzar l'Spacer-G® com si fos una artroplàstia definitiva i van deambular amb càrrega i una crossa. L'Spacer-G® ha estat dissenyat per ser utilitzat de forma provisional i es recomana la deambulació amb càrrega parcial. Pensem que en aquests casos l'erosió va ser produïda per l'augment de temps d'utilització així com la falta de compliment terapèutic en quan a les restriccions de càrrega prescrites. En aquests pacients es van observar dos models d'erosió acetabular: 1) destrucció de la paret medial acetabular produint una protrusió acetabular fins que el trocànter major i l'espaiador contactaven amb la vora superior acetabular i 2) la destrucció del sostre acetabular (figura 14).



**Figura 14.** Destrucció òssia del sostre acetabular. (A) Radiografia anteroposterior de maluc que mostra la localització inicial de l'espaiador (B) 25 mesos després s'havia produït una destrucció del sostre acetabular i l'espaiador es troba subluxat.

El primer model d'erosió es va observar en dos pacients en les quals el cap de l'espaiador fou implantat en un maluc amb un centre de rotació normal i amb una cobertura acetabular superior

suficient. Aquest model d'erosió acetabular ja va ser descrit per Regis et al. en un pacient portador d'un Spacer-G® durant més de sis anys [111]. Aquest model de pèrdua òssia és similar al que es produeix en les hemiartroplasties [116,142]. En el segon model d'erosió acetabular, l'espaiador va ser implantat prop del centre de rotació normal del maluc. En aquest cas, a més, la infecció no es va controlar. Per tant, creiem que l'erosió també es va produir degut a la presència d'una infecció amb un microorganisme resistent a l'antibiòtic de l'espaiador.

La principal limitació de l'estudi va ser el seu disseny retrospectiu i el baix nombre de casos. La majoria dels casos van completar els dos temps quirúrgics, i per tant van mantenir l'espaiador només el període intermedi entre el 1-temps i el 2-temps quirúrgic, i l'erosió òssia no es va poder produir, ja que el temps necessari per desenvolupar l'erosió a nivell radiològic és superior. D'aquesta manera farien falta un nombre més elevat de casos per poder establir una gradació així com unes conclusions definitives. Tot i així, pensem que la manca d'informació que hi ha sobre l'erosió òssia acetabular radiològica fa que l'estudi tingui interès clínic.



## 7. Conclusions

---

### Objectiu 1

Determinar quina és la taxa de curació d'una infecció crònica de maluc utilitzant l'espaiador de polimetilmetacrilat prefabricat amb antibiòtic (Spacer-G®) mitjançant l'estratègia del recanvi en 2-temps.

### Conclusió 1

La taxa de curació d'una infecció crònica de maluc utilitzant l'espaiador de polimetilmetacrilat prefabricat amb antibiòtic (Spacer-G®) mitjançant l'estratègia del recanvi en 2-temps va ser del 61,97%.

### Objectiu 2

Analitzar els factors etiològics responsables de la luxació dels espaiadors tipus Spacer-G®, així com el pronòstic clínic dels pacients amb aquesta complicació. Entre els factors estudiats, avaluar de forma específica si el valor postquirúrgic de l'offset femoral lateral (OFL) i el vertical (OFVM) del maluc intervingut respecte al del costat contralateral és significativament diferent i, si és així, determinar si augmenta el seu risc de luxació.

### Conclusió 2

Els pacients que presenten luxació de l'espaiador als quals es fa una intervenció quirúrgica per reduir-la presenten una evolució i situació clínica final pitjors que els pacients que no presenten la luxació de l'espaiador. No s'ha trobat cap factor de risc modificable associat al desenvolupament d'aquesta complicació mecànica. La implantació de l'Spacer-G® produeix una reducció del valor de l'OFL postquirúrgic respecte al costat contralateral; no obstant, aquesta reducció no s'ha associat com a factor de risc de luxació de l'espaiador. La implantació de l'Spacer-G® no produeix una modificació del valor de l'OFV postquirúrgic respecte al costat contralateral. El cirurgià, a l'hora d'implantar l'espaiador, haurà de tenir en compte el tipus de defecte acetabular, la història clínica de la pròtesi prèvia i proporcionar una correcta fixació de l'espaiador en el fèmur proximal així com una adequada tensió de la musculatura abductora per tal d'evitar aquesta complicació i les seves potencials conseqüències.

### Objectiu 3

Estudiar quins són els factors etiològics responsables de l'erosió òssia acetabular radiològica dels espaiadors tipus Spacer-G®.



### **Conclusió 3**

La utilització de l'Spacer-G® durant un temps inferior a l'any no s'associa a erosió òssia acetabular radiològica sempre que el pacient mantingui la deambulació amb càrrega parcial, però si l'espaiador es manté durant més d'un any és probable que es produeixi aquesta erosió òssia acetabular radiològica.

## 8. Bibliografia

---

1. Bauer T, Lacoste S., Lhotellier L., Mamoudy P., Lortat-Jacob A., Hardy P- Arthroplasty following a septic arthritis history: a 53 cases series. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2010 Dec;96(8):840-3.
2. Matthews PC., Dean B.J.F., Medagoda K., Gundle R, Atkins BL., Berendt AR., Byren I. Native hip joint septic arthritis in 20 adults: delayed presentation beyond three weeks predicts need for excision arthroplasty. *J Infect.* 2008 Sep;57(3):185-90.
3. Barret MO, Bal BS. Septic arthritis of the hip in an immune competent adult: the significance of the differential diagnosis. *J Am Board Fam Med.* 2007 May-Jun;20(3):307-9.
4. Anagnostakos K., Duchowl L., Koch K. Two-stage protocol and spacer implantation in the treatment of destructive septic arthritis of the hip joint. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2016 Jul;136(7):899-906.
5. Al-Nammari SS, Bobak P, Vekatesh R. Methicilin resistant *Staphylococcus aureus* versus methicilin sensitive *Staphylococcus aureus* adult haematogenous septic arthritis. *Arch Orthop Trauma Surg* 2007 Sep;127(7):537-42.
6. Yeargan SA 3rd, Perry JJ, Kane TJ 3rd, Richardson AB. Hematogenous septic arthritis of the adult hip. *Orthopedics* 2003 Aug;26(8):771-6.
7. Jupiter JB., Karchmer AW., Lowell JD., Harris WH.. Total hip arthroplasty of adult hips with current or quiescent sepsis. *J Bone Joint Surg Am.* 1981 Feb;63(2):194–200.
8. Charlton WP., Hozack WJ., Teloken MA., Rao R, Bissett GA. Complications associated with reimplantation after girdlestone arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2003 Feb;407:119–26.
9. Romanò CL, Romanò D, Meani E, Logoluso N, Drago L. Two-stage revision surgery with preformed spacers and cementless implants for septic hip arthritis: a prospective, non-randomized cohort study. *BMC Infect Dis.* 2011 May 16;11:129.

10. Diwanji SR, Kong IK, Park YH, Cho SG, Song EK, Yoon TR. Two-stage reconstruction of infected hip joints. *J Arthroplasty*. 2008 Aug;23(5):656–61.
11. Fleck EE, Spangehl MJ, Rapuri VR, Beauchamp CP. An articulating antibiotic spacer controls infection and improves pain and function in a degenerative septic hip. *Clin Orthop Relat Res*. 2011 Nov;469(11):3055–64.
12. Huang TW, Huang KC, Lee PC, Tai CL, Hsieh PH. Encouraging outcomes of staged, uncemented arthroplasty with short-term antibiotic therapy for treatment of recalcitrant septic arthritis of the native hip. *J Trauma*. 2010 Apr;68(4):965–69.
13. Charnley J. A clean-air operating enclosure. *Br J Surg* 1964 Mar;51:202-5.
14. Bauer TW, Parvizi J, Kobayashi N, Krebs V. Diagnosis of periprosthetic infection. *J Bone Joint Surg Am* 2006 Apr;88(4):869-82.
15. Gatell JM, Riba J, Lozano ML, Mana J, Ramon R, Garcia SJ. Prophylactic cefamandole in orthopaedic surgery. *J Bone Joint Surg Am*. 1984 Oct;66(8):1219-22.
16. Soriano A, Bori G, García-Ramiro S, Martínez-Pastor JC, Miana T, Codina C. Timing of antibiotic prophylaxis for primary total knee arthroplasty performed during ischemia. *Clin Infect Dis*. 2008 Apr 1;46(7):1009-14.
17. García S, Lozano ML, Gatell JM, Soriano E, Ramon R, Sanminguel JG. Prophylaxis against infection. Single-dose cefonicid compared with multiple-dose cefamandole. *J Bone Joint Surg Am*. 1991 Aug;73(7):1044-8.
18. Gatell JM, García S, Lozano L, Soriano E, Ramon R, Sanmiguel JG. Perioperative cefamandole prophylaxis against infections. *J Bone Joint Surg Am* 1987 Oct;69(8):1189-93.
19. Soriano A, Popescu D, García S, Bori G, Martínez JA, Balasso V, Marco F, Almela M, Mensa J. Usefulness of teicoplanin for preventing methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infections in orthopedic surgery. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*. 2006 Jan;25(1):35-8.

20. Kakwani Rg, Yohannan D, Wahab KH. The effect of laminar air-flow on the results of Austin-Moore hemiarthroplasty. *Injury* 2007 Jul;38(7):820-3.
21. Phillips JE, Crane TP, Noy M, Elliott TS, Grimer RJ. The incidence of deep prosthetic infections in a specialist orthopaedic hospital: a 15-year postoperative survey. *J Bone Joint Surg Br.* 2006 Jul;88(7):943-8.
22. Del Pozo JL, Patel R. Clinical practice. Infection associated with prosthetic joints. *N Engl J Med.* 2009 Aug 20;361(8):787-94.
23. Hanssen AD, Rand JA. Evaluation and treatment of infection at the site of a total hip or knee arthroplasty. *Instr Course Lect.* 1999;48:111-22.
24. Spangehl MJ, Younger AS, Masri BA, Duncan CP. Diagnosis of infection following total hip arthroplasty. *Instr Course Lect.* 1998;47:285-95.
25. Spangehl MJ, Masri BA, O'Connell JX, Duncan CP. Prospective analysis of preoperative and intraoperative investigations for the diagnosis of infection at the sites of two hundred and two revision total hip arthroplasties. *J Bone Joint Surg Am* 1999 May;81(5):672-83.
26. Soriano A, García S, Bori G, Almela M, Gallart X, Macule F, Sierra J, Martínez JA, Suso S, Mensa J. Treatment of acute post-surgical infection of joint arthroplasty. *Clin Microbiol Infect* 2006 Sep;12(9):930-3.
27. Masri BA, Panagiotopoulos KP, Greidanus NV, Garbuz DS, Duncan CP. Cementless two-stage exchange arthroplasty for infection after total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 2007 Jan;22(1):72-8.
28. Teeny SM, Dorr L, Murata G, Conaty P. Treatment of infected total knee arthroplasty. Irrigation and debridement versus two-stage reimplantation. *J Arthroplasty* 1990 Mar;5(1):35-9.
29. Sculco TP. The economic impact of infected total joint arthroplasty. *Instr Course Lect.* 1993;42:349-51.

30. Anagnostakos K, Lorbach O, Orth P, Koch K. A simple technique for adjustment of the femoral offset at the site of hip spacer implantation. *J Surg Tech Case Rep*. 2013 Jan-Jun; 5(1): 18–20.
31. Tsukayama DT, Estrada R, Gustilo RB. Infection after total hip arthroplasty. A study of the treatment of one hundred and six infections. *J Bone Joint Surg Am*. 1996 Apr;78(4):512-23.
32. Hart WJ, Jones RS. Two-stage revision of infected total knee replacements using articulating cement spacers and short-term antibiotic therapy. *J Bone Joint Surg Br* 2006 Aug;88(8):1011-5.
33. García S, Soriano A, Esteban P, Almela M, Gallart X, Mensa J. (Usefulness of adding antibiotic to cement in one stage exchange of chronic infection in total hip arthroplasty). *Med Clin (Barc )* 2005 Jun;125(4):138-9.
34. Hanssen AD, Osmon DR. Assessment of patient selection criteria for treatment of the infected hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2000 Dec;(381):91-100.
35. Bori G, Navarro G, Morata L, Fernández-Valencia JA, Soriano A, Gallart X. Preliminary results after changing from two-stage to one-stage revision arthroplasty protocol using cementless arthroplasty for chronic infected hip replacements. *J Arthroplasty*. 2018 Feb;33(2):527-32.
36. Kraay MJ, Goldberg VM, Fitzgerald SJ, Salata MJ. Cementless two-staged total hip arthroplasty for deep periprosthetic infection. *Clin Orthop Relat Res* 2005 Dec;441:243-9.
37. Koo KH, Yang JW, Cho SH, Song HR, Park HB, Ha YC, Chang JD, Kim SY, Kim YH. Impregnation of vancomycin, gentamicin, and cefotaxime in a cement spacer for two-stage cementless reconstruction in infected total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2001 Oct;16(7):882-92.
38. Durbhakula SM, Czajka J, Fuchs MD, Uhl RL. Spacer endoprosthesis for the treatment of infected total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2004 Sep;19(6):760-7.

39. Parvizi J, Zmistowski B, Berbai EF, Bauer TW, Springer BD, Della Valle CJ, Garvin KL, Mont MA, Wongworawat MD, Zalavras CG. New definition for periprosthetic joint infection: from the Workgroup of the Musculoskeletal Infection Society. *Clin Orthop Relat Res*. 2011 Nov;469(11):2992-4.
40. Tomas X, Bori G, García S, Garcia-Diez AI, Pomes J, Soriano A, Ríos J, Almela M, Mensa J, Gallart X, Martinez JC, Riba J. Accuracy of CT-guided joint aspiration in patients with suspected infection status post-total hip arthroplasty. *Skeletal Radiol*. 2011 Jan;40(1):57-64.
41. Parvizi J, Ghanem E, Menashe S, Barrack RL, Bauer TW. Periprosthetic infection: what are the diagnostic challenges? *J Bone Joint Surg Am*. 2006 Dec;88 Suppl 4:138-47.
42. Trampuz A, Piper KE, Jacobson MJ, et al. Sonication of removed hip and knee prostheses for diagnosis of infection. *N Engl J Med*. 2007 Aug 16;357(7):654-63.
43. Stoodley P, Ehrlich GD, Sedghizadeh PP, Hall-Stoodley L, Baratz ME, Altman DT, Sotereanos NG, Costerton JW, Demeo P. Orthopaedic biofilm infections. *Curr Orthop Pract*. 2011 Nov;22(6):558-63.
44. Ali F, Wilkinson JM, Cooper JR, Kerry RM, Hamer AJ, Norman P, Stockley I. Accuracy of joint aspiration for the preoperative diagnosis of infection in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2006 Feb;21(2):221-6.
45. Tsukayama DT, Goldberg VM, Kyle R. Diagnosis and management of infection after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85-A Suppl 1: S75-80
46. Della Valle C, Parvizi J, Bauer TW, DiCesare PE, Evans RP, Segreti J, Spanghel M, Watters WC 3rd, Keith M, Turkelson CM, Wies JL, Sluka P, Hitchcock K. American academy of orthopaedic Surgeons clinical practice guideline on: the diagnosis of periprosthetic joint infections of the hip and knee. *J Bone Joint Surg Am*. 2011 Jul;93(14):1355-7.
47. Parvizi J, Jacovides C, Zmistowski B, Jung KA. Definition of periprosthetic joint infection: is there a consensus? *Clin Orthop Relat Res*. 2011 Nov;469(11):3022-30.

48. Kuzyk P, Dhotar H, Sternheim A, Gross AE, Safir O, Backstein D. Two-stage revision arthroplasty for management of chronic periprosthetic hip and knee infection: techniques, controversies and outcomes. *J Am Acad Orthop Surg*. 2014 Mar;22(3):153-64.
49. Nelson CL, McLaren AC, McLaren SG, Johnson JW, Smeltzer MS. Is aseptic loosening truly aseptic? *Clin Orthop Relat Res*. 2005 Aug;(437):25-30.
50. Parvici J, Gehrke T; International Consensus Group on Periprosthetic Joint Infection. Definition of periprosthetic joint infection. *J Arthroplasty*. 2014 Jul;29(7):1331.
51. Goulet JA, Pellicci PM, Brause BD, Salvati EM. Prolonged suppression of infection in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 1988;3(2):109-16.
52. McElwaine JP, Colville J. Excision arthroplasty for infected total hip replacements. *J Bone Joint Surg Br*. 1984 Mar;66(2):168-71.
53. Zeller V, Lhotellier L, Marmor S, Leclerc P, Krain A, Graff W, Ducroquet F, Biau D, Leonard P, Desplaces N, Mamoudy P. One-stage exchange arthroplasty for chronic periprosthetic hip infection: results of a large prospective cohort study. *J Bone Joint Surg Am*. 2014 Jan 1;96(1):e1.
54. Garvin KL, Hanssen AD. Infection after total hip arthroplasty. Past, present, and future. *J Bone Joint Surg Am*. 1995 Oct;77(10):1576-88.
55. De Laat EA, van der List JJ, van Horn JR, Slooff TJ. Girdlestone's pseudarthrosis after removal of a total hip prosthesis; a retrospective study of 40 patients. *Acta Orthop Belg*. 1991;57(2):109-13.
56. Garcia-Rey E, Cruz-Pardos A, Madero R. Clinical outcome following conversion of Girdlestone's resection arthroplasty to total hip replacement: a retrospective matched case-control study. *Bone Joint J*. 2014 Nov;96-B(11):1478-84.
57. Hsieh PH, Shih CH, Chang YH, Lee MS, Shih HN, Yang WE. Two-stage revision hip arthroplasty for infection: comparison between the interim use of antibiotic-loaded

- cement beads and a spacer prosthesis. *J Bone Joint Surg Am.* 2004 Sep;86-A(9):1989-97.
58. Osmon DR, Berbari EF, Berendt AR, Lew D, Zimmerli W, Steckelberg JM, Rao N, Hanssen A, Wilson WR; Infectious Diseases Society of America. Diagnosis and management of prosthetic joint infection: clinical practice guidelines by the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis.* 2013 Jan;56(1):e1-e25
59. Lichstein P, Gehrke T, Lombardi A, Romano C, Stockley I, Babis G, Bialecki J, Bucsi L, Cai X, Cao L, de Beaubien B, Erhardt J, Goodman S, Jiranek W, Keogh P, Lewallen D, Manner P, Marczyński W, Mason JB, Mulhall K, Paprosky W, Patel P, Piccaluga F, Polkowski G, Pulido L, Stockley I, Suarez J, Thorey F, Tikhilov R, Velazquez JD, Winkler H. One-stage versus two-stage exchange. *J Orthop Res.* 2014 Jan;32 Suppl 1:S141-6.
60. Younger AS, Duncan CP, Masri BA, McGraw RW. The outcome of two-stage arthroplasty using a custom-made interval spacer to treat the infected hip. *J Arthroplasty.* 1997 Sep;12:615-23.
61. Haddad FS, Muirhead-Allwood SK, Manktelow AR, Bacarese-Hamilton I. Two-stage uncemented revision hip arthroplasty for infection. *J Bone Joint Surg Br.* 2000 Jul;82(5):689-94.
62. Citak M, Masri BA, Springer B, Argenson JN, Kendoff DO. Are preformed articulating spacers superior to surgeon-made articulating spacers in the treatment of PJI in THA? A literature review. *Open Orthop J.* 2015 Jul;31:9:255-61.
63. Wolf M, Clar H, Friesenbichler J, Schwantzer G, Bernhardt G, Gruber G, Glehr M, Leithner A, Sadoghi P. Prosthetic joint infection following total hip replacement: results of one-stage versus two-stage exchange. *Int Orthop.* 2014 Jul;38(7):1363-8.
64. Muñoz-Mahamud E, Casanova L, Font L, Fernandez-Valencia JA, Bori G. Septic arthritis of the hip caused by non-typical *Salmonella* after urinary tract infection. *Am J Emerg Med.* 2009 Mar;27(3):373.e5-e8.



