

Revisión con técnica cemento sobre cemento en fracturas periprotésicas Vancouver B 2 W en pacientes de baja demanda funcional

Revision with cement-on-cement technique in Vancouver B 2 W periprosthetic fractures in patients with low functional demand

Marco Santiago Olmedo^{1,2}

Alberto López Reyes^{1,2}

Saúl Gutiérrez Rojas^{1,2}

Javier Gatica Carbonell^{1,2}

Juan Ribera Zabalbeascoa³

¹ Hospital Barros Luco Trudeau, Santiago de Chile.

² Departamento de Ortopedia y Traumatología, Universidad de Santiago de Chile.

³ Clínica COT Sevilla, España.

marco.santiago@usach.cl

Rev. S.And. Traum. y Ort., 2024; 41 (1/2): 41-48

Recepción: 06/06/2023. Aceptación: 19/11/2023

Resumen

Objetivo

La finalidad de este trabajo es proponer un tratamiento “más simple”, reproducible y técnicamente “menos exigente” para Fracturas Periprotésicas Femorales (FPF) Vancouver B 2 W en pacientes de baja demanda funcional utilizando un vástago diseñado para facilitar la técnica de cemento sobre cemento (CsC).

Abstract

Objective

The purpose of this work is to propose a "simpler", reproducible and technically "less demanding" treatment for Vancouver B 2 W Periprosthetic Femoral Fractures (FPF) in patients with low functional demand using a stem designed to facilitate the cement technique. on cement (CsC).

Materiales y métodos

Se revisaron los registros de cirugía de cadera identificando 2 pacientes de 86 y 99 años que se sometieron a revisión con técnica de CsC por FPF tipo B 2 W de la subclasificación propuesta para fracturas B 2 de Vancouver, los años 2019 y 2020. Se utilizó el vástago de revisión corto Exeter 44/00/125. La valoración funcional se realizó usando Harris Hip Score (HHS) 6 meses post cirugía.

Resultados

Los pacientes fueron dados de alta 6 y 10 días post cirugía. Se autorizó la carga parcial inmediata y ambos toleraron bipedestación previo al alta. El HHS a los 6 meses post-cirugía fue 70 en la paciente de 86 años y 67 en el paciente de 99 años.

Conclusión

La técnica de revisión de CsC utilizando un vástago diseñado para facilitar la misma, consideramos es una alternativa válida de manejo para FPF Vancouver B 2 W en pacientes de baja demanda funcional.

Palabras clave: Fractura de meseta tibial; Osteosíntesis; Infección; Enfoque multimodal; Manejo de tejidos blandos; Terapia con antibióticos.

Materials and methods

Hip surgery records were reviewed, identifying 2 patients aged 86 and 99 who underwent revision with the CsC technique by FPF type B 2 W of the proposed subclassification for Vancouver B 2 fractures, in the years 2019 and 2020. The Exeter 44/00/125 short revision stem was used. Functional assessment was performed using the Harris Hip Score (HHS) 6 months after surgery.

Results

The patients were discharged 6 and 10 days after surgery. Immediate partial loading was authorized and both tolerated standing up prior to discharge. The HHS at 6 months post-surgery was 70 in the 86-year-old patient and 67 in the 99-year-old patient.

Conclusion

We consider the CsC revision technique using a stem designed to facilitate it to be a valid management alternative for FPF Vancouver B 2 W in patients with low functional demand.

Keywords: Revision surgery; Cement in Cement; hip arthroplasty; Periprosthetic fracture..

Introducción

Las FPP alrededor de las artroplastias de cadera suelen clasificarse según la clasificación de Vancouver. ¹Las fracturas de la categoría B de Vancouver constituyen aproximadamente el 80% de las FPP. ²Este sistema ha sido ampliamente adoptado en la práctica clínica y recientemente se ha incorporado al Sistema de Clasificación Unificada (UCS), un amplio sistema de clasificación aplicable a las FPP alrededor de cualquier articulación. ³

Las opciones de tratamiento incluyen la fijación de la fractura con placa, solo si no hay dudas sobre la estabilidad del vástago (fracturas B1) ⁴.

