



S.A.T.O.

# Revista SATO

Sociedad Andaluza de Traumatología y Ortopedia

ISSNe-1578-9756

Volumen 37

Numero 2 | Abril-Junio 2020

## EDITORIAL

- 6 Los traumatólogos andaluces ante la crisis del COVID-19

## ARTÍCULOS DE REVISIÓN

- 8 El Test de Constant-Murley como método de valoración clínica para el seguimiento de las fracturas de extremidad proximal del húmero. Revisión y controversias
- 17 Beneficios de la navegación en la artroplastia de rodilla. Artículo de Revisión

## ARTÍCULOS ORIGINALES

- 28 Relación entre delirium postoperatorio y mortalidad tras la cirugía de fractura trocantérica en el paciente anciano
- 36 Efecto de la aplicación del software de chat de teléfonos inteligentes en el seguimiento de pacientes con fractura de cadera
- 44 EL colgajo de Cóndilo Femoral en la reconstrucción de defectos óseos y pseudoartrosis de la mano
- 58 Impresión 3D para la planificación preoperatoria avanzada en cirugía ortopédica y traumatología

## OTRAS NOTICIAS

- 69 Como evitar Adlatum en las osteotomías con Fijación Externa Monolateral

[www.portalsato.es](http://www.portalsato.es)





**DISTRIBUÍDO EXCLUSIVAMENTE EN  
ANDALUCÍA POR**

**Grupo**



**Vortrom**  
ANDALUCÍA



# Revista de la Sociedad Andaluza de Traumatología y Ortopedia

Volumen 37

Numero 2 | Abril-Junio 2020

ISSN-0212-0771

ISSNe-1578-9756

## SOCIEDAD ANDALUZA DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEdia (SATO)

### Junta Directiva

#### Presidencia

José Luis Martínez Montes

#### Presidencia Fundación SATO

Manuel Mesa Ramos

#### Secretaría

Gristina Garvayo Merino

#### Tesorería

Ricardo Mena-Bernal Escobar

#### Vocalía de Formación, Docencia e investigación

Juan José Ballester Alfaro  
Juan de Dios Navarrete Jiménez

#### Delegado de Senado

Fernando López Vizcaino

#### Vocalía de Relaciones con las Instituciones

Luis Silva Gallardo

#### Vocalía de Sociedades afines

Miguel Cuadros Romero

#### Vocalía Relaciones C.O.M.

Manuel Zabala Gamarra

#### Vocalía Práctica PRIVADA

José Ángel Ruiz Molina  
Rafael López Arévalo

#### Dirección Revista

Plácido Zamora Navas

#### Redactor Jefe Revista SATO

Tomás Álcantara Martos

#### Vocales Provinciales

*Almería* Eva López Sorroche  
*Cádiz* Juan José Domínguez Fernández  
*Córdoba* Alberto Izquierdo Fernández  
*Granada* Rosa Rodríguez Espejo  
*Huelva* Marisol Martínez Vázquez  
*Jaén* Raúl Alcántara Buendía  
*Málaga* Ana Cerván de la Haba  
*Sevilla* Macarena Lopez Pliego

**Director:** Plácido Zamora Navas

**Redactor Jefe:** Tomás Álcantara Martos

#### Comité Científico:

Juan José Ballester Alfaro. *Hospital Universitario Puerto Real (Puerto Real. Cádiz)*  
Pedro Carpintero Benítez. *Hospital Universitario Reina Sofía (Córdoba)*  
Gabriel Domecq Fernández de Bobadilla. *Hospital Virgen del Rocío (Sevilla)*  
Enrique Guerado Parra. *Hospital Costa del Sol (Marbella, Málaga)*  
Manuel Zabala Gamarra. *Clínica Dr. Zabala. Granada*

#### REVISTA DE LA SOCIEDAD ANDALUZA DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEdia

Dirigida a traumatólogos, cirujanos ortopédicos y especialistas afines.

Edita. Sociedad Andaluza de Traumatología y Ortopedia

Maquetación: DAVESA creativo

ISSN: 0212-0771 - Depósito Legal: M-14.279-1981

Secretaría: Avda. Kansas City, 9 Edif. Realía Pta. 1ª - 1bis 41007 Sevilla

Pediodicidad: Semestral - Revista electrónica: <http://www.portalsato.es/publicaciones-sato/revista-sato.html>

De acuerdo con lo contemplado en la Ley 15/1999, de 13 de diciembre, le informamos que sus datos personales formen parte del fichero automatizado de SATO. Usted tiene la posibilidad de ejercer los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición en los términos establecidos en la legislación vigente, dirigiendo su solicitud por escrito a: SATO. Avda. Kansas City, 9 Edif. Realía Pta. 1ª - 1bis 41007 Sevilla.