65. Jacobs C, Christensen CP, Berend ME. Static and mobile antibiotic-impregnated cement spacers for the management of prosthetic joint infection. *J Am Acad Orthop Surg.* 2009 Jun;17(6):356-68.
66. Cui Q, Mihalko WM, Shields JS, Ries M, Saleh KJ. Antibiotic-impregnated cement spacers for the treatment of infection associated with total hip or knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2007 Apr;89(4):871-82.
67. Anagnostakos K, Fürst O, Kelm J. Antibiotic-impregnated PMMA hip spacers: Current status. *Acta Orthop.* 2006 Aug;77(4):628-37.
68. Anagnostakos K, Köhler D, Schmitt E, Kelm J. The “glove” technique: a modified method for femoral fixation of antibiotic-loaded hip spacers. *Acta Orthop.* 2009 Jun;80(3):386–8.
69. Zilkens KW, Casser HR, Ohnsorge J. Treatment of an old infection in a total hip replacement with an interim spacer prosthesis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1990;109(2):94-6.
70. Abendshein W. Salvage of infected total hip replacement: use of antibiotic/PMMA spacer. *Orthopedics.* 1992 Feb;15(2):228-9.
71. Kraay MJ, Goldberg VM, Figgie HE 3rd. Use of an antibiotic impregnated polymethyl methacrylate intramedullary spacer for complicated revision total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 1992;7(Suppl):397-402.
72. Duncan CP, Beauchamp C. A temporary antibiotic-loaded joint replacement system for management of complex infections involving the hip. *Orthop Clin North Am.* 1993 Oct;24(4):751-9.
73. Kelm J, Regitz T, Schmitt E, Jung W, Anagnostakos K. In vivo and in vitro studies of antibiotic release from and bacterial growth inhibition by antibiotic-impregnated polymethylmethacrylate hip spacers. *Antimicrob Agents Chemother.* 2006 Jan;50(1):332-5.

74. D'Angelo F, Negri L, Binda T, Zatti G, Cherubino P. The use of a preformed spacer in two-stage revision of infected hip arthroplasties. *Musculoskelet Surg*. 2011 Aug;95(2):115-20.
75. Joseph TN, Chen AL, Di Cesare PE. Use of Antibiotic-Impregnated Cement in Total Joint Arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg* 2003 Jan-Feb;11(1):38-47.
76. Soares D, Leite P, Barreira P, Aido R, Sousa R. Antibiotic-loaded bone cement in total joint arthroplasty. *Acta Orthop Belg* 2015 Jun;81(2):184-90.
77. Cabrita HB, Croci AT, Camargo OP, Lima AL. Prospective study of the treatment of infected hip arthroplasties with or without the use of an antibiotic-loaded cement spacer. *Clinics (Sao Paulo)*. 2007 Apr;62(2):99-108.
78. Armstrong MS, Spencer RF, Cunningham JL, Gheduzzi S, Miles AW, Learmonth ID. Mechanical characteristics of antibiotic-laden bone cement. *Acta Orthop Scand* 2002 Dec;73(2):688-90.
79. Hanssen AD, Spanghel MJ. Practical applications of antibiotic-loaded bone cement for treatment of infected joint replacements. *Clin Orthop Relat Res* 2004 Oct;427:79-85.
80. Sousa R, Pereira A, Massada M, Da Silva MV, Lemos R, Costa e Castro J. Empirical antibiotic therapy in prosthetic joint infections. *Acta Orthop Belg* 2010 Apr;76(2):254-9.
81. Iarikov D, Demian H, Rubin D, Alexander J, Nambiar S. Choice and doses of antibacterial agents for cement spacers in treatment of prosthetic joint infections: review of published studies. *Clin Infect Dis*. 2012 Dec;55(11):1474- 80.
82. Kaplan L, Kurdziel M, Baker KC, Verner J. Characterization of daptomycin-loaded antibiotic cement. *Orthopedics*. 2012 Apr;35(4):e503-9.
83. Chang Y, Chen WC, Hsieh PH, Chen DW, Lee MS, Shih HN, Ueng SW. In vitro activities of daptomycin-, vancomycin-, and teicoplanin-loaded polymethylmethacrylate against methicillin-susceptible, methicillin-resistant, and vancomycin-intermediate

- strains of *Staphylococcus aureus*. *Antimicrob Agents Chemother*. 2011 Dec;55(12):5480-4.
84. Penner MJ, Masri BA, Duncan CP. Elution characteristics of vancomycin and tobramycin combined in acrylic bone-cement. *J Arthroplasty*. 1996 Dec;11(8):939-44.
85. Cortes NJ, Lloyd JM, Koziol L, O'Hara L. Successful clinical use of daptomycin-impregnated bone cement in two-stage revision hip surgery for prosthetic joint infection. *Ann Pharmacother*. 2013 Jan;47(1):e2.
86. Jung J, Schmid NV, Kelm J, Schmitt E, Anagnostakos K. Complications after spacer implantation in the treatment of hip joint infections. *Int J Med Sci* 2009 Sep 2;6(5):265-73.
87. Winkler H, Janata O, Berger C, Wein W, Georgopoulos A. In vitro release of vancomycin and tobramycin from impregnated human and bovine bone grafts. *J Antimicrob Chemother*. 2000 Sep;46(3):423-8
88. Kendall RW, Duncan CP, Smith JA, Ngui-Yen JH. Persistence of bacteria on antibiotic loaded acrylic depots. A reason for caution. *Clin Orthop Rel Res*. 1996 Aug;329:273-80.
89. Peters G. New considerations in the pathogenesis of coagulase-negative staphylococcal foreign body infections. *J Antimicrob Chemother*. 1996 Apr;21 (C Suppl):139-48.
90. Citak M, Argenson JN, Masri B, Kendoff D, Springer B, Alt V, Baldini A, Cui Q, Deirmengian GK, Del Sel H, Harrer MF, Israelite CL, Jahoda D, Jutte PC, Levicoff E, Meani E, Motta F, Pena OR, Ranawat AS, Safir O, Squire MW, Taunton MJ, Vogely CH, Wellman SS. Spacers. *J Arthroplasty*. 2014 Feb;29(2 Suppl):93-9.
91. Barrack RL. Rush pin technique for temporary antibiotic-impregnated cement prosthesis for infected total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2002 Aug;17(5):600-3.
92. Leunig M, Chosa E, Speck M, Ganz R. A cement spacer for two-stage revision of infected implants of the hip joint. *Int Orthop*. 1998;22(4):209-14.

93. Kendall RW, Masri BA, Duncan CP, Beauchamp CP, McGraw RW, Bora B. Temporary antibiotic loaded acrylic hip replacement: a novel method for management of the infected THA. *Semin Arthroplasty*. 1994 Oct;5(4): 171-7.
94. Hofmann AA, Goldberg TD, Tanner AM, Cook TM. Ten-year experience using an articulating antibiotic cement hip spacer for the treatment of chronically infected total hip. *J Arthroplasty*. 2005 Oct;20(7):874-9.
95. Wentworth SJ, Masri BA, Duncan CP, Southworth CB. Hip prosthesis of antibiotic-loaded acrylic cement for the treatment of infections following total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84-A Suppl 2:123-8.
96. Etienne G, Waldman B, Rajadhyaksha AD, Ragland PS, Mont MA. Use of a functional temporary prosthesis in a two-stage approach to infection at the site of a total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85-A Suppl 4:94-6.
97. Baker RP, Duncan CP. Acyclic acetabular roof reconstruction for severe superior segmental acetabular bone loss in 2-stage surgery for infected hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2011 Dec;26(8):1567-9.
98. Romanò CL, Romanò D, Logoluso N, Meani E. Long-stem versus short-stem preformed antibiotic-loaded cement spacers for two-stage revision of infected total hip arthroplasty. *Hip Int*. 2010 Jan-Mar;20(1):26-33.
99. Pattyn C, De Geest T, Ackerman P, Audenaert E. Preformed gentamicin spacers in two-stage revision hip arthroplasty: functional results and complications. *Int Orthop*. 2011 Oct;35(10):1471-6.
100. Gil Gonzalez S, Marqués López F, Rigol Ramon P, Mestre Cortadellas C, Cáceres Palou E, León García A. Two-stage revision of hip prosthesis infection using a hip spacer with stabilising proximal cementation. *Hip Int*. 2010;20 Suppl 7:S128-34.
101. Pignatti G, Nitta S, Rani N, Dallari D, Sabbioni G, Stagni C, Giunti A. Two stage hip revision in periprosthetic infection: results of 41 cases. *Open Orthop J*. 2010 Jun 11;4:193-200.

102. D'Angelo F, Negri L, Zatti G, Grassi FA. Two-stage revision surgery to treat an infected hip implant. A comparison between a custom-made spacer and a pre-formed one. *Chir Organi Mov.* 2005 Jul-Sep;90(3):271-9.
103. Magnan B, Regis D, Biscaglia R, Bartolozzi P. Preformed acrylic bone cement spacer loaded with antibiotics: use of two-stage procedure in 10 patients because of infected hips after total replacement. *Acta Orthop Scand.* 2001 Dec;72(6):591-4.
104. Bertazzoni Minelli E, Benini A, Magnan B, Bartolozzi P. Release of gentamicin and vancomycin from temporary human hip spacers in two-stage revision of infected arthroplasty. *J Antimicrob Chemother.* 2004 Feb;53(2):329-34.
105. Romanò CL, Romanò D, Albisetti A, Meani E. Preformed antibiotic-loaded cement spacers for two-stage revision after total hip arthroplasty. Long-term results. *Hip Int* 2012 Jul-Aug;22(Suppl 8):S46-53.
106. Neumann DR, Hofstaedter T, List C, Dorn U. Two-stage cementless revision of late total hip arthroplasty infection using a premanufactured spacer. *J Arthroplasty.* 2012 Aug;27(7):1397-401.
107. Bertazzoni Minelli E, Benini A, Samaila E, Bondi M, Magnan B. Antimicrobial activity of gentamicin and vancomycin combination in joint fluids after antibiotic-loaded cement spacer implantation in two-stage revision surgery. *J Chemother.* 2015 Feb;27(1):17-24.
108. Romanò CL, Romanò D, Logoluso N, Meani E. Septic vs aseptiic hip revision: how different? *J Orthop Traumatol* 2010 Sep;11(3):167-74.
109. Biring GS, Kostamo T, Garbuz DS, Masri BA, Duncan CP. Two-stage revision arthroplasty of the hip for infection using an interim articulated Prostalac hip spacer: a 10- to 15-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Br.* 2009 Nov;91(11):1431-7.
110. Degen RM, Davey JR, Davey JR, Howard JL, McCalden RW, Naudie DD. Does a prefabricated gentamicin-impregnated, load-bearing spacer control periprosthetic hip infection? *Clin Orthop Relat Res.* 2012 Oct;470(10):2724-9.

111. Regis D, Sandri A, Magnan B, Bartolozzi P. Six-year follow-up of a preformed spacer for the management of chronically infected total hip arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2010 Sep;130(9):1111-5.
112. Barreira P, Leite P, Neves P, Soares D, Sousa R. Preventing mechanical complications of hip spacer implantation: technical tips and pearls. *Acta Orthop Belg.* 2015 Jun;81(2):344-8.
113. Peng KT, Kuo LT, Hsu WH, Huang TW, Tsai YH. The effect of endoskeleton on antibiotic impregnated cement spacer for treating deep hip infection. *BMC Musculoskelet Disord.* 2011 Jan 13;12:10.
114. Paprosky WG, Perona PG, Lawrence JM. Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty. A 6-year follow-up evaluation. *J Arthroplasty.* 1994 Feb;9(1):33-44.
115. Lecerf G, Fessy MH, Philippot R, Massin P, Giraud F, Flecher X, Girard J, Mertl P, Marchetti E, Stindel E. Femoral offset: anatomical concept, definition, assessment, implications for preoperative templating and hip arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2009 May;95(3):210-9.
116. Baker RP, Squires B, Gargan MF, Bannister GC. Total hip arthroplasty and hemiarthroplasty in mobile, independent patients with a displaced intracapsular fracture of the femoral neck. A randomized, controlled trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2006 Dec;88(12):2583-9.
117. McPherson EJ, Woodson C, Holtom P, Roidis N, Shufelt C, Patzakis M. Periprosthetic total hip infection: outcomes using a staging system. *Clin Orthop Relat Res.* 2002 Oct;(403):8-15.
118. Gomez MM, Tan TL, Manrique J, Deirmengian GK, Parvizi J. The Fate of Spacers in the Treatment of Periprosthetic Joint Infection. *J Bone Joint Surg Am.* 2015 Sep 16;97(18):1495-502

119. Berend KR, Lombardi AV Jr, Morris MJ, Bergeson AG, Adams JB, Sneller MA. Two-stage treatment of hip periprosthetic joint infection is associated with a high rate of infection control but high mortality. *Clin Orthop Relat Res.* 2013 Feb;471(2):510-8.
120. Diaz-Ledezma C, Higuera CA, Parvizi J. Success after treatment of periprosthetic joint infection: a Delphi-based international multidisciplinary consensus. *Clin Orthop Relat Res.* 2013 Jul;471(7):2374-82.
121. Choi HR, Freiberg AA, Malchau H, Rubash HE, Kwon YM. The fate of unplanned retention of prosthetic articulating spacers for infected total hip and total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2014 Apr;29(4):690-3.
122. Choi HR, Kwon YM, Freiberg AA, Malchau H. Comparison of one-stage revision with antibiotic cement versus two-stage revision results for infected total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2013 Sep;28(8 Suppl):66-70.
123. Sanchez-Sotelo J, Berry DJ, Hanssen AD, Cabanela ME. Midterm to long-term followup of staged reimplantation for infected hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2009 Jan;467(1):219-24.
124. Muñoz-Mahamud E, Soriano A, Combalia A, Medrano C, Bosch J, García S, Bori G. Comparison of bacterial results from conventional cultures of the periprosthetic membrane and the synovial or pseudocapsule during hip revision arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2014 Apr;134(4):577-83.
125. Drexler M, Kuzyk PR, Koo K, Gross AE, Kosashvili Y, Reischl N, Rutenberg TF, Safir O. The Use of a Supra-Acetabular Antibiotic-Loaded Cement Shelf to Improve Hip Stability in First-Stage Infected Total Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2016 Nov;31(11):2574-78.
126. Anagnostakos K, Jung J, Schmid NV, Schmitt E, Kelm J. Mechanical complications and reconstruction strategies at the site of hip spacer implantation. *Int J Med Sci.* 2009 Sep 3;6(5):274-9.
127. Rogers BA, Kuchinad R, Garbedian S, Backstein D, Gross AE, Safir OA. Cement augmentation of the acetabulum for revision total hip arthroplasty for infection. *J Arthroplasty.* 2015 Feb;30(2):270-1.

128. Ben-Lulu O, Farno A, Gross AE, Backstein DJ, Kosashvili Y, Safir OA. A modified cement spacer technique for infected total hip arthroplasties with significant bone loss. *J Arthroplasty*. 2012 Apr;27(4):613-9.
129. Flores X, Corona PS, Cortina J, Guerra E, Amat C. Temporary cement tectoplasty: technique to improve prefabricated hip spacer stability in two-stage surgery for infected hip arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2012 May;132(5):719-24.
130. Howie DW, Holubowycz OT, Middleton R. Large femoral heads decrease the incidence of dislocation after total hip arthroplasty: a randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2012 Jun 20;94(12):1095-102.
131. Garbuz DS, Masri BA, Duncan CP, Greidanus NV, Bohm ER, Petrak MJ, Della Valle CJ, Gross AE. The Frank Stinchfield Award: Dislocation in revision THA: do large heads (36 and 40 mm) result in reduced dislocation rates in a randomized clinical trial? *Clin Orthop Relat Res*. 2012 Feb;470(2):351-6.
132. Unnanuntana A, Toogood P, Hart D, Cooperman D, Grant RE. Evaluation of proximal femoral geometry using digital photographs. *J Orthop Res*. 2010 Nov;28(11):1399-404.
133. O'Brien S. Femoral offset in total hip replacement: a study of anatomical offset in the Northern Ireland population. *Int J Orthop Nurs*. 2014 Aug;18(3):162-69.
134. Peng KT, Hsu WH, Hsu RW. Improved antibiotic impregnated cement prosthesis for treating deep hip infection: a novel design using hip compression screw. *J Arthroplasty*. 2010 Dec;25(8):1304-6.
135. Rodriguez H, Ziran BH. Temporary antibiotic cement-covered gamma nail spacer for an infected nonunion of the proximal femur. *Clin Orthop Relat Res*. 2007 Jan;454:270-4.
136. Kummer FJ, Strauss E, Wright K, Kubiak EN, Di Cesare PE. Mechanical evaluation of unipolar hip spacer constructs. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2008 Oct;37(10):517-8.
137. Meek RM, Allan DB, McPhillips G, Kerr L, Howie CR. Epidemiology of dislocation after total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2006 Jun;447:9-18.



138. Tannast M, Siebenrock KA, Anderson SE. Femoroacetabular impingement: radiographic diagnosis--what the radiologist should know. *AJR Am J Roentgenol*. 2007 Jun;188(6):1540-52.
139. Weber M, Woerner ML, Springorum HR, Hapfelmeier A, Grifka J, Renkawitz TF. Plain radiographs fail to reflect femoral offset in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2014 Aug;29(8):1661-5.
140. Pasquier G, Ducharme G, Ali ES, Giraud F, Mouttet A, Durante E. Total hip arthroplasty offset measurement: is C T scan the most accurate option? *Orthop Traumatol Surg Res*. 2010 Jun;96(4):367-75.
141. Merle C, Waldstein W, Pegg E, Streit MR, Gotterbarm T, Aldinger PR, Murray DW, Gill HS. Femoral offset is underestimated on anteroposterior radiographs of the pelvis but accurately assessed on anteroposterior radiographs of the hip. *J Bone Joint Surg Br*. 2012 Apr;94(4):477-82.
142. Calder SJ, Anderson GH, Jagger C, Harper WM, Gregg PJ. Unipolar or bipolar prosthesis for displaced intracapsular hip fracture in octogenarians: a randomised prospective study. *J Bone Joint Surg Br*. 1996 May;78(3):391-4.

## 9. Publicacions

---

**Estudi 1:** Garcia-Oltra E, García S, Bosch J, Combalia A, Soriano A, Bori G. Clinical results and complications of a two-stage procedure in hip infection using preformed antibiotic-loaded cement spacers. Acta Orthopaedica Belgica, 2018

### [AOB] Editor Decision

Pr Luc De Smet [editor@actaorthopaedica.be]

Enviat el: divendres, 20 / octubre / 2017 19:56

Per a: BORI, GUILLEM (ICEMEQ)

A/c: Ester GARCIA-OLTRA [ester\_garcia\_oltra@hotmail.com]; GARCIA, SEBASTIAN (ICEMEQ); BOSCH, JAUME (ICMDM); COMBALIA, ANDRES (ICEMEQ); SORIANO, ALEX (ICMID)

Dr. Guillem Bori:

We have reached a decision regarding your submission to Acta Orthopaedica Belgica, "Clinical results and complications of a two-stage procedure in hip infection using preformed antibiotic-loaded cement spacers".