Sin embargo, si el vástago está movilizado (tipo B2 y B3), se recomienda la revisión con un vástago femoral largo ⁵.

Muchos autores defienden el uso de vástagos largos no cementados para la revisión ^{6,7,8}. Sin embargo, las posibles desventajas de esta técnica incluyen el stress shielding proximal, la restricción en la carga de peso en el post operatorio inmediato y la necesidad de una adecuada reserva ósea diafisaria para lograr la fijación distal que evite su hundimiento precoz. También se pueden realizar revisiones con vástagos cementados ⁵ pero se ha sugerido reservar esta técnica para pacientes mayores con una reserva ósea escasa y un patrón de fractura que se pueda reducir anatómicamente ⁶.

Independientemente del vástago elegido la cirugía de revisión para las FPF de una prótesis cementada normalmente requiere la laboriosa tarea de retirar el manto de cemento existente. Una alternativa a ello es retener el manto de cemento bien fijo en la interfaz cemento hueso y utilizar la técnica de “cemento sobre cemento” (CsC) pudiendo así reducir el tiempo operatorio y las complicaciones, especialmente en pacientes de alto riesgo y ancianos.⁹

Recientemente se ha propuesto una subclasificación de las fracturas B 2 alrededor de componentes cementados diferenciando las B 2 W (donde el cemento está bien fijo al hueso) de las B 2 L (donde el cemento está suelto)¹⁰. Es útil diferenciar las fracturas B 2 W porque pueden tratarse exitosamente con cirugía de revisión con la técnica de CsC, lo que reduce tanto el tiempo quirúrgico como la necesidad de extracción del cemento, actitud potencialmente destructiva.¹¹

La finalidad de este trabajo es proponer un tratamiento “más simple”, reproducible y técnicamente “menos exigente” para las fracturas periprotésicas Vancouver B 2 W en pacientes de baja demanda funcional, utilizando un vástago diseñado para facilitar la técnica de CsC.

Materiales y métodos

Una revisión de los registros de cirugía de cadera de nuestro Equipo de Cadera y Pelvis identificó a 2 pacientes, a quienes se les realizó una

revisión con técnica de CsC, una mujer y un hombre de 86 y 99 años respectivamente. Los 2 se sometieron a revisiones con técnica de CsC por FPF tipo B 2 W de la subclasificación propuesta para las fracturas B 2 de Vancouver alrededor de componentes cementados¹⁰, entre el año 2019 y 2020.

La evaluación de la fractura se realizó en radiografías preoperatorias (Fig. 1). Las 2 fracturas periprotésicas eran de tipo espiroideas y secundarias a una caída de nivel intradomiciliaria de los pacientes. Ambos tuvieron una puntuación de la Sociedad Americana de Anestesiólogos (ASA) cifrada en ASA 3. Además, el paciente de 99 años vivía en una Residencia para personas mayores.

Ambas fracturas comprometían a vástagos Exeter y habían sido operadas en nuestra unidad a causa de una fractura subcapital de cadera habiendo realizado las cirugías primarias hace 6 y 3 años.

En la paciente de 86 años, se tuvo que realizar además la revisión del polietileno acetabular en el mismo acto quirúrgico de la revisión de CsC, realizando la cementación de éste a la copa metálica osteointegrada. Esta decisión se tomó intraoperatoriamente debido a la incompatibilidad entre ambos y a la verticalización de la copa, logrando una buena orientación del liner con la cementación. (Fig. 2)

Los pacientes se seleccionaron para la revisión CsC al valorar su edad, demanda funcional, comorbilidades, configuración de la fractura y el aspecto radiográfico e intraoperatorio de la interfaz hueso cemento.