Our decision is to:

Accept your article for publication in the winter edition of 2018.

Congratulations.

You'll receive a pdf proof prior to publication.

Pr Luc De Smet

Orthopaedic Department. KUL. Belgium

editor@actaorthopaedica.be

Luc DE SMET and Emmanuel Audenaert

Editors Acta Orthopaedica Belgica

<http://actaorthopaedicabelgica.be>

# **Clinical results and complications of a two-stage procedure in hip infection using preformed antibiotic-loaded cement spacers**

Ester GARCIA-OLTRA <sup>1,2</sup> MD

Sebastian GARCIA <sup>2,3,6</sup> PhD

Jordi BOSCH <sup>2,4</sup> PhD

Andreu COMBALIA <sup>3,6</sup> PhD

Alex SORIANO <sup>2,5,6</sup> PhD

Guillem BORI <sup>2,3,6</sup> PhD

1. Department of Orthopaedic and Trauma Surgery, Hospital de Berga
2. Bone and Joint Infectious Diseases Unit. Hospital Clinic of Barcelona, University of Barcelona, Barcelona, Spain
3. Department of Orthopaedic and Trauma Surgery, Hospital Clinic of Barcelona, University of Barcelona, Barcelona, Spain
4. Department of Microbiology, Hospital Clinic, University of Barcelona, Barcelona, Spain
5. Department of Infectious Diseases, Hospital Clinic of Barcelona, University of Barcelona, Barcelona, Spain
6. Institut d'Investigacions Biomèdiques August Pi i Sunyer (IDIBAPS)

Full address:

**Corresponding author:**

**G.Bori**

**Department of Orthopaedic and Trauma Surgery, Hospital Clinic, University of Barcelona**

**Villarroel 170, Barcelona 08036, Spain**

**Tel: +0034 932275533 - 649531789**

**gbori@clinic.ub.es**

Ester Garcia-Oltra:

Department of Orthopaedic and Trauma Surgery, Hospital de Berga,  
Carrer Lluís Millet, 30, 08600 Berga, Spain  
[ester\\_garcia\\_oltra@hotmail.com](mailto:ester_garcia_oltra@hotmail.com)

S.Garcia:

Department of Orthopaedic and Trauma Surgery, Hospital Clinic,  
Villarroel 170, Barcelona 08036, Spain  
[sgarcia@clinic.ub.es](mailto:sgarcia@clinic.ub.es)

A.Combalia:

Department of Orthopaedic and Trauma Surgery, Hospital Clinic,  
Villarroel 170, Barcelona 08036, Spain  
[acomalia@clinic.ub.es](mailto:acomalia@clinic.ub.es)

J.Bosch

Department of Microbiology, Hospital Clinic  
Villarroel 170, Barcelona 08036, Spain  
[jbosh@clinic.ub.es](mailto:jbosh@clinic.ub.es)

A.Soriano

Department of Infectious Diseases, Hospital Clinic,  
Villarroel 170, Barcelona 08036, Spain  
[asoriano@clinic.ub.es](mailto:asoriano@clinic.ub.es)

## **Abstract**

Antibiotic-loaded cement spacers are used in two-stage hip replacement. The aim of our study was to compare our results using a Spacer-G with previous results reported in the literature. From June 2002 to April 2010, all patients treated with a two-stage revision were retrospectively reviewed. On the basis of the results of the first-stage procedure, 52 patients underwent the second stage, six developed a dislocation, in eight the spacer was maintained, and five patients developed an acute infection of the spacer or the infection was not resolved. With regard to the second-stage procedure the revision was successful in 44 patients, a re-infection developed in four patients and the definitive prosthesis presented a mechanical complication in four more. The literature results reported that 97.5% of the spacers were reimplanted, although 12.09% of them developed a dislocation. Surgeons must assess several aspects so as to avoid mechanical complications like dislocation and re-infections during the two stages of the procedure.

**Introduction**

Two-stage replacement is now the most frequently used technique for the treatment of chronic hip arthroplasty infection(12,17,28), chronic infection after osteosynthesis of proximal hip fractures(25), and sequelae of septic native arthritis(20,25). The first-stage procedure consists of the removal of the infected prosthesis, osteosynthesis or an infected femoral head, surgical debridement and implantation of a cement spacer. Several types of spacers have been reported in the literature, including static or articulating spacers which can be handmade/custom-molded/prefabricated(3,17). The hemiarthroplasty Spacer-G is a mobile, industrially preformed antibiotic-loaded spacer (InterSpace® Hip, Tecres SpA, Verona, Italy - Hexactech Inc. Gainesville, Florida, USA). Mobile hip spacers improve patients' clinical outcomes, encourage early mobilization and joint function and maintain the tissue planes intact, thus preparing the area for the second-stage procedure(3,4,17).

The aim of our study was to compare our results using a Spacer-G and previous results reported in the literature(10,11,13,15,18,21-23,25,26). We assessed (A) the infection eradication rate and (B) complications during the interim period and after reimplantation of the definitive prosthesis.

## **Materials and methods**

From June 2002 to April 2010, all patients treated with a two-stage revision at our third level teaching hospital were retrospectively reviewed. The Spacer-G, an off-the-shelf polymethylmethacrylate antibiotic-loaded preformed hip spacer, is used at our hospital to treat implant-related hip infections or septic hip arthritis.

### *Patients*

The three indications for a two-stage revision at our hospital are chronic hip arthroplasty infections, chronic infection after osteosynthesis of proximal hip fractures, or sequelae of septic native arthritis.

During the first-stage procedure, a surgical debridement is performed and the Spacer-G implanted. The inner part of the Spacer-G features a stainless steel rod, which increases mechanical resistance. The cement is pre-loaded by the manufacturer with gentamycin at a concentration of 1.9%. It is available with three different head sizes and two stem sizes, short (260 mm) and long (360 mm), which can be chosen intra-operatively. At least six samples of periprosthetic tissue were taken during surgery for microbiology (two liquid, two solid, two swabs). Systemic antibiotics (vancomycin and ceftazidime) were administered as prophylactic treatment and then oral antibiotics were prescribed according to the antibiograms performed on the culture samples. Oral antibiotic therapy lasted a minimum of six weeks. Chronic hip infection was considered in two different situations: A) the isolation of the same microorganism in two different samples and B) the presence of pus. The definitive diagnosis of infection proposed by the Musculoskeletal Infection Society in 2011 was not used because the study was performed before this definition had been published.

During the interim period, clinical symptoms of infection progressively improved in some patients and the second stage was performed; other patients presented acute infection of the spacer, or their infection was not resolved, and in others the spacer was maintained for a variety of reasons or it presented a mechanical complication such as dislocation. If the spacer presented an acute infection or if the infection was not resolved, the spacer was removed or a resection arthroplasty was performed.

The second-stage procedure (removal of the cement spacer and implantation of the definitive arthroplasty) was performed when C-reactive protein (CRP) levels were normalized and after at least two weeks without clinical symptoms of infection after discontinuation of antimicrobial therapy. Hip aspiration was not performed before the second-stage. The second-stage procedure was not performed unless the two criteria mentioned above were met. Patients who presented clinical symptoms of infection underwent debridement or resection arthroplasty.

During the second-stage procedure a minimum of six samples of periprosthetic tissue were again taken for microbiology. Systemic antibiotics (vancomycin and ceftazidime) were prescribed initially and were then maintained or discontinued depending on the microbiology results.

Furthermore, during the second-stage procedure infection was considered in the same two situations as in the first-stage. The infection was interpreted as persistent when the same microorganism was isolated in both procedures, and as a re-infection when the microorganism was different in the first and second stages. The infection was considered resolved when the inflammatory test parameters were persistently normalized and when there were no clinical symptoms of infection during follow-up after the second-stage procedure.

### *Microbiology*

The protocol for sampling in the first and second-stage procedures comprised six samples for microbiology study (two synovial fluid, two swabs and two solid tissue), as follows: liquid samples were aspirated from the operative site after arthrotomy using a sterile syringe, and were immediately inoculated into Bactec 9000 Blood Culture Systems (Becton Dickinson Diagnostic Instruments, Sparks, Maryland) and were incubated for five days. Positive flasks were subcultured in aerobic and anaerobic agar media. Swab samples were obtained by passing a sterile swab (Deltalab invasive sterile eurotube collection swab with Stuart transport medium; Rubi, Catalonia, Spain) over the area of tissue, bone, or fluid that was suspected of being infected. Solid tissue samples from the pseudocapsule, the membrane around the tissue or space, or tissue suspected to be infected were immediately placed into



a separate sterile universal bottle. Solid tissue samples and swab samples were cultured in aerobic and anaerobic agar media and in thioglycolate broth enriched with vitamin K and hemin, and were incubated for ten days. Positive cultures were sent for organism identification and sensitivity testing.

## Results

Seventy-one spacers were implanted in 67 patients from June 2002 to April 2010: 35 males and 32 females with a mean age of 70.35 years (range, 35-89 years). Clinical aspects of the patients included in the study are shown in the table I.

The mean follow up was 57.20 months (range 13-97 months). The reasons for implantation were chronic total hip arthroplasty infection in 57 cases (80.28%), chronic infection of hemiarthroplasty in eleven (15.49%), chronic infection after osteosynthesis of proximal hip fractures in two cases (2.81%), and sequelae of septic native arthritis in one (1.41%).

In view of the results after the first-stage procedure (Table II), 52 patients (73.24%) underwent the second stage, six patients (8.45%) developed a dislocation (Table III), in eight (11.27%) the spacer was maintained (Table IV), and five patients (7.04%) developed an acute infection of the spacer or the infection was not resolved after the first-stage procedure (Table V). Four resection arthroplasties were performed in patients with a dislocation of the spacer while in one patient the cement spacer was removed and the definitive arthroplasty was implanted, and in one other case the spacer was retained because the patient was deemed to be medically unfit. Of the eight patients in whom the spacer was initially maintained a resection arthroplasty was performed in two. Two resection arthroplasties were performed in patients who developed an infection of the spacer during the interim period, and in three patients the spacer was removed and another was implanted. With regard to the results after the second-stage procedure the revision was successful in 44 patients (61.97%), a re-infection developed in four, and in four more the definitive prosthesis developed a mechanical complication (Table VI). The mean time between the first and second-stage procedure was 5.12 months (1-16 months). The microorganisms responsible for the re-infection are shown in table VI.

## Discussion

In this study, the infection eradication rate using two-stage replacement with a prefabricated spacer was 61.97%. Pignatti et al (23), Pattyn et al (22) and Gil et al (15) all reported better eradication rates with the same type of spacer, with persistent infection or re-infection rates of 9/41, 2/61 and 5/35 patients respectively (15,22,23). The success rate using this type of prefabricated spacer ranges from 70-95% (15,21-23,25,26). The eradication rates reported by Biring et al(6) and Hsieh et al(16), using the Prostalac system or handmade were better than ours. Therefore, prefabricated spacers do not appear to perform better than Prostalac or handmade ones in terms of healing the hip infection. On the other hand, the infection eradication rate of 61.97% with two-stage revision appears low when compared with the reports of success rates of around 90% (17). Some revisions only consider patients who have completed the second-procedure, but if the success rate is calculated taking into account patients who initiated a two-stage revision (but did not complete it) it would be lower. Recently, Berend et al (5) reported an overall success rate with two-stage revision of 90%, although this rate refers to patients who had undergone the second procedure rather than all the patients who had initiated the two-stage revision. Including all patients who initiated two-stage revision, the success rate would be 81.3% and might even fall to 76% if mortality is included in this overall success rate (5).

The Spacer-G helps to shorten mean hospital stay, improves joint function, encourages early mobilization with partial weight bearing, and maintains leg length and tissue planes to prepare the surgical area for second-stage reimplantation (26). The possible mechanical complications of articulating spacers reported in the literature are dislocation, fracture of the spacer stem, perispacer fracture and acetabular bone erosion (4,17) (Table VII). Of these, dislocation is the most common and serious and has an overall reported rate of around 12.09% (table VII). In our study, the dislocation rate was 8.45%, better than the rates reported by Pattyn et al (22) and Romano et al (26). Patients with dislocations presented a poorer clinical outcome than those without. In four out of six dislocations a resection arthroplasty had to be performed (7). Nevertheless, the clinical success rates reported by Romano et al (26), and Pattyn et al (22) after dislocation of the spacer were better

than ours. In those studies, patients with a dislocation of the spacer were not reoperated; they walked with crutches in order to keep weight bearing to a minimum and later, when inflammatory test parameters were normalized and in the absence of any clinical infection symptomatology, they received the definitive prosthesis (26,22). After this study, this procedure was successfully implemented at our third level teaching hospital.

The causes of spacer dislocation have been described in the literature(1,4). It may occur if the patient is not compliant or cannot tolerate partial weight bearing of the operated extremity, if there is muscular insufficiency, if the spacer is insufficiently fixated onto the proximal femur, if the spacer head is too small, or if large acetabulum bone defects do not allow for a normal spacer articulation. In our previous study(7), although these factors were not statistically relevant, in some circumstances their presence was enough to produce dislocation of the spacer (7). Recently, Romano et al(26) and Anagnostakos et al(2) reported another potential etiological factor for dislocation of the spacer: a decrease in the horizontal offset of the hip. In our series, some patients with decreased femoral offset developed spacer dislocation. This is one of the potential drawbacks of the Spacer-G, as it has a fixed horizontal offset, which may be lower than the anatomy of patient requires and cannot be modified. The horizontal femoral offset of the Spacer-G increases progressively according to the head diameter and femoral size. Although Anagnostakos et al(2) has described how to adjust the horizontal offset of the spacer, this methodology is only useful for handmade spacers and not for prefabricated spacers such as the Spacer-G.

We did not observe any fractures in the stem of the spacer, thanks to its metal endoskeleton. This complication has been reported in spacers without a metal endoskeleton(1,17) though only very rarely (0.004%) in the literature reviewed (Table VII). The fracture of the metal endoskeleton of prefabricated spacers like the Spacer-G has been reported when they have been used as a definitive prosthesis over a period of many years(24).

Perispacer fracture is another mechanical complication that we did not observe. This complication is extremely uncommon (0.025%) (Table VII), and so its management is not standardized. Pattyn et al(22) reported seven perispacer

fractures, although most of them occurred during the implant removal and were not related to the use of a cement spacer(22). Treatment was not performed immediately and was usually managed during the second-stage procedure, using modular revision stems and cable wires. Neumann et al(21) described two perispacer fractures which required a revision surgery with open reduction and internal fixation without removal of the spacer, and later both cases underwent a successful second-stage procedure(21).

Acetabular bone erosion was observed in patients in whom the spacer was maintained for a long period of time (more than one year), that is, when the spacer was used as a definitive prosthesis(14). This is because the Spacer-G was not designed with this aim in mind. This could be one of the most important differences between partial and total mobile spacers. Although partial articulating spacers achieve successful infection eradication rates and improve joint function during the interim period, when they are used as a definitive prosthesis the functional result may be poor due to acetabular bone erosion or fracture of the spacer(14,24). Nevertheless, when total articulating spacers are used as a definitive prosthesis the functional results may be satisfactory (8). Choi et al(8) reported good functional results in patients in whom the total mobile spacer was maintained unexpectedly.

In 73.24% of patients, infection resolved after the first-stage procedure, during which a definitive prosthesis was implanted. Eight patients developed complications after the second-stage procedure (four re-infections and four mechanical complications). Therefore, we could say the success rate after second-stage revision in our study was 61.97%, a rate similar to the one reported by Choi et al(9). The success rate after second stage replacement reported by Sanchez-Sotelo et al(26), based on the reinfection rate after first-stage procedure, mortality and the mechanical complications, was 75% at ten-year follow up. Therefore, surgeons should place emphasis on the second stage in order to avoid reinfection and mechanical failure during follow-up. Sanchez-Sotelo et al(27) concluded that even though two-stage reimplantation was associated with a high rate of early success in the treatment of deep infection after total hip arthroplasty, it was also associated with a modest rate of recurrent infection or mechanical failure(27). The two most frequent complications after second-stage replacement were re-infection and

dislocation (table VIII). For this reason, correct antibiotic prophylaxis is extremely important during the second-stage procedure in order to prevent re-infection. Tissue samples should also be taken once again in order to identify a re-infection or persistent infection(19).

The main limitation of the present study is its retrospective design. The second limitation is that the antibiotic therapies and organism resistances are not listed, because the study focused on the mechanical complications of the Spacer-G such as dislocation, fracture of the spacer stem, perispacer fracture and acetabular bone erosion.

In conclusion, the two-stage revision surgery using the Spacer-G is not a minor surgery. Surgeons must assess a range of variables such as antibiotic prophylaxis, extensive debridement, oral antibiotic therapy according to the microbiology results and correct mechanical reconstruction. Mechanical complications like dislocation and re-infection may pose serious problems for patients during either the first or the second stage of the procedure.

## Reference list

1. Anagnostakos K, Jung J, Schmid NV, Schmitt E, Kelm J. Mechanical complications and reconstruction strategies at the site of hip spacer implantation. *Int J Med Sci* 2009;6(5):274-9.
2. Anagnostakos K, Lorbach O, Orth P, Koch K. A simple technique for adjustment of the femoral offset at the site of hip spacer implantation. *J Surg Tech Case Rep* 2013;5(1):18-20.
3. Anagnostakos K, Fürst O, Kelm J. Antibiotic-impregnated PMMA hip spacers: Current status. *Acta Orthop* 2006;77(4):628-37.
4. Barreira P, Leite P, Neves P, Soares D, Sousa R. Preventing mechanical complications of hip spacer implantation: technical tips and pearls. *Acta Orthop Belg.* 2015;81(2):344-8.
5. Berend KR, Lombardi AV, Morris MJ, et al. Two-stage treatment of hip periprosthetic joint infection is associated with a high rate of infection control but high mortality. *Clin Orthop Relat Res* 2013;471(2):510-8.
6. Biring GS, Kostamo T, Garbuz DS, Masri BA, Duncan CP. Two-stage revision arthroplasty of the hip for infection using an interim articulated Prostalac hip spacer: a 10- to 15-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Br* 2009;91(11):1431-7.
7. Bori G, García-Oltra E, Soriano A, et al. Dislocation of Preformed Antibiotic-Loaded Cement Spacers (Spacer-G): Etiological Factors and Clinical Prognosis. *J Arthroplasty* 2014;29(5):883-8.
8. Choi HR, Freiberg AA, Malchau H, Rubash HE, Kwon YM. The fate of unplanned retention of prosthetic articulating spacers for infected total hip and total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2014;29(4):690-3.
9. Choi HR, Kwon YM, Freiberg AA, Malchau H. Comparison of One-Stage Revision With Antibiotic Cement Versus Two-Stage Revision Results for Infected Total Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty* 2013;28(8Suppl):66-70.
10. D'Angelo F, Negri L, Binda T, Zatti G, Cherubino P. The use of a preformed spacer in two-stage revision of infected hip arthroplasties. *Musculoskelet Surg* 2011;95:115-20.
11. D'Angelo F, Negri L, Zatti G GF. Two-stage revision surgery to treat an infected hip implant. A comparison between a custom-made spacer and a pre-formed one. *Chir Organi Mov* 2005;90(3):271-9.

12. Della Valle CJ, Bogner E, Desai P, et al. Analysis of Frozen Sections of Intraoperative Specimens Obtained at the Time of Reoperation After Hip or Knee Resection Arthroplasty for the Treatment of Infection. *J Bone Joint Surg Am* 1999;81(5):684-9.
13. Degen RM, Davey JR, Davey JR, et al. Does a prefabricated gentamicin-impregnated, load-bearing spacer control periprosthetic hip infection? *Clin Orthop Relat Res* 2012;470(10):2724-9.
14. García-Oltra E, Bori G, Tomas X, et al. Radiological evaluation of acetabular erosion after antibiotic-impregnated polymethylmethacrylate spacer (Spacer-G). *J Arthroplasty* 2013;28(6):1021-4.
15. Gil S, Marqués F, Rigol P, et al. Two-stage revision of hip prosthesis infection using a hip spacer with stabilising proximal cementation. *Hip Int* 2010;20 Suppl 7:S128-34.
16. Hsieh PH, Shih CH, Chang YH, et al. Two-stage revision hip arthroplasty for infection: comparison between the interim use of antibiotic-loaded cement beads and a spacer prosthesis. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86-A(9):1989-97.
17. Jacobs C, Christensen CP, Berend ME. Static and mobile antibiotic-impregnated cement spacers for the management of prosthetic joint infection. *J Am Acad Orthop Surg* 2009;17(6):356-68.
18. Magnan B, Regis D, Biscaglia R, Bartolozzi P. Preformed acrylic bone cement spacer loaded with antibiotics: use of two-stage procedure in 10 patients because of infected hips after total replacement. *Acta Orthop Scand* 2001;72(6):591-4.
19. Muñoz-Mahamud E, Soriano A, Combalia A, et al. Comparison of bacterial results from conventional cultures of the periprosthetic membrane and the synovial or pseudocapsule during hip revision arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg* 2014;134(4):577-83.
20. Muñoz-Mahamud E, Casanova L, Font L, Fernández-Valencia JA, Bori G. Septic arthritis of the hip caused by nontyphi Salmonella after urinary tract infection. *Am J Emerg Med* 2009;27(3):373.e5-373.e8.
21. Neumann DR, Hofstaedter T, List C, Dorn U. Two-Stage Cementless Revision of Late Total Hip Arthroplasty Infection Using a Premanufactured Spacer. *J Arthroplasty* 2012;27(7):1397-401.
22. Pattyn C, De Geest T, Ackerman P, Audenaert E. Preformed gentamicin spacers in two-stage revision hip arthroplasty: functional results and complications. *Int Orthop* 2011;35(10):1471-6.



23. Pignatti G, Nitta S, Rani N, et al. Two stage hip revision in periprosthetic infection: results of 41 cases. *Open Orthop J* 2010;4:193-200.
24. Regis D, Sandri A, Magnan B, Bartolozzi P. Six-year follow-up of a preformed spacer for the management of chronically infected total hip arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg* 2010;130:1111-5.
25. Romanò CL, Romanò D, Meani E, Logoluso N, Drago L. Two-stage revision surgery with preformed spacers and cementless implants for septic hip arthritis: a prospective, non-randomized cohort study. *BMC Infect Dis* 2011;11(1):129.
26. Romanò CL, Romanò D, Albisetti A, Meani E. Preformed antibiotic-loaded cement spacers for two-stage revision of infected total hip arthroplasty. Long-term results. *Hip Int* 2012;22 Suppl 8:S46-53.
27. Sanchez-Sotelo J, Berry D, Hanssen AD, Cabanaela ME. Midterm to long-term followup of staged reimplantation for infected hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2009;467(1):219-24.
28. Younger AS, Duncan CP, Masri BA, McGraw RW. The outcome of two-stage arthroplasty using a custom-made interval spacer to treat the infected hip. *J Arthroplasty* 1997;12(6):615-23.

**Table I:** Clinical aspects of patients included in the study.

Age in years (range)	70.35 (35 - 89)						
Previous implant (N)	Hemiarthroplasty (11)	Total hip arthroplasty (57)			Others* (3)		
Longevity implant in months (range)	40.38 (1 - 154)						
CRP in mg/dL (range)	5,68 (1,2 - 36)						
ESR in mm/h (range)	58,77 (35 - 130)						
Positive intraoperative histology (%)	91,78						
Microbiology (N)	CNS 23	<i>Enterococcus</i> spp 5	<i>Staphylococcus</i> <i>aureus</i> 6	<i>Pseudomonas</i> <i>aeruginosa</i> 6	<i>Escherichia</i> <i>coli</i> 8	Negative 10	Others** 15

\* Osteosynthesis of proximal hip fractures or chronic septic arthritis.

\*\* *Peptococcus* spp, *Propionibacterium acnes*, *Corynebacterium* spp, *Serratia* spp, *Salmonella* spp, *Candida albicans*.  
PCR, C-Reactive protein, ESR, erythrocyte sedimentation rate. CNS, Coagulase-negative staphylococci,

Table II: Clinical evolution after first-stage revision

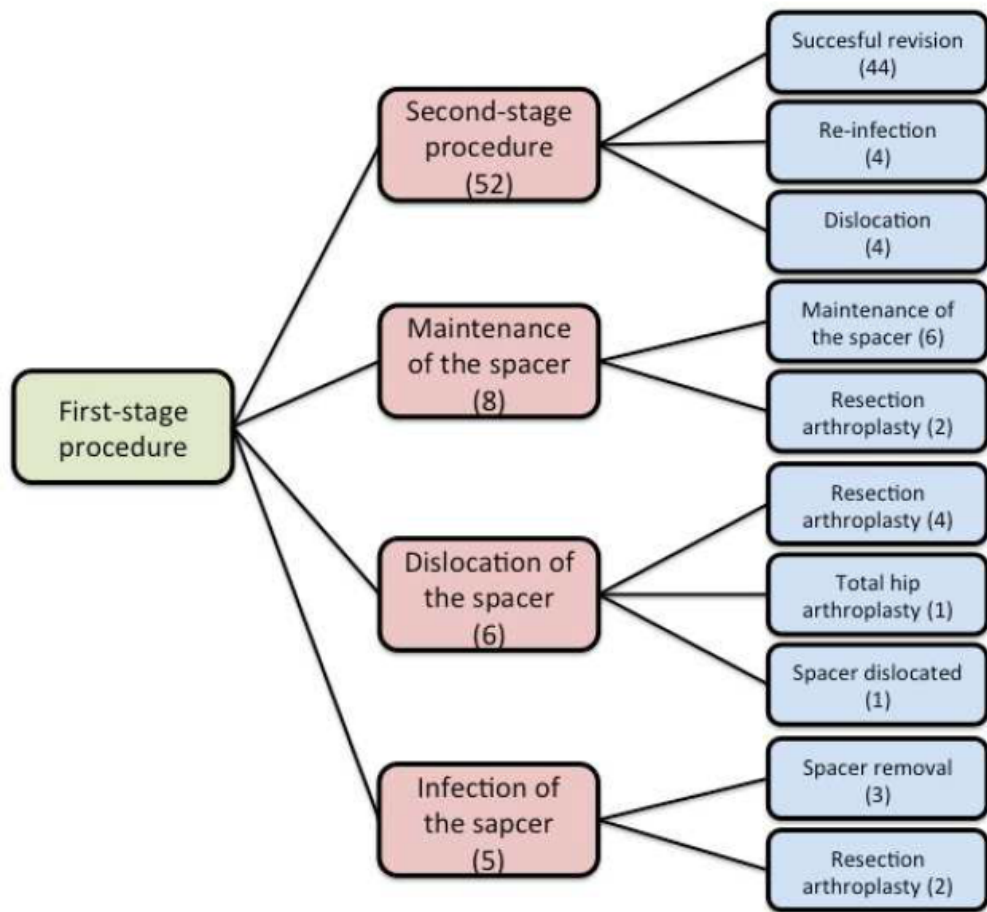


Table III.- Patients that developed spacer dislocation.

Number of patient	Previous arthroplasty dislocation	Cause of spacer dislocation (*)	Surgery in the interim period (**)	Head spacer	Stem spacer	Cultures in the first stage (***)	Cultures during surgery in the interim period (***)	Cultures in the second stage	Final situation (****)	Follow-up (months)
1	Yes	IIIA defect	D + RA	54	Long	CNS	Negatives	-	RA	84
2	No	MI	No	54	Long	CNS	-	Negatives	THA	72
3	No	MI	D + RA	60	Long	Enterococcus sp.	A. baumannii	-	RA	6 (Death)
4	No	IIIB defect	D + RA / D / D	60	Long	Negatives	CNS, C. tropicalis, CNS	-	RA	30
5	Yes	MI	D + RA	46	Long	E. coli, P.aeruginosa	CNS, Enterococcus	-	RA	2 (Death)
6	No	SIFIF	D + RA	46	Short	MRSA	CNS	-	RA	29

(\*): IIIA and IIIB defect (using Paprosky classification), MI: muscular insufficiency, SIFIF: spacer insufficient fixation into femur

(\*\*): D: debridement, RA: resection arthroplasty

(\*\*\*): CNS: coagulase-negative staphylococci, E. Coli: *Escherichia coli*, P. aeruginosa: *Pseudomonas aeruginosa*, MRSA: *Methicillin-resistant staphylococcus aureus*, A. baumannii: *Acinetobacter baumannii*, C. tropicalis: *Candida tropicalis*

(\*\*\*\*): RA: resection arthroplasty, THA: total hip arthroplasty

17

Table IV.- Patients that the spacer was maintained

Number of patient	ASA	Head spacer	Stem spacer	Cultures in the first stage (*)	Surgery in the interim period (**)	Cultures during surgery in the interim period	Final situation (***)	Follow-up (months)
1	III	46	Short	P.mirabilis, E. coli, Enterococcus	No	-	S	25 (Death)
2	III	46	Long	SA	No	-	S	18
3	III	60	Long	CNS, S.pneumoniae	No	-	S	46 (Death)
4	III	46	Long	SA, P. aeruginosa	No	-	S	11 (Death)
5	III	54	Long	CNS, P. aeruginosa	No	-	S	6 (Death)
6	III	54	Short	Corynebacterium	No	-	S	41
7	III	54	Short	CNS, C. albicans	RA	C. albicans	RA	26 (Death)
8	III	54	Long	CNS, P. aeruginosa	SR / RA	C. albicans	RA	24

(\*): P. mirabilis: *Proteus mirabilis*, E. Coli: *Escherichia coli*, SA: *Staphylococcus aureus*, CNS: coagulase-negative staphylococci, pneumoniae: *Streptococcus pneumoniae*, P. aeruginosa: *Pseudomonas aeruginosa*, C. albicans: *Candida albicans*.

(\*\*): SR: spacer removal, RA: resection arthroplasty

(\*\*\*): RA: resection arthroplasty, S: spacer

S.

18

**Table V.-** Patients that developed an acute infection of the spacer or infection was not solved during interim period

Number of patient	ASA	Head spacer	Stem spacer	Cultures in the first stage (*)	Surgery in the interim period (**)	Cultures during surgery in the interim period (***)	Final situation (****)	Follow-up (months)
1	III	46	Short	CNS, C. albicans	RA	CNS	RA	0 (Death, 20 days)
2	II	54	Long	CNS	RA	Negative	RA	60
3	II	46	Short	MRSA	SR	CNS, C. albicans	THA	62
4	III	54	Long	E. coli, P. acnes	SR	S. maltophilia	THA	37
5	II	46	Short	CNS	SR	E. coli, K. pneumoniae, CNS	S	11 (Death)

(\*): CNS: coagulase-negative staphylococci, C. albicans: *Candida albicans*,

MRSA: *Methicillin-resistant staphylococcus aureus*, E. coli: *Escherichia coli*, P. acnes: *Propionibacterium acnes*

(\*\*): RA: resection arthroplasty, SR: spacer removal

(\*\*\*): S. maltophilia: *Stenotrophomonas maltophilia*, K. pneumoniae: *Klebsiella pneumoniae*

(\*\*\*\*): RA: resection arthroplasty, THA: total hip arthroplasty, S: spacer

19

**Table VI.-** Complications after the second stage (Re-infections and dislocations).

Number of patient	Complication after second stage	ASA	Head spacer	Stem spacer	Cultures in the first stage (*)	Cultures in the second stage	Surgery after second stage (**)	Cultures of complication in the second stage (***)	Final situation (****)	Follow-up (months)
1	Re-infection	II	46	Short	MRSA	ECN, Candida albicans	D	ECN, C. albicans E. faecium	THA	62
2	Re-infection	III	54	Long	SA	CNS	RA / D	Candida tropicalis / K. pneumoniae ECN E. faecalis	RA	30 (Death)
3	Re-infection	II	46	Long	CNS	Escherichia coli	D / D / R2S	Negative / E. cloacae / K. pneumoniae	THA	37
4	Re-infection	III	60	Long	CNS	CNS	D / R2S	SA / E. faecalis	RA	19
5	Dislocation	II	54	Long	CNS	Negative	CLRe / CR + SR	Negative	THA	12 (Death)
6	Dislocation	II	54	Long	CNS	Negative	CR	Negative	THA	41
7	Dislocation	II	46	Long	SA, CNS	Negative	CIRe	-	THA	47
8	Dislocation	I	46	Long	SA	Negative	CR	Negative	THA	12

(\*): MRSA: *Methicillin-resistant staphylococcus aureus*, SA: *Staphylococcus aureus*, CNS: coagulase-negative staphylococci

(\*\*): D: debridement, RA: resection arthroplasty, CR: cup revision, SR: stem revision, CIRe: closed reduction, R2S: repeat second stage replacement

(\*\*\*): C. albicans: *Candida albicans*, E. faecium: *Enterococcus faecium*, E. faecalis: *Enterococcus faecalis*, E. cloacae: *Enterobacter cloacae*, K. pneumoniae: *Klebsiella pneumoniae*

(\*\*\*\*): THA: total hip arthroplasty, RA: resection arthroplasty

20

**Table VII.** Results after first-stage procedure using Spacer-G.

Author	Number of hips	Infection cured	Debridement and spacer new reimplanted	Resection arthroplasty	Maintain Spacer	Death	Dislocation	Fracture of the spacer	Perispace fracture
Magnan et al 2001	10	8	-	2	-	-	1	-	-
Minelli et al 2004	20	17	-	3	-	-	-	-	-
D'Angelo et al 2005	12	11	-	1	-	-	1	-	-
Regis et al 2009	1	0	-	-	1	-	-	1	-
Gil et al 2010	35	35	-	-	-	-	7	-	-
Pignatti et al 2010	41*	40	9	1	-	-	2	1	-
D'Angelo et al 2011	28	27	-	1	-	-	3	-	-
Pattyn et al 2011	61	61	6	-	-	-	10	-	7
Romano** et al 2011	20	20	-	-	-	-	2	-	-
Neumann et al 2012	44	42	-	-	-	2	3	-	3
Romano et al 2012	183	183	3	-	-	-	30	-	-
Degen et al 2012	33	32	2	-	1	-	-	-	-
Total	488	476	20	8	2	2	59	2	10

(\*): Spacer G was not implanted in 5 hips.

(\*\*): Spacer implanted after septic arthritis or after osteosynthesis.

21

**Table VIII.** Results after second-stage procedure using Spacer-G.

Author	Number of hips	Reimplanted	Re-infection *	Persistent infection**	Dislocation	Aseptic loosening	Periprosthetic fracture	Other ***	Death	Patients lost during follow-up
Magnan et al 2001	10	8	-	-	-	-	-	-	-	-
Minelli et al 2004	20	17	-	-	-	-	-	-	-	-
D'Angelo et al 2005	12	11	-	-	-	-	-	-	-	-
Regis et al 2009	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Gil et al 2010	35	35	3	4	0	-	2	-	3	-
Pignatti et al 2010	41****	40	-	-	2	2	-	1	-	-
D'Angelo et al 2011	28	27	-	-	-	-	-	-	-	-
Pattyn et al 2011	61	61	2	-	2	-	-	1	-	-
Romano** et al 2011	20	20	-	1*****	-	1*****	-	-	1	-
Neumann et al 2012	44	42	1	-	1	1	-	-	-	-
Romano et al 2012	183	183	-	10	4	4	-	-	10	11
Degen 2012	33	32	2	-	1	-	-	-	-	-
Total	488	476	8	15	10	8	2	2	14	11

(\*): Re-infection: different microorganism isolated from the first to the second-stage procedure.

(\*\*): Persistent infection: the same microorganism was isolated in both procedures.

(\*\*\*): Other: other surgical complications.

(\*\*\*\*): Spacer-G was not implanted in 5 hips.

(\*\*\*\*\*): The same patient.

22



**Estudi 2:** Bori G, Garcia-Oltra E, Soriano A, Rios J, Gallart X, García S. Dislocation of preformed antibiotic-loaded cement spacers (Spacer-G®): etiological factors and clinical prognosis. *J. Arthroplasty*, 2014; 29:883-888

The Journal of Arthroplasty 29 (2014) 883–888



Contents lists available at ScienceDirect

The Journal of Arthroplasty

journal homepage: [www.arthroplastyjournal.org](http://www.arthroplastyjournal.org)



## Dislocation of Preformed Antibiotic-Loaded Cement Spacers (Spacer-G): Etiological Factors and Clinical Prognosis

Guillem Bori, PhD<sup>a</sup>, Ester García-Oltra, MD<sup>a</sup>, Alex Soriano, PhD<sup>b</sup>, José Rios, PhD<sup>c</sup>, Xavier Gallart, PhD<sup>a</sup>, Sebastian Garcia, PhD<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Department of Orthopaedic Surgery, Hospital Clinic, University of Barcelona, Barcelona, Spain

<sup>b</sup> Department of Infectious Diseases, Hospital Clinic, University of Barcelona, Barcelona, Spain

<sup>c</sup> Laboratory of Biostatistics and Epidemiology, Autonomus University of Barcelona, Biostatistics and Data Management Platform, IDIBAPS, Hospital Clinic, University of Barcelona, Barcelona, Spain

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 19 June 2013

Accepted 14 October 2013

#### Keywords:

hip  
spacer  
infection  
dislocation

### ABSTRACT

This study assesses the factors associated with the dislocation of the Spacer-G and its clinical prognosis. Seventy-four spacers were reviewed. Acetabular bone defects, proximal femoral cementation of the spacer and its relationship to the size of the head spacer were not associated with dislocation. The only variable that it was possible to associate with dislocation was when the previous stem, prior to the spacer placement, was a cemented stem. In patients who experienced a dislocation, infection was not cured during the interim period more frequently than patients who had not experienced a dislocation ( $P = 0.001$ ) and the final clinical hip evaluation was also worse ( $P < 0.001$ ). The study concludes that the surgeon should assess different surgical aspects in order to avoid mechanical complications such as dislocation and its consequences.

© 2014 Elsevier Inc. All rights reserved.

Two-stage arthroplasty has become the most frequently used technique for the treatment of chronic hip arthroplasty infections [1,2], chronic infection after osteosynthesis of proximal hip fractures [3] or chronic septic arthritis [3,4]. The first-stage procedure consists in removing the infected prosthesis, surgical debridement and implantation of a cement spacer. The different types of spacers that have been described in the literature, such as static or articulated spacers, can be handmade/custom-molded/prefabricated [5]. Mobile hip spacers improve patients' clinical outcomes and encourage early mobilization and joint function while keeping the tissue planes intact, which also makes the area more suitable for the second-stage procedure [5].