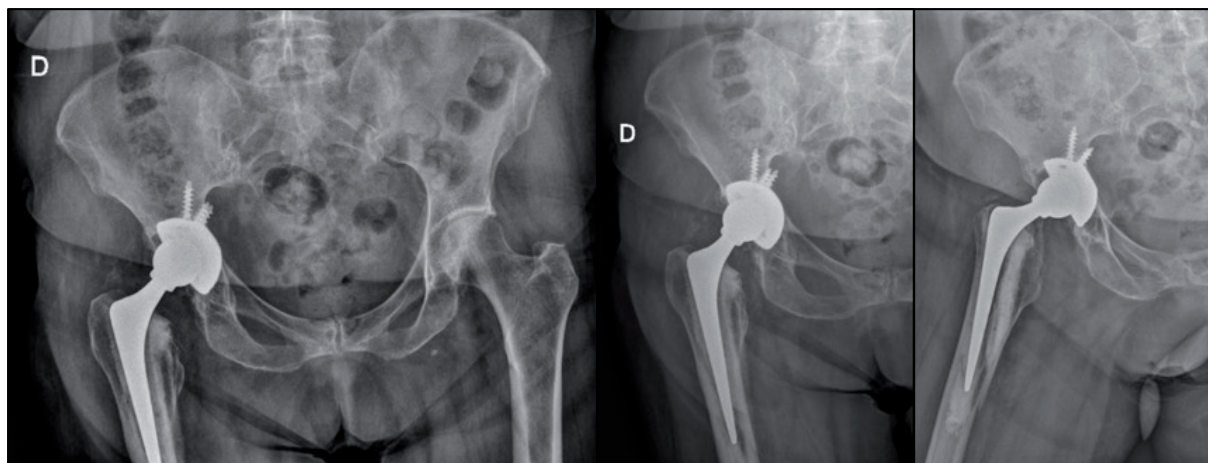


Figura 1. Radiografías de fractura Vancouver B 2 W previo a cirugía de revisión CsC.

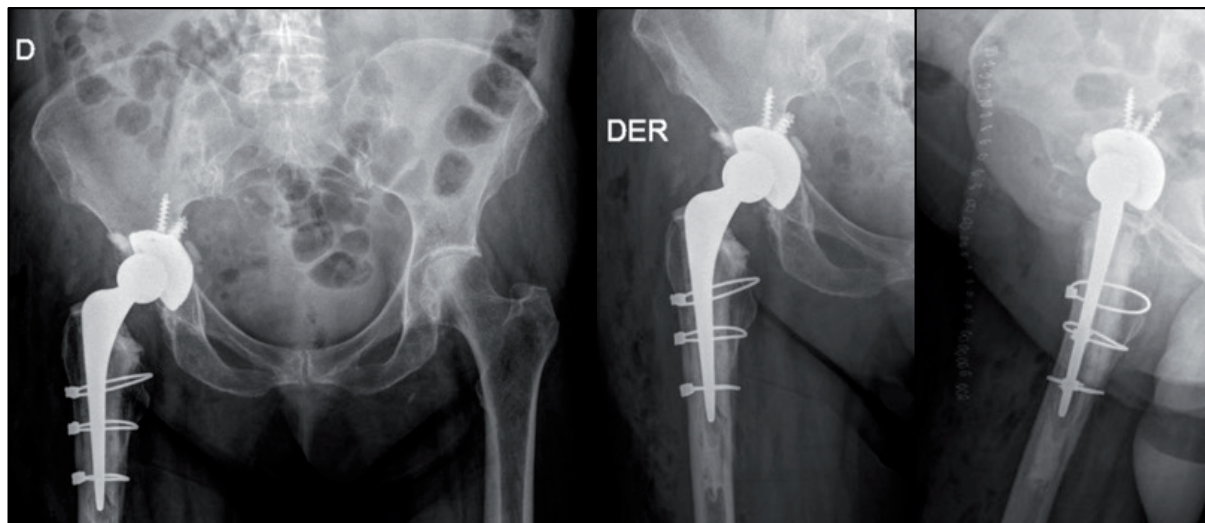


Figura 2. Radiografías de fractura Vancouver B 2 W post cirugía de revisión CsC.

Los 2 pacientes eran ancianos y tenían múltiples comorbilidades, lo que requería de un procedimiento quirúrgico lo más corto y poco agresivo posible utilizando el vástago de revisión corto Exeter 44/00/125 diseñado para facilitar la revisión CsC, teniendo con ello la seguridad de que el vástago se ajustaría sin problemas en el manto de cemento preexistente y no se requerirían gestos quirúrgicos adicionales.

Las fracturas tenían 2 fragmentos principales poco desplazadas sin conminución significativa. La interfaz hueso cemento en ambos casos fue considerada intraoperatoriamente estable en las 7 zonas de Gruen permaneciendo el cemento fijo a los fragmentos en dicha interfaz.

Al igual que en la primera cirugía, se realizó un abordaje lateral tipo Hardinge extendido a distal en decúbito lateral para la extracción del vástago y los fragmentos sueltos de cemento. Solo se retiraron los fragmentos de cemento sueltos y se conservó el cemento que estaba bien fijo a los fragmentos de la fractura. Como se planificó el uso de un vástago de revisión corto Exeter 44/00/125, no fue necesario eliminar más cemento para permitir la inserción del vástago y su correcta orientación. Se pudo utilizar el mismo restrictor distal de cemento preexistente. En ambos casos se realizó reducción anatómica de la fractura y luego la fijación con cerclajes de alambre y/o cables.

El vástago Exeter 44/00/125 se cementó sobre el manto de cemento preexistente utilizando técni-

cas de tercera generación siendo la inserción del vástago más precoz (entre los 2 a 3 min) que en la cementación de la cirugía primaria de rutina.

Los pacientes fueron controlados clínica y radiográficamente a las 2 semanas, 1, 3 y 6 meses y luego anualmente. Los resultados se evaluaron por el dolor, complicaciones, consolidación y funcionalidad. La consolidación de la fractura se determinó clínicamente como la capacidad de soportar peso con o sin ayuda técnica y radiográficamente por la presencia de callo que unía la fractura en 2 proyecciones radiográficas. Se calculó el Harris Hip Score (HHS) de ambos pacientes a partir de los 6 meses post cirugía de revisión.

Los controles y seguimiento fueron afectados a consecuencia de la Pandemia Covid 19.

Resultados

La estancia hospitalaria fue de 6 y 10 días respectivamente. Se autorizó la carga parcial de manera inmediata post cirugía tolerando ambos pacientes la bipedestación antes de ser dados de alta. En su primer control, ambos refirieron que se encontraban deambulando con ayuda de un andador y de un familiar en su domicilio. No hubo complicaciones en las heridas operatorias.

El HHS en el control a los 6 meses post cirugía fue de 70 en la paciente de 86 años y de 67 en el paciente de 99 años: éste, fue controlado por

última vez al año post cirugía pues posterior a ello se contactó vía telefónica con la familia quien informó de su fallecimiento por causas ajenas a la cirugía de cadera. La otra paciente sólo pudo ser controlada directamente hasta los 6 meses post cirugía, puesto que por la Pandemia Covid 19 fueron cancelados los controles ambulatorios refiriendo la familia, por vía telefónica, que la paciente se encontraba en buenas condiciones, deambulando con ayuda de una muleta y sin mayores inconvenientes al año de la cirugía.

La mayor limitación de este trabajo fue el bajo número de casos incluidos sumado a las complicaciones en el seguimiento de los pacientes debido a la Pandemia por COVID 19. Sin embargo, ambos pacientes tuvieron una buena evolución en relación con su cirugía de revisión mostrando ambos adecuados signos de consolidación y una favorable evolución clínica en relación a una buena tolerancia a la bipedestación y alivio del dolor, no registrando complicaciones en su evolución.