The potential mechanical complications related to articulated spacers are as follows: dislocation, fracture of the spacer stem and perispacer fracture. The overall reported rate of dislocation in mobile spacers is approximately 7% [5]; however, with the Spacer-G (Tecres S. pA, Sommacompagna, Verona, Italy) it ranges from 0 to 22% [6–16], which would indicate that it is one of the most common issues during the interim period (the time between the first-stage procedure and second-stage procedure). The correct management of this complication could influence the final clinical outcomes of a patient.

Spacer dislocations have been associated with different factors [17] such as follows: the patient not being compliant with the surgeon's

postoperative instructions, partial weight bearing of the operated extremity cannot be tolerated, a muscular insufficiency is present, the spacer is insufficiently fixated onto the proximal femur and the size of the spacer head is too small or large bone defects of the acetabulum are present, which, as a result, does not allow for normal spacer articulation. Although all of these factors are associated with dislocation, no specific study of these factors can be found in the literature.

The aim of our study was to assess: (A) the factors associated with dislocation of the pre-fabricated impregnated polymethylmethacrylate Spacer-G and (B) its clinical prognosis.

### Materials and Methods

We have retrospectively reviewed all the patients with hip infections who were treated in our third level educational hospital from 2000 to 2011. The three indicators that determine the placement of a Spacer-G in our hospital are as follows: chronic hip arthroplasty infection, chronic infection after osteosynthesis of proximal hip fractures or chronic septic arthritis.

During the first-stage procedure (surgical debridement and implantation of the spacer) a minimum of six samples of periprosthetic tissue were taken for microbiology (two liquid, two solid, and two swabs). A broad-spectrum intravenous antimicrobial regimen (vancomycin and ceftazidime) was administered as a prophylactic treatment and maintained until definitive microbiological results were obtained. The definitive oral antibiotic treatment was then selected according to the antibiogram. In each case, the corresponding

The Conflict of Interest statement associated with this article can be found at <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2013.10.014>.

Reprint requests: Guillem Bori, PhD, Department of Orthopedic Surgery C/Villarroel 170, 08036 Barcelona, Spain.

0883-5403/2905-0005\$36.00/0 – see front matter © 2014 Elsevier Inc. All rights reserved.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2013.10.014>



antibiotic was prescribed according to the antibiograms performed on the culture samples. Oral antibiotic therapy lasted a minimum of 6 weeks. During the interim period patients who had the cement spacer were allowed to perform partial weight bearing and to walk with crutches. The second-stage procedure (removal of the cement spacer and implantation of the definitive arthroplasty) was performed when the laboratory assessments of the inflammatory marker (C-reactive protein [CRP]) were normalized and when clinical symptoms of infection were absent for at least 2 weeks after discontinuation of antimicrobial therapy.

A retrospective review of all of the medical histories of the patients included in the study was carried out. The variables gathered were as follows: age, gender, the reason why the spacer was placed, the type of implant that was in place prior to the placement of the spacer, microorganism that caused the infection, size of the Spacer-G (it is currently available in two stem sizes (short and long) and three head diameters: 46, 54 and 60 mm) and the variables related to surgical technique (use of a proximal cementation spacer in order to avoid rotation and extended trochanteric osteotomy to remove the prosthesis or osteosynthesis material). The acetabular and femoral bone defects were recorded after the implantation of the spacer was performed using the Paprosky classification system [18]. The acetabular and femoral bone defects were assessed by two staff members of the Hip Unit (X.G., G.B.). Moreover, it was assessed whether the hip had suffered from a prior dislocation and the relationship between the size of the head spacer and the original acetabulum. We also analyzed whether the infection was cured during the interim period. An infection was considered to be cured in the interim period according to two criteria: (A) when the second-stage procedure was performed due to the fact that the inflammatory test parameters were persistently normalized and there was an absence of any clinical infection symptomatology for at least 2 weeks after discontinuation of antimicrobial therapy or (B) when the second-stage was not performed because patients were deemed to be medically unfit or refused to undergo the surgery despite the fact that inflammatory test parameters were normalized and there was adequate surgical scar healing along with the absence of any clinical sign of infection. An infection was not considered to be cured in the interim period according to three criteria: (A) persistent elevation of inflammatory test parameters as well as the existence of some clinical symptoms of wound infection (wound is not healing, drainage, erythema or increased pain), (B) when it was necessary to perform a debridement, a resection arthroplasty or implant another hip cement spacer after the first-stage procedure because of persistent clinical signs of infection or (C) when patients had suffered from a mechanical complication like a spacer dislocation and cultures were positive during the reoperation. Furthermore, a final clinical hip evaluation was carried out according to the following criteria: (A) a total hip arthroplasty was implanted, (B) a resection arthroplasty was performed, or (C) the spacer was retained due to the fact that patients were deemed to be medically unfit or they refused to allow the placement of a hip prosthesis.

According to the isolated microorganisms that were found, patients were categorized into four different groups: (A) coagulase-negative staphylococci infection (CoNS), (B) *Staphylococcus aureus* (SA) or methicillin acid alcohol-resistant *Staphylococcus* (MRSA) infection, (C) Gram-negative bacillus (GNB) infection and (D) patients for which the type of microorganism that was isolated was different from the other three groups. Patients with a polymicrobial infection were categorized into the corresponding groups. The acetabulum could have been previously occupied by: (A) a non-cemented cup, (B) a cemented cup, or (C) the head of a hemiarthroplasty. The proximal femur could have been previously occupied by the following: (A) a cemented stem or (B) a non-cemented stem. In order to determine the relationship between the size of the spacer's head and the size of the original acetabulum, the size of the spacer's head (46, 54 and 60 mm)

was divided by the measurement of the original acetabulum. The original acetabulum measurement depended on whether the patient had undergone a total hip arthroplasty, hemiarthroplasty or whether the femoral head had been preserved. If the patient had undergone a total hip arthroplasty it was assumed that the size of the original acetabulum was the size of the cup of the arthroplasty whereas, if the patient had undergone a hemiarthroplasty, it was assumed that the size of the original acetabulum was the size of the cup of the hemiarthroplasty. When the femoral head was preserved it was assumed that size of the original acetabulum was the same as the head of the spacer that had been placed.

The descriptive study of patients with a spacer dislocation was carried out taking into account their medical history and the causes of dislocation as described by Anagnostakos et al [17].

#### Statistical Analysis

All results are described using mean with standard deviation (SD) along with median and the 25th and 75th percentiles (P25th; P75th) for quantitative variables and absolute frequencies and percentages for qualitative variables. Inferential analyses were performed using the Fisher's exact test for qualitative variables and Mann-Whitney *U* test for quantitative or ordinal variables. Due to the characteristics of this study, an adjustment was not made for multiplicity. All analyses were carried out using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) v. 18 for Windows and statistical significance was established at a two-sided *P*-value of 0.05.

#### Results

A total of 74 spacers were implanted in 69 patients, 36 males and 33 females with a mean age of 70.08 years old (ranging from 35 to 89 years old), during the period selected for the study. The mean follow-up time was 53.18 months (ranging from 20 to 115 months). There were eight dislocations in 7 patients (1 patient had a bilateral dislocation); therefore there were 66 non-dislocated spacers.

The reasons for the implantation of the spacers were as follows: chronic total hip arthroplasty infection in 58 cases (78.38%), chronic infection of hemiarthroplasty in 12 cases (16.22%), chronic infection after osteosynthesis of proximal hip fractures in 2 cases (2.70%), a chronic septic arthritis in 1 case (1.35%) and an infected resection arthroplasty in 1 case (1.35%). Table 1 shows the relationship between the variables gathered on the dislocated spacers and the non-dislocated spacers.

During the interim period infection was cured in 53 cases, whereas 21 cases were not cured in the same period of time (Table 2). Fifty-five patients underwent reimplantation. The mean time from the first to the second-stage procedure was 5.35 months (ranging from 1.5 to 24 months). Resection arthroplasty was performed in 9 cases and in 10 cases the spacer was retained because patients were deemed to be medically unfit or refused the second-stage procedure (Table 2).

A descriptive study of each of the eight dislocated spacers was carried out. Table 3 shows the summary of the dislocated spacers which includes the following: cause of spacer dislocation as analyzed by the hip surgeons (G.B., X.G.) according to the criteria described by Anagnostakos et al [17], number of debridements performed during the interim period and final clinical hip evaluation and follow-up.

#### Discussion

Dislocation is the most frequent mechanical complication with cement spacers and it is an essential factor in the final clinical hip evaluation of the patient. Jacobs et al [5] described that an articulating total hip spacer, such as Prostalac, may have a lower rate of dislocation in comparison to hemi-spacers. The rate of dislocation for the articulating total hip spacer described by Jacobs et al [5] was 6.2%,

**Table 1**  
Relationship Between Variables Gathered From Patients With Spacer.

		Dislocation		P-value
		No (n = 66)	Yes (n = 8)	
Age (years)		70 (12)	70 (12)	0.854 <sup>a</sup>
Acetabulum bone defect <sup>*</sup>	I	72 (63; 79)	71 (59; 80)	0.742 <sup>a</sup>
	I IA	18 (27.3%)	3 (37.5%)	
	I IB	7 (10.6%)	0 (0%)	
	I IC	13 (19.7%)	3 (37.5%)	
	I IIA	16 (24.2%)	0 (0%)	
Femoral bone defect	I IIA	9 (13.6%)	1 (12.5%)	0.467 <sup>a</sup>
	I IIB	3 (4.5%)	1 (12.5%)	
	I I	9 (13.6%)	0 (0%)	
	I II	38 (57.6%)	5 (62.5%)	
Extended throchanteric osteotomy	I IIA	17 (25.8%)	3 (37.5%)	0.673 <sup>b</sup>
	I IIB	2 (3%)	0 (0%)	
	No	50 (75.8%)	7 (87.5%)	
Diameter spacer head	Yes	16 (24.2%)	1 (12.5%)	0.452 <sup>a</sup>
	46	18 (27.3%)	4 (50%)	
	54	36 (54.5%)	2 (25%)	
	60	12 (18.2%)	2 (25%)	
Size of the spacer	Short	23 (34.8%)	2 (25%)	0.709 <sup>b</sup>
	Long	43 (65.2%)	6 (75%)	
Proximal cementation	No	58 (87.9%)	6 (75%)	0.294 <sup>b</sup>
	Yes	8 (12.1%)	2 (25%)	
Type of previous acetabular cup <sup>**</sup>	Uncemented	38 (60.3%)	3 (42.9%)	0.153 <sup>b</sup>
	Cemented	16 (25.4%)	1 (14.3%)	
	Hemiarthroplasty	9 (14.3%)	3 (42.9%)	
Type of previous femoral stem <sup>**</sup>	Uncemented	40 (63.5%)	1 (14.3%)	0.015 <sup>b</sup>
	Cemented	23 (36.5%)	6 (85.7%)	
Previous dislocation	Yes	3 (4.5%)	2 (25%)	0.087 <sup>b</sup>
	No	63 (95.5%)	6 (75%)	
Previous implant <sup>**</sup>	Total	54 (85.7%)	4 (57.1%)	0.092 <sup>b</sup>
	Hemiarthroplasty	9 (14.3%)	3 (42.9%)	
Culture results <sup>***</sup>	Negative	13 (19.7%)	1 (12.5%)	1 <sup>b</sup>
	Positive	53 (80.3%)	7 (87.5%)	
Culture results <sup>***</sup>	Negative	13 (19.7%)	1 (12.5%)	0.881 <sup>b</sup>
	Monomicrobial	39 (59.1%)	6 (75%)	
	Polymicrobial	14 (21.2%)	1 (12.5%)	
CoNS <sup>***</sup>	No	29 (54.7%)	5 (71.4%)	0.688 <sup>b</sup>
	Yes	24 (45.3%)	2 (28.6%)	
SA <sup>***</sup>	No	42 (79.2%)	4 (57.1%)	0.337 <sup>b</sup>
	Yes	11 (20.8%)	3 (42.9%)	
GNB <sup>***</sup>	No	38 (71.7%)	6 (85.7%)	0.663 <sup>b</sup>
	Yes	15 (28.3%)	1 (14.3%)	
Other microorganisms isolated	No	40 (75.5%)	6 (85.7%)	1 <sup>b</sup>
	Yes	13 (24.5%)	1 (14.3%)	
Ratio (diameter spacer head)/(original acetabulum)		1 (0.09)	1 (0.05)	0.498 <sup>a</sup>
		1 [1; 1.04]	1.03 [1; 1.06]	

Results expressed as mean (SD) and median [P25th, P75th] for quantitative variables and absolute frequencies (%) for qualitative variables.

<sup>a</sup> Analyses were performed using the Mann–Whitney *U* test.

<sup>b</sup> Analyses were performed using the Fisher's exact test.

<sup>\*</sup> Paproskys classification bone defects.

<sup>\*\*</sup> Only patients with previous prosthesis.

<sup>\*\*\*</sup> Coagulase-negative staphylococcus (CoNS), *Staphylococcus aureus* (SA), Gram-negative bacillus (GNB) and other culture result shows only for patients with positive cultures.

our rate of dislocation was 10.8% and the rate of Romanò et al [6], using hemi-spacers, was 17%. In addition, the articulating total hip spacer allows for the use of constrained liners, which may also further decrease the risk of dislocation [5]. In our series, statistical significance

was found between patients who had suffered from a dislocation of the spacer after the first-stage, and therefore presented a lower cure rate during the interim period and a worse final clinical hip evaluation, and patients who had not suffered from a dislocation of

**Table 2**  
Results After First-Stage Procedure.

		Dislocation		P-value
		No (n = 66)	Yes (n = 8)	
Final clinical hip situation	Total hip arthroplasty	54 (81.8%)	1 (12.5%)	<0.001
	Resection arthroplasty for refractory infection	3 (4.5%)	6 (75%)	
	Maintenance of spacer	9 (13.6%)	1 (12.5%)	
Infection solved in the interim period	Yes	52 (78.8%)	1 (12.5%)	0.001
	No	14 (21.2%)	7 (87.5%)	

Results expressed as mean (SD) and median [P25th, P75th] for quantitative variables and absolute frequencies (%) for qualitative variables. All analyses were performed using the Fisher's exact test.

**Table 3**  
Descriptive Results of the 7 Patients With Spacer Dislocation.

No.	Cause of the Spacer Dislocation <sup>a</sup>	Number of Debridements During Interim Period	Final Clinical Hip Situation	Follow-up (months)
1	Acetabular bone defect Paprosky type IIIA	1	RA	84
2	MI <sup>*</sup>	1	THA	72
3	MI <sup>**</sup>	1	RA	6 (death)
4	Acetabular bone defect Paprosky type IIIB	3	RA	30
5	MI <sup>***</sup>	1	RA	2 (death)
6	Insufficient fixation onto the proximal femur	1	RA	29
6	Acetabular bone defect Paprosky type IIC	2	RA	24
7	MI <sup>****</sup>	0	Spacer dislocation	0.5 (death)

No.: number of patient; MI: muscular insufficiency; RA: resection arthroplasty; THA: total hip arthroplasty.

<sup>a</sup> Cause of spacers dislocation described by Anagnostakos et al analyzed by hip surgeons (G.B., X.G.).

\* Limb length shortening and horizontal offset decrease.

\*\* Limb length shortening and vertical offset decrease.

\*\*\* Previous dislocation and vertical offset decrease.

\*\*\*\* Absence of abductor muscles due to a segmental bone defect of the proximal femur.

the spacer (Table 2). It has been clearly shown that it is very important to avoid spacer dislocation. Among the seven patients who experienced a dislocation of the spacer (one patient had bilateral dislocation), the definitive arthroplasty was not implanted in five patients and the final clinical hip evaluation led to resection arthroplasty (for the patient with bilateral resection arthroplasty), one patient died during the hospitalization with the spacer dislocated and in only one case was the second-stage procedure able to be carried out. At our hospital, the treatment used for patients with a dislocation of the spacer consisted of removing the spacer and leaving the patient without an implant (resection arthroplasty). In some cases more debridements were needed after resection arthroplasty in order to control the infection (Table 3). These results show that removing the dislocated spacer and performing a resection arthroplasty are not the best treatment methods for dislocated spacers. Romanò et al [6] and Pattyn et al [7] recently described that, when presented with the dislocation of a spacer, the patient should be left with the dislocation as is and not allow weight bearing on the leg. With this treatment method Romano et al were able to control the infection better after the first-stage procedure and had better final clinical hip evaluation results, as opposed to when the dislocated spacer was removed and the patient received a resection arthroplasty. The complications that may appear if the dislocated spacer is left in include hip pain and sciatic nerve palsy. Pattyn et al [7] had to remove the spacer in 2 of 10 patients who experienced dislocations for these reasons. If we compare the dislocation treatment results of these studies with our series, our patients had a worse final clinical hip evaluation and most of them were not able to undergo an implant procedure for a definitive arthroplasty. In the future, a more conservative treatment method for spacer dislocations will be followed. This means that the dislocation will not be reduced, the patient will perform less load bearing on the limb and the second-stage procedure will be performed only when there is an absence of any clinical sign of infection and inflammatory test parameters are persistently normalized for at least 2 weeks after discontinuation of antibiotic therapy. If the dislocation of the spacer occurs intraoperatively, the cause and treatment method will have to be investigated. For instance, if dislocation is due to insufficient fixation of the spacer onto the proximal femur, proximal cementation could be performed [8] or, if there is a large acetabulum defect, a cement tectoplasty could be carried out, as described by Baker et al [19] and Flores et al [20].

Anagnostakos et al [17] described the different causes of spacer dislocation in the literature. The first two causes that are mentioned depend on the patient and, therefore, the surgeon is not able to intercede. In the cases where muscular insufficiency was the cause, it could have been due to a reduction in abductor muscles because of a segmental bone defect of the proximal femur. However, the possibility exists that it might have been due to the intervention performed by the

surgeon if the abductor muscle was left without tension during implantation of the spacer (which could result in horizontal offset decrease, vertical offset decrease or a shortening in limb length). Insufficient fixation of the spacer onto the proximal femur was also described as an important cause of dislocation. The Spacer-G behaves in a similar way to a non-cemented monoblock hemiarthroplasty and one of the causes of dislocation is due to the rotation of the stem onto the proximal femur [21]. Gil et al [8] hypothesized that proximal cementation of the spacer could decrease the number of dislocations. In our series, there were no statistically significant differences found when reviewing the number of spacer dislocations between the group with proximal cementation and the group without proximal cementation. Recently, Romanò et al [6] reported a dislocation rate of 17%, despite the fact that all the spacers were cemented proximally. In our study, the factor that was shown to be statistically associated with dislocation is the presence of a cemented stem in a prior prosthesis. A possible explanation could be that a spacer that has been implanted has less stability due to the fact that there is proximal femoral bone loss during the first-stage procedure.

Another cause that has been described as associated with dislocation is when a large bone defect of the acetabulum is present [17]. Pattyn et al [7] described that Paprosky type IIIA and IIIB defects are more frequently associated with the dislocation of a spacer, however, in our series we did not find significant differences between these types of acetabulum bone defects and the dislocation of the spacer. For instance, there were three patients who experienced a dislocation of the spacer but they were classified as Paprosky type I defects, not type IIIA and IIIB. Therefore, when presented with a two-stage arthroplasty with a Paprosky type I acetabulum bone defect, other technical aspects must be kept in mind since dislocation still remains a possibility. Yet another mechanical cause that could explain a dislocation is when the size of the spacer head is smaller than the acetabulum [17]. In our study, no relationship was found between the dislocation of the spacer and the ratio between the size of the head of the spacer and the size of the original acetabulum.