Discusión

Los primeros informes existentes en la literatura que describen el resultado clínico del uso de la técnica CsC en fracturas periprotésicas Vancouver B son los de Briant-Evans et. al en 2009 y Richards et. al en el año 2011.^{9,12}

Briant-Evans et al. describen el uso de esta técnica para fracturas Vancouver tipo B: retienen el cemento fijo y usan una fresa o escariador eléctrico para permitir la inserción de un vástago más largo asociando la fijación con placas o injertos en caso necesario.⁹ Si bien esta actitud es menos invasiva y exigente que las técnicas tradicionales, retirar el cemento bien fijo para permitir la inserción de una prótesis más larga puede aumentar el tiempo operatorio y las posibles complicaciones.¹³

Richards et al. describen una técnica CsC parecida para fracturas seleccionadas de tipo B2, pero con la diferencia frente a Briant-Evans et al. por usar un vástago de revisión más corto y pequeño que el vástago original, prescindiendo así de la necesidad de modificar el manto de cemento para insertar un vástago más largo¹².

La técnica descrita por Richards et al. está indicada para fracturas no conminutas con mantos

de cemento bien fijos y de buena calidad. Esta alternativa es más rápida y técnicamente menos exigente, lo que en teoría resulta en una menor pérdida de sangre y un menor riesgo de fractura iatrogénica durante la extracción del cemento, elementos muy importantes en el paciente anciano frágil. Los pasos básicos de la técnica son una reducción anatómica de la fractura conservando el manto de cemento, la verificación de la reducción seguido de una fijación rígida y finalmente una revisión femoral CsC¹².

Los 3 criterios fundamentales utilizados por Richards et al. para seleccionar a los pacientes candidatos a esta técnica son: 1) la existencia de un manto de cemento de buena calidad; 2) que dicho cemento, radiográficamente, parezca bien fijo al fémur y a los fragmentos de fractura y 3) que la FPP asiente en un paciente de baja demanda funcional. En esencia, se trata de una fractura alrededor de un vástago suelto, pero con un manto de cemento bien fijo. Es más probable que esto ocurra cuando el vástago es de diseño pulido de tal forma que se separó del cemento en el momento de la fractura sin interrumpir la interfaz cemento hueso. En la técnica de Richards et al. recomiendan el uso de un vástago más pequeño en tamaño y longitud que el vástago extraído para dejar espacio para el nuevo cemento pues si no se requeriría la extracción parcial de cemento para la inserción del implante. Dada la fijación rígida obtenida con la combinación de unión intramedular del manto de cemento y la fijación complementaria con cerclajes, cables, placas o aloinjertos de recubrimiento cortical, se permite la carga total de peso inmediatamente después de la cirugía¹².

Según Weinrauch et. al., la adhesión entre los mantos de cemento no se debe principalmente a una unión mecánica, sino que implica una interdigitación molecular basada en la difusión. Esto se produce por la introducción de cemento nuevo que contiene monómero en el cemento antiguo lo que produce la dispersión del monómero entre las cadenas de PMMA del antiguo manto. Con la polimerización posterior, se forma un “puente” químico entre las capas que contribuye significativamente a la resistencia y por ende, al éxito de la técnica CsC¹⁴.

Por lo descrito con anterioridad, es esperable que la introducción temprana de un nuevo cemen-

to que contiene monómero logre una reparación casi completa de las fracturas en el manto mediante el mismo mecanismo de interdigitación molecular. Esto se apoya en los hallazgos de mantos de cemento intactos después de la carga hasta la falla posterior a la fijación CsC en el trabajo de Brew et al. Ellos plantean la hipótesis de que esta columna rígida de cemento puede actuar como soporte estructural interno para la consolidación de la fractura¹³.

En el análisis biomecánico realizado por Brew et. al en 6 fémures de cadáver embalsamados, el torque de fractura primario medio fue de 117 Nm y el torque medio para la fractura después de la revisión CsC fue de 50 Nm¹³. Si bien fue significativamente más bajo que el torque de fractura primaria, todavía esta cifra se sitúa muy por encima del torque observado en un implante femoral en actividades de la vida diaria registrado en aproximadamente 23 Nm al subir escaleras y 15 Nm al levantarse de una posición sentada.¹⁵ Además, es esperable que el valor de torque para la fractura aumente a medida que ésta consolida, lo que indica que los pacientes podrían movilizarse de inmediato.¹³

Por otro lado, surge la inquietud del efecto de la carga cíclica en las interfaces del cemento, que es un factor importante que considerar en un ambiente in vivo. Con este motivo, Wilson et al. abordaron el problema realizando un trabajo consistente en la realización de una revisión de CsC con el vástago de Exeter en siete construcciones sobre sawbones a las que sometían a 1.000.000 de ciclos de carga a temperatura corporal. En ningún caso hubo delaminación o fallo del manto de cemento.¹⁶

Un punto importante a considerar cuando se realiza la técnica CsC es el dato constatado por Li et al. quienes demostraron que la contaminación con restos de sangre y médula ósea pueden producir una reducción de la resistencia del 85% al cizallamiento y del 80% a la tracción¹⁷. Por tanto, es fundamental asegurarse que el manto de cemento esté limpio y seco al realizar la técnica.

Las ventajas de la técnica CsC para el tratamiento de determinadas FPF tipo B de Vancouver incluyen un procedimiento técnicamente menos exigente, un tiempo operatorio más corto, un

menor riesgo de fractura iatrogénica y una menor pérdida de sangre. En casos seleccionados, el uso de un vástago más pequeño y más corto que “encaje” dentro del manto de cemento original aumenta estas importantes ventajas clínicas potenciales¹³.

Las fracturas alrededor de componentes de deslizamiento cónico pulidos cementados generalmente son causadas por una lesión rotacional combinada con una carga axial que produce una fractura espiroidea fruto de la cual, el componente femoral queda suelto en la interfaz prótesis cemento pero la interfaz cemento hueso permanece fija y la calidad ósea puede ser buena.¹¹ Estos patrones de fractura se han categorizado de manera inconsistente en la literatura como B1 y B2¹⁰. Esta observación ha llevado a la propuesta de una subclasificación de las fracturas B2 alrededor de componentes cementados en B 2 W (donde el cemento está bien fijo al hueso) y B 2 L (donde el cemento está suelto)¹⁰.

Es muy útil diferenciar las fracturas B 2 W porque pueden tratarse con éxito mediante revisión con la técnica de CsC¹⁸, lo que reduciría tanto el tiempo quirúrgico como la necesidad de extracción del cemento, con las potenciales desventajas ya mencionadas.¹¹

Maggs et. Al., en su revisión reciente de Enero del presente año, demostraron que en las fracturas periprotésicas B 2 W la Artroplastia de revisión con técnica CsC produce resultados favorables y puede anular la necesidad de retirar el cemento, gesto que consume mucho tiempo y es potencialmente destructivo concluyendo en su trabajo que las fracturas periprotésicas B 2 W se pueden manejar de manera fiable con la técnica de revisión CsC.¹¹

Otro punto importante que consideramos para la realización de este trabajo fue que en nuestro servicio, históricamente, se ha utilizado el vástago femoral Exeter (Stryker, Mahwah, Nueva Jersey), que es un vástago cementado sin collar de acero inoxidable, pulido, de doble cono, que se utiliza comúnmente en todo el mundo y así mismo, que teníamos disponibilidad del vástago de revisión corto Exeter 44/00/125 que se introdujo el año 2004 y que fue diseñado para facilitar la revisión femoral CsC. Este vástago es más delgado y 25

mm más corto que un vástago Exeter estándar de offset 44, y por tanto tiene la capacidad de entrar en el manto de cemento de todos los vástagos de la gama Exeter. Al ser más corto, reduce la necesidad de trabajar el manto de cemento pre-existente lo que facilita una inserción más distal del vástago dentro del antiguo manto de cemento para equilibrar la longitud de las piernas y la tensión de los tejidos blandos. El cuerpo más delgado reduce o elimina la necesidad de remover cemento para la introducción del nuevo vástago y el espacio alrededor da la posibilidad de ajustar la versión si es necesario¹⁹.