In our series, two factors did show a higher dislocation rate, despite the fact that they were not statistically significant. The first one was found in patients who had suffered from a prior dislocation of the prosthesis; three patients of the eight dislocated spacers had suffered from a prior prosthesis dislocation (Fig. 1A, B). Therefore, when a surgeon is presented with a patient who has a chronic hip arthroplasty infection and the prosthesis has already had a prior dislocation, he/she should be as careful as possible during the first-stage procedure in order to avoid a possible subsequent dislocation. The second factor was found in patients with chronic hip hemiarthroplasty infections. Meek et al [22] have described a lower dislocation rate when total hip arthroplasty was carried out to treat osteoarthritis and a higher dislocation rate when total hip arthroplasty or hemiarthroplasty was

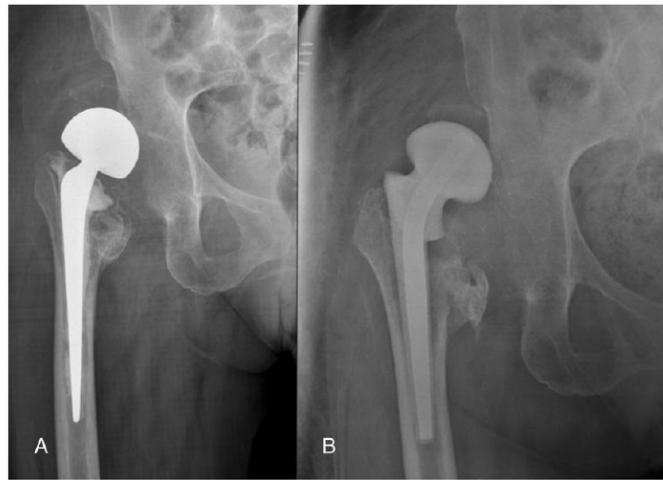


Fig. 1. (A) This radiograph shows a dislocated hemiarthroplasty in a patient with chronic hip infection. (B) The same patient with a spacer's dislocation.

carried out after a proximal hip fracture. According to our series, the behavior of the spacers seems to be the same. The dislocation rate could be lower when total hip arthroplasty is carried out for osteoarthritis in comparison to when hemiarthroplasty is carried out after proximal hip fractures; however, the results in our series were not statistically significant. In patients with osteoarthritis, stiffness and lack of mobility could be the causes for a lower rate of dislocation. Contrary to our findings, Romanò et al [6] have reported a lower dislocation rate when the spacer was implanted after chronic septic arthritis or osteosynthesis in comparison to when the spacer was implanted after total hip arthroplasty (0 vs. 17%).

In our series, the causes that can be attributed to the dislocations experienced by our patients were as follows: insufficient fixation of the spacer onto the proximal femur, the presence of muscular insufficiency and the presence of large bone defects in the acetabulum which did not allow for normal spacer articulation. Muscular insufficiency is the least objective cause out of the three. Muscular insufficiency was considered to be present when patients had a decrease in the horizontal offset of the hip, negative vertical offset of the hip, limb length shortening (Fig. 2) or the absence of abductor muscles due to segmental bone defects in the proximal femur (Fig. 3). Therefore, insufficient fixation of the spacer onto the proximal femur,

large bone defects in the acetabulum that do not allow for a normal spacer articulation and the presence of muscular insufficiency are not necessary conditions for a dislocation to occur but could be sufficient cause for one. In our study, although these factors were not statistically significant, the presence of any one of them could have caused a dislocation of the spacer under certain circumstances, as is shown in Table 3.

This study has several inherent limitations. The most important drawback is that it is a retrospective review. Although Anagnostakos et al [17] reported that patients who could not handle partial weight



Fig. 2. (A) Postoperative radiograph after Spacer-G implantation that shows a horizontal offset decrease and limb-length discrepancy.



Fig. 3. The radiograph shows a segmental bone defect of the proximal femur.

bearing on the operated extremity had higher rates of dislocation of the spacer, in our retrospective study, the level of compliance or the ability to handle partial weight bearing by the patients could not be assessed. Another limitation of the study is that acetabular bone defects were determined by two staff Hip Unit members (X.G., G.B.) using the Paprosky classification system and simple radiology. Despite the fact that it has been described in other studies that greater acetabular bone defects have been associated with higher dislocation rates [7,17], this correlation could not be found in our study. This may be because the acetabular bone defects in the patients who suffered from a dislocation of the spacer were underestimated. Computer tomography (CT scan) or intraoperative assessment could be carried out in a more precise way in order to evaluate any acetabular bone defects rather than using simple radiology [23]. Finally, although 74 spacers were included in the study, only 8 dislocations were found. Therefore, the low incidence of this complication makes it harder to make a clear assessment in a review of this nature.

In conclusion, patients who suffered from a dislocation of the spacer, and who underwent an operation to reduce it, had worse final clinical outcomes than patients who did not dislocate the spacer. We have not found any modifiable risk factor associated with the dislocation of the spacer so, at the time of implantation, the surgeon must take into account different aspects such as follows: the type of acetabular defect, the reasons behind the need to perform a two-stage arthroplasty, the type and clinical history of prior prosthesis and carefully check the tension on the abductor muscles as well as the fixation of the spacer onto the proximal femur after the first-stage procedure in order to avoid a dislocation of the spacer and the subsequent consequences. Further prospective studies will be required to be able to more clearly define the causes of the dislocation of the spacer.

## References

1. Younger AS, Duncan CP, Masri BA, et al. The outcome of two-stage arthroplasty using a custom-made interval spacer to treat the infected hip. *J Arthroplasty* 1997;12:615.
2. Della Valle CJ, Bogner E, Desai P, et al. Analysis of frozen sections of intraoperative specimens obtained at the time of reoperation after hip or knee resection arthroplasty for the treatment of infection. *J Bone Joint Surg Am* 1999;81:684.
3. Romanò CL, Romanò D, Meani E, et al. Two-stage revision surgery with preformed spacers and cementless implants for septic hip arthritis: a prospective, non-randomized cohort study. *BMC Infect Dis* 2011;11:129.
4. Muñoz-Mahamud E, Casanova L, Font L, et al. Septic arthritis of the hip caused by non-typical *Salmonella* after urinary tract infection. *Am J Emerg Med* 2009;27:373.e5.
5. Jacobs C, Christensen CP, Berend ME. Static and mobile antibiotic-impregnated cement spacers for the management of prosthetic joint infection. *J Am Acad Orthop Surg* 2009;17:356.
6. Romanò CL, Romanò D, Logoluso N, et al. Long-stem versus short-stem preformed antibiotic-loaded cement spacers for two-stage revision of infected total hip arthroplasty. *Hip Int* 2010;20:26.
7. Pattyn C, De Geest T, Ackerman P, et al. Preformed gentamicin spacers in two-stage revision hip arthroplasty: functional results and complications. *Int Orthop* 2011;35:1471.
8. Gil Gonzalez S, Marqués López F, Rigol Ramon P, et al. Two-stage revision of hip prosthesis infection using a hip spacer with stabilising proximal cementation. *Hip Int* 2010;20(Suppl. 7):128.
9. Pignatti G, Nitta S, Rani N, et al. Two stage hip revision in periprosthetic infection: results of 41 cases. *Open Orthop J* 2010;4:193.
10. D'Angelo F, Negri L, Zatti G, et al. Two-stage revision surgery to treat an infected hip implant. A comparison between a custom-made spacer and a pre-formed one. *Chir Organi Mov* 2005;90:271.
11. Magnan B, Regis D, Biscaglia R, et al. Preformed acrylic bone cement spacer loaded with antibiotics: use of two-stage procedure in 10 patients because of infected hips after total replacement. *Acta Orthop Scand* 2001;72:591.
12. Bertazzoni Minelli E, Benini A, Magnan B, et al. Release of gentamicin and vancomycin from temporary human hip spacers in two-stage revision of infected arthroplasty. *J Antimicrob Chemother* 2004;53:329.
13. D'Angelo F, Negri L, Binda T, et al. The use of a preformed spacer in two-stage revision of infected hip arthroplasties. *Musculoskelet Surg* 2011;95:115.
14. Degen RM, Davey JR, Davey JR, et al. Does a prefabricated gentamicin-impregnated, load-bearing spacer control periprosthetic hip infection? *Clin Orthop Relat Res* 2012;479:2724.
15. Neumann DR, Hofstaedter T, List C, et al. Two-stage cementless revision of late total hip arthroplasty infection using a premanufactured spacer. *J Arthroplasty* 2012;27:1397.
16. Regis D, Sandri A, Magnan B, et al. Six-year follow-up of a preformed spacer for the management of chronically infected total hip arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg* 2010;130:1111.
17. Anagnostakos K, Fürst O, Kelm J. Antibiotic-impregnated PMMA hip spacers: current status. *Acta Orthop* 2006;77:628.
18. Paprosky WG, Perona PG, Lawrence JM. Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty. A 6-year follow-up evaluation. *J Arthroplasty* 1994;9:33.
19. Baker RP, Duncan CP. Acyclic acetabular roof reconstruction for severe superior segmental acetabular bone loss in 2-stage surgery for infected hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 2011;26:1567.
20. Flores X, Corona PS, Cortina J, et al. Temporary cement tectoplasty: a technique to improve prefabricated hip spacer stability in two-stage surgery for infected hip arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg* 2012;132:719.
21. Tellisi N, Wahab KHA. Re-operations following Austin Moore hemiarthroplasty: a district hospital experience. *Injury* 2001;32:465.
22. Meek RM, Allan DB, McPhillips G, et al. Epidemiology of dislocation after total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2006;447:9.
23. Garcia-Cimbrelo E, Tapia M, Martin-Hervas C. Multislice computed tomography for evaluating acetabular defects in revision THA. *Clin Orthop Relat Res* 2007;463:138.

**Estudi 3:** Molinas I, Garcia-Oltra E, Fernández-Valencia JA, Tomàs X, Gallart X, Riba J, Combalia A, Bori G. Relationship between femoral offset and dislocation in preformed antibiotic-loaded cement spacers (Spacer-G®). *Hip Int*, 2017; 27:494-499

**HIP**  
ISSN 1120-7000

*Hip Int* 2017; 27 (5): 494-499  
DOI: 10.5301/hipint.5000482

ORIGINAL RESEARCH ARTICLE

## Relationship between femoral offset and dislocation in preformed antibiotic-loaded cement spacers (Spacer-G®)

Ignacio Molinas<sup>1,2</sup>, Ester Garcia-Oltra<sup>1,2</sup>, Jenaro A. Fernández-Valencia<sup>1,3</sup>, Xavier Tomas<sup>2,4</sup>, Xavier Gallart<sup>1,3</sup>, Josep Riba<sup>1,3</sup>, Andreu Combalia<sup>1,3</sup>, Guillem Bori<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Department of Orthopaedic and Trauma Surgery, Hospital Clinic of Barcelona, University of Barcelona, Barcelona - Spain

<sup>2</sup>Bone and Joint Infectious Diseases Unit, Hospital Clinic of Barcelona, University of Barcelona, Barcelona - Spain

<sup>3</sup>Institute of Biomedical Research August Pi i Sunyer (IDIBAPS), Barcelona - Spain

<sup>4</sup>Department of Radiology, Hospital Clinic of Barcelona, University of Barcelona, Barcelona - Spain

### ABSTRACT

**Introduction:** A reduction in femoral offset may decrease muscle tension and lead to spacer dislocations even though proximal femur, musculature and acetabulum remain intact. In this study, we aimed to determine whether postoperative lateral femoral offset (LFO) and modified vertical femoral offset (MVFO) values affect the risk of dislocation of a hip spacer.

**Materials and methods:** We measured LFO and MVFO in properly centred, postoperative, anteroposterior radiographs of the pelvis in 66 patients (71 spacers). We then compared the operated and non-operated sides and recorded any dislocations.

**Results:** Although LFO decreased ( $p < 0.001$ ), the reduction was not associated with dislocation ( $p = 0.471$ ). MVFO remained unchanged after spacer implantation ( $p = 0.277$ ) and was not associated with dislocation ( $p = 0.418$ ).

**Conclusions:** In conclusion, the preformed spacer decreased LFO but not MVFO compared with the contralateral hip. The variations did not significantly affect the dislocation rate.

**Keywords:** Arthroplasty, Dislocation, Femoral offset, Infection, Spacer

### Introduction

2-stage revision hip arthroplasty using an antibiotic-loaded spacer is the most widely performed procedure for infected hip arthroplasties (1, 2). Articulated spacers have been associated with many mechanical complications, including dislocation, perispacer fracture and fractures of the spacer stem (3, 4). The overall prevalence of dislocation is reported to be approximately 7% (4), and in the case of the Spacer-G® (Tecres S. pA), rates vary from 0% to as much as 22% (5-14). Thus, dislocation between the first and second stages of the procedure is a very common complication. Given its frequency and the associated disruption, decreasing the rate of dislocation may significantly improve postoperative care (12).

Anagnostakos et al (15) described a number of factors associated with spacer dislocations: non-compliance with post-operative instructions, intolerance of partial weight bearing on the operated side, muscular insufficiency, poor fixation onto the proximal femur, a small spacer head, and large bone defects of the acetabulum. However, only a few studies have investigated these factors (7, 12, 16, 17). An association with decreased femoral offset (14, 17, 18) was also recently identified, although it is yet to be studied in depth.

The problem with the placement of a spacer during the first stage revision chronic hip arthroplasty is the inability to achieve optimal results for lateral and vertical femoral offset (LFO and VFO respectively). LFO is the distance from the centre of rotation of the femoral head to the line bisecting the long axis of the femur (19). For its part, VFO can be measured in 2 ways: (i) the vertical distance between the centre of the femoral head and the perpendicular line to the femoral axis, passing over the lesser trochanter (20); and (ii) modified VFO (MVFO), also known as the Voss distance (21), which is the vertical distance between the centre of the femoral head and the perpendicular line to the femoral axis passing over the greater trochanter (21). Reduced femoral offset can lead to decreased muscle tension, which may in turn cause spacer dislocation even though the proximal femur, musculature and acetabulum remain intact (17). Reduced femoral offset has

**Accepted:** October 25, 2016

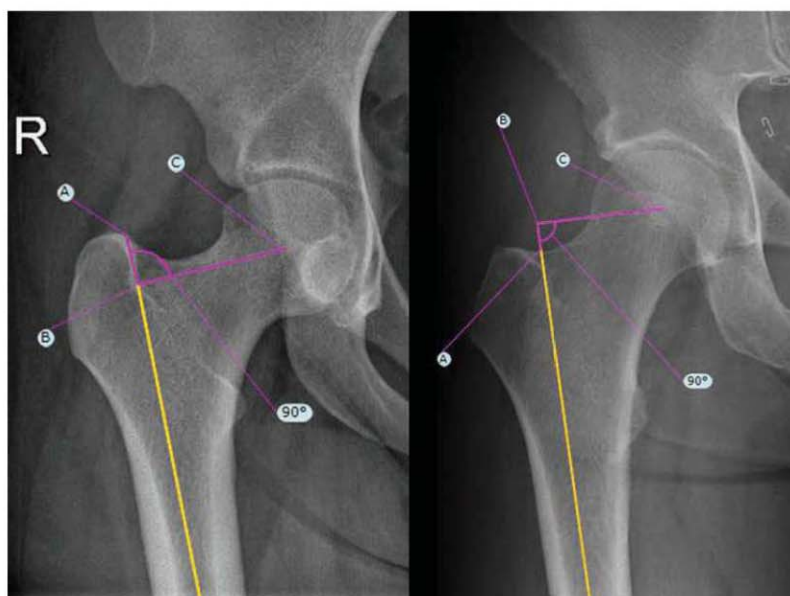
**Published online:** February 8, 2017

### Corresponding author:

Guillem Bori  
Department of Orthopaedic and Trauma Surgery  
Hospital Clinic of Barcelona  
Villarroel 170  
08036 Barcelona, Spain  
gbori@clinic.ub.es



© 2017 Wichtig Publishing



**Fig. 1** - The lateral femoral offset is the distance from the centre of rotation of the femoral head to the line bisecting the long axis of the femur (distance BC). The modified vertical femoral offset is the vertical distance between the centre of the femoral head and the line perpendicular to the femoral which crosses over the tip of the greater trochanter (distance AB).

also been associated with dislocation during primary or revision arthroplasty (22-25).

The aim of our study was to determine whether changes in postoperative LFO and MVFO values in the operated hip increase the risk of spacer dislocation.

### Material and methods

We retrospectively reviewed the data for all patients with hip infections treated at our tertiary teaching hospital between 2000 and 2011. The following variables were recorded: LFO and MVFO of both the spacer hip and the contralateral hip; the size and head diameter of the Spacer-G<sup>®</sup>; and the presence of dislocation. The 3 conditions requiring the placement of a Spacer-G<sup>®</sup> were chronic hip arthroplasty infection, chronic infection after osteosynthesis of proximal hip fractures and chronic septic arthritis.

### Surgical procedures

During the first-stage procedure (surgical debridement and implantation of the spacer) a minimum of 6 periprosthetic tissue samples were taken for microbial analysis (2 liquid, 2 solid, and 2 swab samples). A broad-spectrum intravenous antimicrobial regimen (vancomycin and ceftazidime) was administered as a prophylactic treatment and continued until definitive microbial results were available. Definitive oral antibiotic treatment was then selected according to the antibiogram and continued for a minimum of 6 weeks. During the interim period, partial weight-bearing was allowed with crutches. The second-stage procedure (removal of the cement spacer and implantation of the definitive arthroplasty) was performed when the C-reactive protein level normalised,

and when clinical symptoms of infection had been absent for at least 2 weeks after discontinuation of antimicrobial therapy.

### LFO and MVFO measurements

LFO (Figure 1: distance BC) and MVFO (Figure 1: distance AB) were measured after the first-stage procedure, as detailed elsewhere (19, 21), using the RAIM Alma 2010 software. A negative MVFO value was used when the top of the great trochanter was above the centre of rotation of the femoral head, while a positive value indicated the opposite. All LFO and MVFO measurements were made using properly centred, postoperative, anteroposterior radiographs of the pelvis. For the anteroposterior pelvic radiograph, the patient is in the supine position with the legs 15° internally rotated to compensate for femoral antetorsion. The film-focus distance is 1.2 m; the central beam is directed to the midpoint between a line connecting both anterosuperior iliac spines and the superior border of the symphysis, which can easily and reproducibly be palpated by the radiology technician. We scaled the radiographs by taking the spacer's head as the reference point, and measured the MVFO of the spacer hip, the MVFO of the contralateral hip and the LFO of the contralateral hip. The LFOs of the spacer hips were obtained from the Spacer-G<sup>®</sup> catalogue (26). The Spacer-G<sup>®</sup> is currently available in 2 stem sizes (short and long) with 46-, 54- and 60- mm head diameters that have LFOs of 27.3 mm, 27 mm, and 35.8 mm respectively.

Once we had the LFO and MVFO of both hips, we calculated the difference in LFO and the increase or decrease in MVFO. The difference in LFO was obtained by comparing the data for the spacer and contralateral hips. A positive value

TABLE I - Results of LFO and MVFO

	LFO S	LFO C	Difference in LFO	MVFO S	MVFO C	Change in MVFO
Mean	2.88	3.68	0.80	-0.64	-0.52	-0.12
Median	2.70	3.80	0.92	-0.40	-0.50	-0.20
Percentile 25	2.70	3.00	0.27	-1.40	-0.90	-0.80
Percentile 75	2.73	4.20	1.40	0.00	0.00	0.50
Minimum	2.70	2.10	-1.28	-3.70	-3.10	-3.20
Maximum	3.58	6.00	3.30	6.25	2.20	6.26
N° spacers	71	71	71	63	63	63

LFO S (cm) = lateral femoral offset of the spacer hip; LFO C (cm) = lateral femoral offset of the contralateral hip; Difference in LFO (cm) = the difference in LFO was obtained by comparing LFOs of the spacer and contralateral hips. A positive value indicated that the LFO of the contralateral side was greater than that of the spacer hip, while a negative value indicated the opposite; MVFO S (cm) = modified vertical femoral offset of the spacer hip; MVFO C (cm) = modified vertical femoral offset of the spacer hip; Change in MVFO (cm) = the increase or decrease in MVFO was obtained by comparing MVFOs of the spacer and contralateral hips. A positive value indicated an increase in MVFO, while a negative value indicated the opposite; N° Spacer = number of spacers.

indicated that the LFO of the contralateral side was greater than that of the spacer hip, while a negative value indicated the opposite. The increase or decrease in MVFO was obtained by comparing the data for the spacer and contralateral hips. A positive value indicated an increase in MVFO, while a negative value indicated the opposite.

#### Statistical analysis

Results were showed as mean, median, percentiles 25<sup>th</sup> and 75<sup>th</sup> and absolute range. Differences between LFO and MVFO for spacer and contralateral hip were made by means Wilcoxon paired test. Mann-Whitney *U*-test were used to compare the association of recorded variables with dislocation. Statistical significance was defined as *p* value <0.05. The analysis was done with the StatCrunch program (StatCrunch™-Data analysis on the Web-Copyright 2007-2015 Integrated Analytics LLC. Distributed exclusively by Pearson Education).

#### Results

##### Patient characteristics

During the study period, 71 spacers were implanted in 66 patients (35 men and 31 women; mean age 70.08 years, range 35-89 years). The mean follow-up time was 53.18 months (range 20-115 months). There were 8 dislocations in 7 patients (1 patient had a bilateral dislocation); therefore, there were 63 non-dislocated spacers.

The reasons for spacer implantation were as follows: chronic infection of total hip arthroplasty (56 cases; 78.87%), chronic infection of hemiarthroplasty (11 cases; 15.49%), chronic infection after osteosynthesis of proximal hip fractures (2 cases; 2.81%), chronic septic arthritis (1 case; 1.4%) and infected resection arthroplasty (1 case; 1.4%). We implanted 23 short spacers (non-dislocated group = 21; dislocated group = 2) and 48 long spacers (non-dislocated group = 42; dislocated group = 6). Dislocations occurred in 4, 2 and 2 of the 46- mm (20

implanted), 54- mm (37 implanted) and 60- mm (14 implanted) heads respectively.

MVFO were not measured in 8 spacers because the greater trochanter was not identifiable radiologically, due either to absence of the proximal femur or to poor image quality.

##### Differences in LFO

The median LFO in 71 spacer hips was 2.70 cm (range 2.7, 3.58), the median LFO of 71 contralateral hips was 3.8 cm (range 2.1 to 6), and the median in the difference in LFO was 0.92 cm (range -1.28 to 3.3) for 71 hips. In our study, although the LFO decreased after spacer implantation ( $p < 0.0001$ ), the difference in LFO was not statistically associated with dislocation ( $p = 0.471$ ). The results are shown in the Tables I and II.

##### Differences in MVFO

The median MVFO of 63 spacer hips was -0.4 cm (range -3.7 to 6.25), the median contralateral MVFO was -0.5 cm (range -3.1 to 2.2) in 63 hips, and the median of the change in MVFO was -0.2 cm (range -3.2 to 6.25) in 63 hips. In our study, the increase or decrease in MVFO was not statistically associated with dislocation ( $p = 0.418$ ), and the MVFO neither increased nor decreased significantly after spacer implantation ( $p = 0.277$ ). The results are shown in the Tables I and II.

#### Discussion

The presence of muscular insufficiency has been reported as a cause of spacer dislocation (15). Although muscular insufficiency would be expected when patients have decreased LFO or MVFO of the hip, our study did not find a statistically significant increase in the rate of spacer dislocation in patients with these changes. However, we found that spacer implantation caused a significant reduction in the LFO, and a nonsignificant decrease in the MVFO in the hip in question.

Although decreases in the LFO and MVFO were not significantly associated with spacer dislocation, reductions in either





**TABLE II** - Association between LFO and MVFO and dislocation

		Spacer dislocation	
		No	Yes
Difference in LFO	Median	0,92	0,66
	Percentile 25	0,27	0,19
	Percentile 75	1,40	1,02
	Minimum	-1,28	-,03
	Maximum	3,30	1,90
	N	63	8
Change in MVFO	Median	-0,10	-0,50
	Percentile 25	-0,70	-1,60
	Percentile 75	0,50	0,10
	Minimum	-3,20	-1,70
	Maximum	2,10	6,26
	N	57	6

Difference in LFO (cm) = The difference in LFO was obtained by comparing LFOs of the spacer and contralateral hips. A positive value indicated that the LFO of the contralateral side was greater than that of the spacer hip, while a negative value indicated the opposite; Change MVFO (cm) = The increase or decrease in MVFO was obtained by comparing the MVFOs of the spacer and contralateral hips. A positive value indicated an increase in MVFO, while a negative value indicated the opposite.

factor might cause dislocation in certain circumstances. In this patient (Fig. 2), the size of the spacer head was correct, there were no acetabular defects and the spacer was correctly fixed to the femur, making the decrease in LFO the only risk factor for dislocation. It may be that we were unable to prove a statistically significant relationship between the LFO or MVFO and the spacer dislocation because of the low number of dislocations identified. There may also have been another cause of dislocation, such as insufficient fixation of the spacer to the proximal femur or the presence of large bone defects in the acetabulum.

Other authors have identified decreased LFO or MVFO as a risk factor for dislocation of primary arthroplasty in the presence of muscular insufficiency (22-25). Given that spacers can essentially be considered monoblock prostheses, they may behave in much the same way. However, head size is an important difference between primary prostheses and spacers: the Spacer-G®'s head size is either 46, 54 or 60 mm, and it is well known that the bigger the head, the lower the risk of dislocation (27). Indeed, Garbuz et al (28) reported that the dislocation rates in revision arthroplasties were 1.1% (1/92) when using 36- mm and 40- mm heads compared with 8.7% (8/92) when using standard-size 32- mm heads. In the absence of other risk factors, despite decreased LFO the bigger head sizes of the Spacer-G® devices may help prevent dislocation. In our previous study (12) we found that neither the size nor the head diameter of the Spacer-G® was associated with dislocation (12).

In the present study, we showed that spacer implantation was associated with a decrease in LFO. The mean LFO was 2.87 cm for the spacer hips and 3.69 cm for the contralateral hips, and the decrease was found in both dislocated and non-dislocated hips. In the contralateral hip the LFO has a continuous distribution, but in the spacer hips it has only three pos-



**Fig. 2** - (A) Postoperative radiograph after Spacer-G® implantation that shows a decrease in the lateral femoral offset. (B) The same patient after suffering a spacer dislocation.

sible values, corresponding to the spacer head sizes. The fact that the mean LFO of the contralateral hip is larger than that of the spacer hip is due to the design of the Spacer-G®, which has a fixed, short LFO that the surgeon cannot modify in order to match the contralateral LFO (26). When we compare the mean LFO of the Spacer-G® ( $2.87 \pm 0.34$  cm) against other populations (4.11 cm, range 3.49-4.73 cm) (20) or (4.34 cm, SD 0.28-0.72 cm) (29), it is evidently shorter, which many explain the high dislocation indexes reported. Despite cementing the proximal spacer to avoid its rotation and posterior dislocation, Romano et al (14) described a 22% dislocation rate and Pattyn et al (8) a rate of 16%. Until recently, the insertion of a dynamic hip screw (18) or a gamma nail (30) into the spacer was used to provide an endoskeleton to enhance mechanical stability, but did not allow for offset adjustment. However, Anagnostakos et al (18) proved the importance of the LFO in spacers, and described a novel technique that can be applied easily and quickly during surgery to adjust the spacer's LFO. The use of a bent blade plate in small femurs and/or a dynamic hip screw in large femurs allows individual



**Fig. 3** - Anteroposterior radiograph of the pelvis. The modified vertical femoral offset was increased because the spacer was not introduced enough into the femur. The lateral femoral offset was decreased because the lateral femoral offset of the spacer is decreased in comparison to the lateral femoral offset of the contralateral hip.

adjustment of the femoral offset, and hence preserves normal muscle tension. The drawback of this technique is that it is only useful for handmade spacers; it cannot be used for manufactured spacers such as the Spacer-G®.

Implantation of the spacer also resulted in a non-significant decrease in MVFO. This may be because, although the Spacer-G® is prefabricated, the MVFO depends not on the spacer's characteristics but on how it is inserted into the proximal femur; specifically, it depends on the degree to which the spacer sinks into the femoral canal. If there is no defect in the calcar or the proximal femur, the design of the Spacer-G® makes it possible to increase MVFO when the spacer is inserted (Fig. 3), but if there has been calcar reabsorption, or if there is a defect in the proximal femur, spacer placement may cause a decrease in MVFO.

This study has some limitations. Notably, we measured MVFO and LFO in anterior–posterior pelvic x-rays, while others have argued that CT scans are more accurate (31, 32). We were unable to use CT data because most patients did not undergo CT scans in the interim period. Many authors have demonstrated significant variability when measuring femoral offset by anterior-posterior pelvic x-rays, and stress the need for the x-ray beam to be well centred, inclined and with correct rotation of both hips (33). To minimise this error, we used the best x-ray images available for each patient and thus achieved results that were comparable to those in the literature (34). However, Merle et al (34) found that anterior-posterior pelvic x-rays underestimate LFO by about 5 mm when compared with CT scans. This means that the Spacer-G® may in fact decrease LFO even more than we have found; the LFO of the contralateral hip was obtained from anterior-posterior pelvis x-ray whereas in the spacer hip it was obtained from the Spacer-G® catalogue. A second important limitation is that although 71 spacers were included in the study, only 8

dislocations were found. The low incidence of this complication makes it hard to make a clear assessment. Further multicentre studies with more dislocations are needed to clarify the importance of LFO and MVFO as factors in the dislocation of spacers.

In conclusion, we found that the Spacer-G® decreased LFO compared with the contralateral hip, but did not have a significant influence on the surgeon-dependent MVFO value. Although LFO of the spacer hips decreased, neither the LFO nor the MVFO were risk factors for spacer dislocation.

#### Disclosures

Financial support: None.

Conflict of interest: None.

#### References

- Hoberg M, Konrads C, Engelen J, et al. Similar outcomes between two-stage revisions for infection and aseptic hip revisions. *Int Orthop.* 2016;40(3):459-464.
- Vielgut I, Sadoghi P, Wolf M, et al. Two-stage revision of prosthetic hip joint infections using antibiotic-loaded cement spacers: When is the best time to perform the second stage? *Int Orthop.* 2015;39(9):1731-1736.
- Faschingbauer M, Reichel H, Bieger R, Kappe T. Mechanical complications with one hundred and thirty eight (antibiotic-laden) cement spacers in the treatment of periprosthetic infection after total hip arthroplasty. *Int Orthop.* 2015;39(5):989-994.
- Jacobs C, Christensen CP, Berend ME. Static and mobile antibiotic-impregnated cement spacers for the management of prosthetic joint infection. *J Am Acad Orthop Surg.* 2009;17(6):356-368.
- Romanò CL, Romanò D, Meani E, Logoluso N, Drago L. Two-stage revision surgery with preformed spacers and cementless implants for septic hip arthritis: a prospective, non-randomized cohort study. *BMC Infect Dis.* 2011;11(1):129.
- Neumann DRP, Hofstaedter T, List C, Dorn U. Two-stage cementless revision of late total hip arthroplasty infection using a premanufactured spacer. *J Arthroplasty.* 2012;27(7):1397-1401.
- Gil Gonzalez S, Marqués López F, Rigol Ramon P, Mestre Cortadellas C, Cáceres Palou E, León García A. Two-stage revision of hip prosthesis infection using a hip spacer with stabilising proximal cementation. *Hip Int.* 2010;20(Suppl 7):S128-S134.
- Pattyn C, De Geest T, Ackerman P, Audenaert E. Preformed gentamicin spacers in two-stage revision hip arthroplasty: functional results and complications. *Int Orthop.* 2011;35(10):1471-1476.
- D'Angelo F, Negri L, Binda T, Zatti G, Cherubino P. The use of a preformed spacer in two-stage revision of infected hip arthroplasties. *Musculoskelet Surg.* 2011;95(2):115-120.
- Regis D, Sandri A, Magnan B, Bartolozzi P. Six-year follow-up of a preformed spacer for the management of chronically infected total hip arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2010;130(9):1111-1115.
- Bertazzoni Minelli E, Benini A, Magnan B, Bartolozzi P. Release of gentamicin and vancomycin from temporary human hip spacers in two-stage revision of infected arthroplasty. *J Antimicrob Chemother.* 2004;53(2):329-334.
- Bori G, García-Oltra E, Soriano A, Rios J, Gallart X, García S. Dislocation of preformed antibiotic-loaded cement spacers (Spacer-G): etiological factors and clinical prognosis. *J Arthroplasty.* 2014;29(5):883-888.



13. Degen RM, Davey JR, Davey JR, Howard JL, McCalden RW, Naudie DDR. Does a prefabricated gentamicin-impregnated, load-bearing spacer control periprosthetic hip infection? *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470(10):2724-2729.
14. Romanò CL, Romanò D, Albisetti A, Meani E. Preformed antibiotic-loaded cement spacers for two-stage revision of infected total hip arthroplasty. Long-term results. *Hip Int.* 2012;22(Suppl 8):S46-S53.
15. Anagnostakos K, Jung J, Schmid NV, Schmitt E, Kelm J. Mechanical complications and reconstruction strategies at the site of hip spacer implantation. *Int J Med Sci.* 2009;6(5):274-279.
16. Leunig M, Chosa E, Speck M, Ganz R. A cement spacer for two-stage revision of infected implants of the hip joint. *Int Orthop.* 1998;22(4):209-214.
17. Barreira P, Leite P, Neves P, Soares D, Sousa R. Preventing mechanical complications of hip spacer implantation: technical tips and pearls. *Acta Orthop Belg.* 2015;81(2):344-348.
18. Anagnostakos K, Lorbach O, Orth P, Koch K. A simple technique for adjustment of the femoral offset at the site of hip spacer implantation. *J Surg Tech Case Rep.* 2013;5(1):18-20.
19. Lecerf G, Fessy MH, Philippot R, et al. Femoral offset: anatomical concept, definition, assessment, implications for preoperative templating and hip arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2009;95(3):210-219.
20. Unnanuntana A, Toogood P, Hart D, Cooperman D, Grant RE. Evaluation of proximal femoral geometry using digital photographs. *J Orthop Res.* 2010;28(11):1399-1404.
21. Gómez F, Robles A. [Endoscopic anthropometry of the proximal femur in Mexican population]. *Revista Mexicana de Ortopedia y Traumatología.* 1995;9(2):59-70. [Article in Spanish].
22. Bourne RB, Rorabeck CH. Soft tissue balancing: the hip. *J Arthroplasty.* 2002;17(4)(Suppl 1):17-22.
23. Brooks PJ. Dislocation following total hip replacement: causes and cures. *Bone Joint J.* 2013;95-B(11 Suppl A):67-69.
24. Asayama I, Chamnongkich S, Simpson KJ, Kinsey TL, Mahoney OM. Reconstructed hip joint position and abductor muscle strength after total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2005;20(4):414-420.
25. Matsushita A, Nakashima Y, Jingushi S, Yamamoto T, Kuraoka A, Iwamoto Y. Effects of the femoral offset and the head size on the safe range of motion in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2009;24(4):646-651.
26. <http://www.tecres.it/>. Accessed August 20, 2015.
27. Howie DW, Holubowycz OT, Middleton R; Large Articulation Study Group. Large femoral heads decrease the incidence of dislocation after total hip arthroplasty: a randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94(12):1095-1102.
28. Garbuz DS, Masri BA, Duncan CP, et al. The Frank Stinchfield Award: Dislocation in revision THA: do large heads (36 and 40 mm) result in reduced dislocation rates in a randomized clinical trial? *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470(2):351-356.
29. O'Brien S. Femoral offset in total hip replacement: A study of anatomical offset in the Northern Ireland population. *Int J Orthop Trauma Nurs.* 2014;18(3):162-169.
30. Rodriguez H, Ziran BH. Temporary antibiotic cement-covered gamma nail spacer for an infected nonunion of the proximal femur. *Clin Orthop Relat Res.* 2007;454(454):270-274.
31. Weber M, Woerner ML, Springorum HR, Hapfelmeier A, Grifka J, Renkawitz TF. Plain radiographs fail to reflect femoral offset in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2014;29(8):1661-1665.
32. Pasquier G, Ducharme G, Ali ES, Giraud F, Mouttet A, Durante E. Total hip arthroplasty offset measurement: is C T scan the most accurate option? *Orthop Traumatol Surg Res.* 2010;96(4):367-375.
33. Tannast M, Siebenrock KA, Anderson SE. Femoroacetabular impingement: radiographic diagnosis what the radiologist should know. *AJR Am J Roentgenol.* 2007;188(6):1540-1552.
34. Merle C, Waldstein W, Pegg E, et al. Femoral offset is underestimated on anteroposterior radiographs of the pelvis but accurately assessed on anteroposterior radiographs of the hip. *J Bone Joint Surg Br.* 2012;94(4):477-482.



**Estudi 4:** Garcia-Oltra E, Bori G, Tomàs X, Gallart X, García S, Soriano A. Radiological evaluation of acetabular erosion after antibiotic-impregnated polymethylmethacrylate spacer (Spacer-G®) *J. Arthroplasty*. 2013; 28: 1021-1024

The Journal of Arthroplasty 28 (2013) 1021–1024



Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

The Journal of Arthroplasty

journal homepage: [www.arthroplastyjournal.org](http://www.arthroplastyjournal.org)



## Radiological Evaluation of Acetabular Erosion After Antibiotic-Impregnated Polymethylmethacrylate Spacer (Spacer-G)

Ester García-Oltra MD<sup>a</sup>, Guillem Bori PhD<sup>a</sup>, Xavier Tomas PhD<sup>b</sup>, Xavier Gallart PhD<sup>a</sup>, Sebastian Garcia PhD<sup>a</sup>, Alex Soriano PhD<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Department of Orthopaedic Surgery, Hospital Clínic, University of Barcelona, Spain

<sup>b</sup> Department of Radiology, Hospital Clínic, University of Barcelona, Spain

<sup>c</sup> Department of Infectious Diseases, Hospital Clínic, University of Barcelona, Spain

### ARTICLE INFO

**Article history:**  
Received 8 February 2012  
Accepted 3 July 2012

**Keywords:**  
hip  
infection  
spacer  
erosion  
arthroplasty

### ABSTRACT

Different types of hip spacers have been described (hand-made, custom-molded or prefabricated) for treatment of a chronic hip infection. A potential disadvantage of monoblock prefabricated spacer is that it may cause acetabular bone loss. This study assesses the radiological acetabular erosion using an antibiotic-impregnated prefabricated polymethylmethacrylate Spacer-G. We retrospectively reviewed the radiographs of thirty five patients who were managed with Spacer-G to treat chronic hip infection. No acetabular erosion were observed in thirty two patients with a mean time from the first to second stage and from the first to the last radiograph of 5.09 and 3.77 months respectively. In three patients the time between the radiographs was more than one year and the second stage was not performed; two developed a protrusion acetabuli whereas the other one a destruction of the acetabular roof. Using a Spacer-G in chronic hip infection treatment for less than one year is not associated with radiological acetabular erosion if the patient is maintained at partial weight bearing.