Atendiendo a los trabajos de Briant-Evans et. al⁹ y Richards et. al², los resultados recientes alentadores de Maggs et. al¹¹ where surgical management consisted of revision surgery. Data regarding initial injury, intraoperative findings, and management were prospectively collected. Patient records and serial radiographs were reviewed to determine fracture classification, whether the bone cement was well fixed (B2W y con el sustento biomecánico de los trabajos de Brew et. al¹³ y Wilson et. al¹⁶ sumado al análisis realizado por Weinrauch et. al¹⁴, creemos que es posible proponer que en las FPF Vancouver B 2 W en pacientes de baja demanda funcional se pueden tratar con técnica CsC con un vástago más corto y pequeño, lo que se traduce en una cirugía “más simple”, reproducible y técnicamente “menos exigente”.

Los 2 pacientes de este trabajo que recibieron el tratamiento planteado presentaron una buena evolución en lo relacionado a la cirugía de cadera mostrando adecuados signos de consolidación y una favorable evolución clínica con buena tolerancia a la bipedestación y alivio del dolor.

Conclusión

La técnica de revisión de CsC utilizando un vástago específico diseñado para facilitar la misma es una alternativa válida de manejo para FPF Vancouver B 2 W en pacientes de baja demanda funcional. Se requiere el desarrollo de nuevos trabajos que permitan aumentar el número de pacientes y mejorar el seguimiento para poder afirmar con mayor certeza lo que se plantea en el nuestro.

Conflicto de Interés

El autor declara que no tiene conflicto de interés con el contenido del artículo.

Bibliografía

1. Duncan CP, Masri BA. Fractures of the femur after hip replacement. *Instr Course Lect*. 1995;44:293-304.
2. Lindahl H, Malchau H, Herberts P, Garellick G. Periprosthetic Femoral Fractures. *The Journal of Arthroplasty*. 2005;20(7):857-865. doi:10.1016/j.arth.2005.02.001
3. Duncan CP, Haddad FS. The Unified Classification System (UCS): improving our understanding of periprosthetic fractures. *The Bone & Joint Journal*. 2014;96-B(6):713-716. doi:10.1302/0301-620X.96B6.34040
4. Lindahl H, Malchau H, Odén A, Garellick G. Risk factors for failure after treatment of a periprosthetic fracture of the femur. *The Journal of Bone and Joint Surgery British volume*. 2006;88-B(1):26-30. doi:10.1302/0301-620X.88B1.17029
5. Tsiridis E, Narvani AA, Haddad FS, Timperley JA, Gie GA. Impaction femoral allografting and cemented revision for periprosthetic femoral fractures. *The Journal of Bone and Joint Surgery British volume*. 2004;86-B(8):1124-1132. doi:10.1302/0301-620X.86B8.14854
6. Springer BD, Berry DJ, Lewallen DG. TREATMENT OF PERIPROSTHETIC FEMORAL FRACTURES FOLLOWING TOTAL HIP ARTHROPLASTY WITH FEMORAL COMPONENT REVISION: *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*. 2003;85(11):2156-2162. doi:10.2106/00004623-200311000-00015
7. Duwelius PJ, Schmidt AH, Kyle RF, Talbott V, Ellis TJ, Butler JBV. A prospective, modernized treatment protocol for periprosthetic femur fractures. *Orthopedic Clinics of North America*. 2004;35(4):485-492. doi:10.1016/j.ocl.2004.05.001
8. O'Shea K, Quinlan JF, Kutty S, Mulcahy D, Brady OH. The use of uncemented extensively porous-coated femoral components in the management of Vancouver B2 and B3 periprosthetic femoral fractures. *The Journal of Bone and Joint Surgery British volume*. 2005;87-B(12):1617-1621. doi:10.1302/0301-620X.87B12.16338
9. Briant-Evans TW, Veeramootoo D, Tsiridis E, Hubble MJ. Cement-in-cement stem revision for Vancouver type B periprosthetic femoral fractures after total hip arthroplasty: A 3-year follow-up of 23 cases. *Acta Orthopaedica*. 2009;80(5):548-552. doi:10.3109/17453670903316827
10. Crawford RW, Whitehouse SL, Brew CJ, Wilson LJ, Hubble MJW. Author Reply: Cement-In-Cement Revision for Selected Vancouver Type B1 Femoral Periprosthetic Fractures: A Biomechanical Analysis. *The Journal of Arthroplasty*. 2013;28(8):1446-1447. doi:10.1016/j.arth.2013.05.021