© 2013 Elsevier Inc. All rights reserved.

The use of antibiotic-impregnated polymethylmethacrylate (PMMA) provisional spacers is a frequently used technique in the treatment of chronic hip arthroplasty infections with a success rate over 90% [1–3]. These antibiotic spacers are also used for the treatment of chronic septic arthritis [4] or chronic infection after osteosynthesis of proximal hip fracture [5]. Different types of spacers have been described in the literature such as static or articulated which can be handmade/custom-molded/prefabricated [6].

Mobile hip spacers help in reducing the average hospital stay, improve joint function, encourage early mobilization, maintain leg length and tissue planes making the surgical area suitable for second-stage reimplantation. Spacer placement contraindications may be acetabular insufficiency, pelvic discontinuity or when a second-stage reimplantation is not planned [6].

The potential drawbacks of articulated spacers (acetabular and femoral components) are dislocation and fracture of the spacer stem [6]. Some authors have claimed that articulated spacers (femoral component only) such as Prostalac (prosthesis of antibiotic-loaded acrylic cement (Depuy, Warsaw, IN)) are better than monoblock spacers such as the Spacer-G (Tecres S. pA, Sommacompagna, Verona, Italy). For instance, the Prostalac system may also decrease the risk of dislocation

because it allows having a constrained polyethylene acetabular component [6]. A potential disadvantage reported with use of a monoblock spacer in the articulation is that it may cause further bone loss in the acetabulum because an articulation with a separate acetabular component is not present [7]. The studies that reviewed the outcome of Spacer-G have not substantiated this fact [8–16].

The aim of our study was to evaluate the radiological acetabular erosion after using pre-fabricated gentamicin-impregnated polymethylmethacrylate Spacer-G.

### Materials and Methods

From June 2002 to March 2011, all patients who were treated with a hip spacer in our third level educational hospital were retrospectively reviewed. The Spacer-G is used at our hospital in order to treat implant related hip infections or septic hip arthritis after osteosynthesis. After the placement the Spacer-G (first stage), the standard antibiotic protocol consists of cefepime and vancomycin until microbiological results are obtained. Then based on the antibiogram, six additional weeks of specific antibiotics are administered. The infection of the hip is confirmed by the presence of two or more positive cultures from deep samples for the same microorganism or by the presence of pus around the prosthesis in which the cultures from deep samples were negative. During the follow-up prior to the arthroplasty reimplantation, plain radiographs are taken. The patient is allowed to walk with crutches and partial weight bearing [17].

The Conflict of Interest statement associated with this article can be found at <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2012.07.013>.

Reprint requests: Ester García Oltra, MD, Department of Orthopaedic Surgery, C/ Villarroel 170, Barcelona 08036, Spain.

0883-5403/2806-0028\$36.00/0 – see front matter © 2013 Elsevier Inc. All rights reserved.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2012.07.013>

Reimplantation (second stage) is considered only when the patient shows persistent normalization of erythrocyte sedimentation rate (ESR) and C-reactive protein (CRP) and the absence of any clinical symptom of infection for at least two weeks after discontinuation of antimicrobial therapy. In some patients the reimplantation of the arthroplasty is deemed to be medically unfit and others refused it. These patients did not tolerate continued partial weight bearing and they tend to use a Spacer-G like a definitive prosthesis walking with one crutch.

Further acetabular erosion was assessed by three staff members (GB, XG, XT) of the Hip Unit and radiology department. They compared properly centered postoperative anteroposterior radiographs of the pelvis after the first stage with properly centered preoperative anteroposterior pelvic radiographs obtained before the second stage. When the second stage was not performed the radiograph used was the last anteroposterior properly centered radiograph of the pelvis performed during the follow-up. The abovementioned staff members (GB, XG, XT) reviewed radiographs together and decided for each patient if additional acetabular erosion occurred or not. To assess the acetabular erosion the differences observed between the margin of the head of the spacer and the acetabular line were reviewed. The radiological classification of Baker [18] was applied to describe the acetabular erosion. Baker et al. described the acetabular erosion on the basis of radiographic appearance; grade 1 (no bone erosion), grade 2 (acetabular bone erosion and early migration), and grade 3 (protrusio acetabuli) [18] (Fig. 1). The Paprosky classification [19] was used to describe the acetabulum and femoral defects. The variables recorded were: gender, age, type of implant previous to the spacer, microorganism causative of infection, type and size of Spacer-G, mean time from the first and second-stage and mean time between compared radiographs.

## Results

A total of sixty nine patients with a hip infection treated with Spacer-G were reviewed and thirty five fulfill the criteria to be included in the study. Although all patients had radiological pictures available, only thirty five patients had anteroposterior pelvic radiograph properly centered that allow us to compare them. The rest of the patients had two radiographs but they were not comparable because in some of them, the projection was oblique or vertical. A vertical or oblique radiograph causes a false image of the acetabulum [20] which does not allow either to assess the degree of erosion acetabular compared with another radiograph.

There were sixteen males and nineteen females with a mean age of 72 years (range, 35–89 years). Thirty three patients had a prosthetic hip infection, one dynamic hip screw infection and one septic arthritis. Twenty one (60%) long spacers and fourteen (40%) short ones were used. The spacer head size was 46 in nine patients (25.71%), 54 in nineteen (54.29%) and 60 in seven (20%). The cultures obtained in the first stage were positive in twenty nine cases and negative in six. Regarding the isolated microorganisms there were: nine coagulase-negative staphylococci, five *Staphylococcus aureus*, four *Escherichia coli*, two *Pseudomonas aeruginosa*, two *Streptococcus viridans*, two *Candida albicans*, one *Salmonella*, one *Peptostreptococcus*, one *Klebsiella*, one *Serratia* and one *Corynebacterium*. The microorganisms isolated were sensitive to the gentamicin in the spacer in twenty six cases (89.66%) and the remaining three were resistant (10.34%). 79.31% of patients had a monomicrobial infection whereas the 20.29% had a polymicrobial one. In reference to acetabulum defects, we identified 9 Paprosky type I (25.71%), 3 IIA (8.57%), 5 IIB (14.29%), 11 IIC (31.43%), 5 IIIA (14.29%), 2 IIIB (5.71%) and femoral defects were 4 Paprosky type I (11.43%), 22 II (62.86%), 8 IIIA (22.86%), 1 IIIB (2.86%).



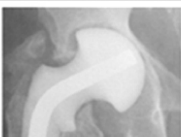

Grade	Radiographic appearance of Spacer-G
0 Normal, no erosion	
1 No bone erosion	
2 Acetabular bone erosion and early migration	
3 Protrusio acetabuli	

Fig. 1. The acetabular erosion grading system (Baker's classification for Spacer -G).



Fig. 2. (A) Postoperative radiograph after Spacer-G implantation. (B) Radiograph taken three months after surgery and before the second stage without acetabular erosion.

Thirty two patients underwent reimplantation within one year. The mean time from the first to second-stage was 5.09 months (range, 1–12 months). The mean time between the reviewed radiographs was 3.77 months (range, 1–9 months). According to Baker's classification the postoperative radiograph after the first stage showed grade 1 in nine patients, 2 in fourteen, and 3 in twelve. No acetabular erosion was observed in these patients in the preoperative radiograph before the reimplantation (Fig. 2). Twenty-eight non-cemented primary cups (Reflection of Smith-Nephew®, Delta One of Lima®), three Contour Acetabular Ring of Smith-Nephew® and one SPH Bilobo Cup of Lima® were implanted in the second stage. According to the type of acetabular defect, non cemented primary cups were used in nine patients with Paprosky type I, two with IIA, and four with IIB. In one patient with IIA defect, the second stage was not performed and in one patient with IIB defect a Contour Acetabular Ring was implanted. Non-cemented primary cups in combination with bone allograft were used in eleven patients with Paprosky type IIC and one patient with IIIA and IIIB defects respectively. On the other hand, two cases, with a Paprosky type IIIA, the surgery time was not performed. One Bilobo Cup was implanted in a patient with IIIA defect and two Contour Acetabular Rings were used in patients with IIIA and IIIB defects. After a mean follow-up of 48.24 (14 to 85) months thirty three patients have no recurrence of infection and ambulate without complaints whereas two patients developed recurrence of infection and it was necessary to perform a resection arthroplasty. One patient sustained a prosthesis dislocation and the cup was changed.

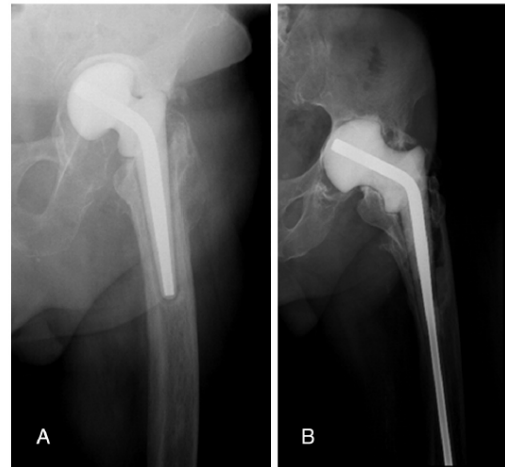


Fig. 3. (A) The radiograph shows a protrusion acetabuli in a patient that carried out the spacer fourteen months. (B) This radiograph of a patient who carried out the spacer seventy five months shows a protrusion acetabuli; note the acetabular erosion of the medial wall.

In three patients the second stage was not performed. The time between the radiographs was more than one year. The time between radiograph review in these three patients was fourteen, twenty five and seventy two months. All patients had radiological acetabular erosion seen on the last radiograph. In two cases, the head of the spacer was contained in the acetabular cavity with normal hip rotation center compared to the contralateral hip. There was no destruction of the acetabular roof but the latest radiograph showed severe medial acetabular erosion, thus: generating a protrusion acetabuli (Fig. 3). The two patients had grade 2 acetabular erosion on the postoperative radiograph and grade 3 in the last follow-up radiograph. These two patients refused the second-stage surgery and are walking with one crutch and total weight bearing. The third case was an infection due to *Candida*. In this case the head of the spacer was contained in the acetabular cavity but in a high hip rotation center on the first radiograph. The patient had grade 2 erosion on the postoperative radiograph. The acetabular remaining roof was worn by

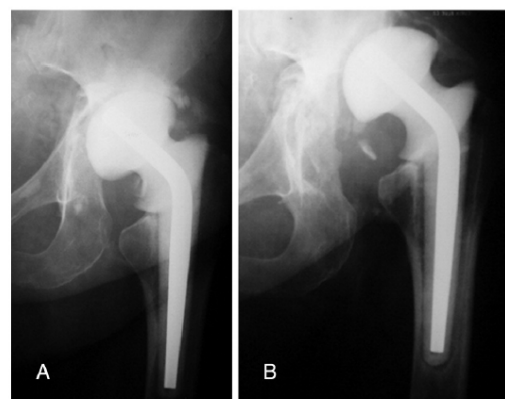


Fig. 4. (A) The radiograph shows the location of the spacer on initial radiograph. (B) Twenty five months later the acetabular roof was eroded and the spacer was subluxated.

the spacer's head during the follow-up generating a subluxation (Fig. 4). The fungal infection was not eradicated and received suppressive antifungal therapy. The patient presented with sepsis and a resection arthroplasty was performed. The patient died one month later related to medical causes.

## Discussion

Patients treated for chronic hip infection have acetabular bone defects due to the infection or maneuvers carried out for cup extraction during the first-stage. The objective of using spacers is to maintain function, mobilization, leg length, tissue planes in the acetabulum, in order to make the reimplantation of the acetabular cup easy [6]. Some authors have suggested that use of monoblock mobile spacers such as Spacer-G may result in additional bone erosion in the acetabulum [7], complicating the subsequent acetabular reimplantation. However there is no clear data supporting this statement.

To our knowledge, our study is the first one that analyzes radiological changes in the acetabulum after using a Spacer-G for the treatment of a chronic hip infection. The main finding was that patients with a Spacer-G for less than one year did not develop acetabular erosions. As it has been previously demonstrated in patients receiving a hemiarthroplasty, the development of acetabular erosions is associated with the activity level, age and time from prosthesis implantation [18,21]. Baker et al. observed acetabular erosion in twenty one of the thirty two hemiarthroplasties after a mean follow-up of thirty six months (range, 13–60 months) [18]. Our patients had the spacer less than one year, were old, had a low activity level and walked with partial weight using crutches during the interim period; therefore, the development of erosions was less predictable in our population.

During re-implantation, most patients received primary cups and only three acetabular rings and one jumbo cup were necessary in four patients. In these four patients the defects were already present at the moment of the acetabular cup resection during the first-stage and it was not possible to attribute these defects to the Spacer G. On the other hand, during re-implantation the surface of the acetabular cavity showed a medial, anterior, posterior and roof sclerosis. This remodeling made the acetabular component implantation easier. We think that the acetabular remodeling is caused by bone reaction as a result of the load from the spacer.

We observed acetabular erosion in those patients in whom the spacer was maintained for a long period of time (more than one year) in those patients where it was decided not to perform the second stage. These patients used the Spacer-G like a definitive arthroplasty and walked with one crutch. Indeed, Spacer-G has been designed as a provisional arthroplasty and it is recommended by manufactures to walk with partial weight. We think that the erosion was produced by the longer length of the time of implantation and non-compliance with the weight bearing restrictions recommended by manufactures. In these patients two patterns of acetabular erosion have been observed: 1) destruction of the medial wall of the acetabulum producing a protrusion acetabuli until the great trochanter and the spacer contact with the superior edge of the acetabulum, and 2) the destruction of the roof of the acetabulum.

The first pattern was observed in two patients in whom the head of the spacer was implanted in the normal hip central rotation with superior coverage as seen on the first radiograph. This pattern of acetabular erosion was described by Regis et al. in a patient that carried the Spacer-G for six years [22]. This pattern of bone loosening is similar to the one produced by hemiarthroplasties [18,21]. Therefore, the Spacer-G for more than one year is associated with an acetabular erosion similar to hemiarthroplasties. In the second

pattern of acetabular erosion, the spacer was implanted proximal to the normal hip center of rotation. In this case the infection was not controlled, so we think that the erosion was due to the presence of an active infection with an organism not sensitive to the antibiotic in the spacer.

The major limitation of our study was the retrospective design; however, the lack of information about this subject makes our study of clinical interest.

The conclusion of our study is that use of Spacer-G for less than one year is not associated with acetabular bone erosion if the patient is maintained at partial weight bearing, but if the Spacer-G is maintained for more time acetabular erosion is predicted.

## References

- [1] Etienne G, Waldman B, Rajadhyaksha AD, et al. Use of a functional temporary prosthesis in a two-stage approach to infection at the site of a total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85(Suppl 4):94.
- [2] Younger AS, Duncan CP, Masri BA, et al. The outcome of two-stage arthroplasty using a custom-made interval spacer to treat the infected hip. *J Arthroplasty* 1997;12:615.
- [3] Anagnostakos K, Fürst O, Kelm J. Antibiotic-impregnated PMMA hip spacers: current status. *Acta Orthop* 2006;77:628.
- [4] Muñoz-Mahamad E, Casanova L, Font L, et al. Septic arthritis of the hip caused by non-typical Salmonella after urinary tract infection. *Am J Emerg Med* 2009;27:373.e5.
- [5] Romanò CL, Romanò D, Meani E, et al. Two-stage revision surgery with preformed spacers and cementless implants for septic hip arthritis: a prospective, non-randomized cohort study. *BMC Infect Dis* 2011;11:129.
- [6] Jacobs C, Christensen CP, Berend ME. Static and mobile antibiotic-impregnated cement spacers for the management of prosthetic joint infection. *J Am Acad Orthop Surg* 2009;17:356.
- [7] Biring GS, Kostamo T, Garbuz DS, et al. Two-stage revision arthroplasty of the hip for infection using an interim articulated Prostalac hip spacer: a 10- to 15-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Br* 2009;91:1431.
- [8] Romanò CL, Romanò D, Logoluso N, et al. Long-stem versus short-stem preformed antibiotic-loaded cement spacers for two-stage revision of infected total hip arthroplasty. *Hip Int* 2010;20:26.
- [9] Pattyn C, De Geest T, Ackerman P, et al. Preformed gentamicin spacers in two-stage revision hip arthroplasty: functional results and complications. *Int Orthop* 2011;35:1471.
- [10] Gil Gonzalez S, Marqués López F, Rigol Ramon P, et al. Two-stage revision of hip prosthesis infection using a hip spacer with stabilising proximal cementation. *Hip Int* 2010;20(Suppl 7):128.
- [11] Pignatti G, Nitta S, Rani N, et al. Two stage hip revision in periprosthetic infection: results of 41 cases. *Open Orthop J* 2010;4:193.
- [12] D'Angelo F, Negri L, Zatti G, et al. Two-stage revision surgery to treat an infected hip implant. A comparison between a custom-made spacer and a pre-formed one. *Chir Organi Mov* 2005;90:271.
- [13] Magnan B, Regis D, Biscaglia R, et al. Preformed acrylic bone cement spacer loaded with antibiotics: use of two-stage procedure in 10 patients because of infected hips after total replacement. *Acta Orthop Scand* 2001;72:591.
- [14] Bertazzoni Minelli E, Benini A, Magnan B, et al. Release of gentamicin and vancomycin from temporary human hip spacers in two-stage revision of infected arthroplasty. *J Antimicrob Chemother* 2004;53:329.
- [15] D'Angelo F, Negri L, Binda T, et al. The use of a preformed spacer in two-stage revision of infected hip arthroplasties. *Musculoskelet Surg* 2011;95:11.
- [16] Neumann DR, Hofstaedter T, List C, et al. Two-stage cementless revision of late total hip arthroplasty infection using a premanufactured spacer. *J Arthroplasty* 2012;27:1397.
- [17] Degen RM, Davey JR, Davey JR, et al. Does a prefabricated gentamicin-impregnated, load-bearing spacer control periprosthetic hip infection? *Clin Orthop Relat Res* 2012;470:2724.
- [18] Baker RP, Squires B, Gargan MF, et al. Total hip arthroplasty and hemiarthroplasty in mobile, independent patients with a displaced intracapsular fracture of the femoral neck. A randomized, controlled trial. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88:2583.
- [19] Paprosky WG, Perona PG, Lawrence JM. Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty. A 6-year follow-up evaluation. *J Arthroplasty* 1994;9:33.
- [20] Tannast M, Siebenrock KA, Anderson SE. Femoroacetabular impingement: radiographic diagnosis—what the radiologist should know. *Am J Roentgenol* 2007;188:1540.
- [21] Calder SJ, Anderson GH, Jagger C, et al. Unipolar or bipolar prosthesis for displaced intracapsular hip fracture in octogenarians: a randomised prospective study. *J Bone Joint Surg Br* 1996;78:391.
- [22] Regis D, Sandri A, Magnan B, et al. Six-year follow-up of a preformed spacer for the management of chronically infected total hip arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg* 2010;130:1111.