11. Maggs JL, Swanton E, Whitehouse SL, et al. B2 or not B2? That is the question: a review of periprosthetic fractures around cemented taper-slip femoral components. *The Bone & Joint Journal*. 2021;103-B(1):71-78. doi:10.1302/0301-620X.103B1.BJJ-2020-0163.R1
12. Richards CJ, Duncan CP, Crawford RW. Cement-in-Cement Femoral Revision for the Treatment of Highly Selected Vancouver B2 Periprosthetic Fractures. *The Journal of Arthroplasty*. 2011;26(2):335-337. doi:10.1016/j.arth.2010.03.014
13. Brew CJ, Wilson LJ, Whitehouse SL, Hubble MJW, Crawford RW. Cement-in-Cement Revision for Selected Vancouver Type B1 Femoral Periprosthetic Fractures: A Biomechanical Analysis. *The Journal of Arthroplasty*. 2013;28(3):521-525. doi:10.1016/j.arth.2012.08.016
14. Weinrauch PC, Bell C, Wilson L, Goss B, Luton C, Crawford RW. Shear Properties of Bilaminar Polymethylmethacrylate Cement Mantles in Revision Hip Joint Arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty*. 2007;22(3):394-403. doi:10.1016/j.arth.2006.04.010
15. Kotzar GM, Davy DT, Berilla J, Goldberg VM. Torsional loads in the early postoperative period following total hip replacement. *J Orthop Res*. 1995;13(6):945-955. doi:10.1002/jor.1100130620
16. Wilson LJ, Bell CGR, Weinrauch P, Crawford R. In Vitro Cyclic Testing of the Exeter Stem After Cement Within Cement Revision. *The Journal of Arthroplasty*. 2009;24(5):789-794. doi:10.1016/j.arth.2008.02.014
17. Li PL, Ingle PJ, Dowell JK. Cement-within-cement revision hip arthroplasty; should it be done? *J Bone Joint Surg Br*. 1996;78(5):809-811.
18. Duncan WW, Hubble MJW, Howell JR, Whitehouse SL, Timperley AJ, Gie GA. Revision of the cemented femoral stem using a cement-in-cement technique: A FIVE- TO 15-YEAR REVIEW. *The Journal of Bone and Joint Surgery British volume*. 2009;91-B(5):577-582. doi:10.1302/0301-620X.91B5.21621
19. Woodbridge AB, Hubble MJ, Whitehouse SL, Wilson MJ, Howell JR, Timperley AJ. The Exeter Short Revision Stem for Cement-in-Cement Femoral Revision: A Five to Twelve Year Review. *The Journal of Arthroplasty*. 2019;34(7):S297-S301. doi:10.1016/j.arth.2019.03.035