# Revista de la Sociedad Andaluza de Traumatología y Ortopedia

Volumen 37

Numero 2 | Abril-Junio 2020

ISSN-0212-0771

ISSNe-1578-9756

## Sumario

### EDITORIAL

- Los traumatólogos andaluces ante la crisis del COVID-19**  
*Fernando López Vizcaya*..... 6

### ARTÍCULOS DE REVISIÓN

- El Test de Constant-Murley como método de valoración clínica para el seguimiento de las fracturas de extremidad proximal del húmero. Revisión y controversias**  
*Rocío Martínez Sola, Julieta Ruiz-Rico, Fernando Santonja Medina y Francisco Martínez Martínez*..... 8

- Beneficios de la navegación en la artroplastia de rodilla. Artículo de Revisión**  
*Juan Miguel Gómez Palomo, Ana Martínez Crespo, Manuel y Rafael Fernández Hijano*..... 17

### ARTÍCULOS ORIGINALES

- Relación entre delirium postoperatorio y mortalidad tras la cirugía de fractura trocantérica en el paciente anciano**  
*Carlos Jiménez Garrido, Francisco Javier Duran Garrido, Manuel Rafael Fernández Hijano, Rodrigo Viquez Da Silva, Ines Rodríguez Delourme, Juan Miguel Gómez Palomo y Placido Zamora Navas*..... 28

- Efecto de la aplicación del software de chat de teléfonos inteligentes en el seguimiento de pacientes con fractura de cadera**  
*Shuai-Shuai Gao, Wen-Ting Zhang, Guo-Xun Zhang y Aurelio Borrás Verdera* ..... 36

- El colgajo de Cóndilo Femoral en la reconstrucción de defectos óseos y pseudoartrosis de la mano**  
*Laura Gutiérrez Roca, José Manuel Rodríguez Vegas, Ana de Juan Huelves, Arturo Vela Lasagabaster, Paula Delgado Giraldo y Pablo Benito Duque*..... 44

- Impresión 3D para la planificación preoperatoria avanzada en cirugía ortopédica y traumatología**  
*Voltes-Martínez, Ana; De La Concepción-Ruiz, Eva; López-Puerta, José María y Andrés-Cano, Pablo*..... 58

### OTRAS NOTICIAS

- Como evitar Adlatum en las osteotomías con Fijación Externa Monolateral**  
*Pedro Gonzalez Herranz, Xoan García Fuentes y Ángel López González* ..... 69



# Revista de la Sociedad Andaluza de Traumatología y Ortopedia

Volume 37

Number 2 | April-June 2020

ISSN-0212-0771

ISSNe-1578-9756

## Contents

### EDITORIAL

#### Andalusian traumatologist in the face of the COVID-19 crisis

*Fernando López Vizcaya* ..... 6

### REVIEW ARTICLES

#### The Constant-Murley Test as a clinical assessment method for monitoring proximal humerus fractures: Review and controversies

*Rocío Martínez Sola, Julieta Ruiz-Rico, Fernando Santonja Medina y Francisco Martínez Martínez* ..... 8

#### Benefits of computer-assisted navigation in knee arthroplasty. Review

*Juan Miguel Gómez Palomo, Ana Martínez Crespo, Manuel y Rafael Fernández Hijano* ..... 17

### ORIGINAL PAPERS

#### Relationship between postoperative delirium and mortality after trochanteric fracture surgery in elderly patients

*Carlos Jiménez Garrido, Francisco Javier Duran Garrido, Manuel Rafael Fernández Hijano, Rodrigo Viquez Da Silva, Ines Rodríguez Delourme, Juan Miguel Gómez Palomo y Placido Zamora Navas* ..... 28

#### Application of the smartphone chat software in the monitoring of patients with hip fracture

*Shuai-Shuai Gao, Wen-Ting Zhang, Guo-Xun Zhang y Aurelio Borrás Verdadera* ..... 36

#### Reconstruction of bone gaps and recalcitrant nonunions: the role of the femoral condyle flap

*Laura Gutiérrez Roca, José Manuel Rodríguez Vegas, Ana de Juan Huelves, Arturo Vela Lasagabaster, Paula Delgado Giraldo y Pablo Benito Duque* ..... 44

#### 3D printing for advanced preoperative planning in orthopaedic surgery and traumatology

*Voltes-Martínez, Ana; De la Concepción-Ruiz, Eva; López-Puerta, José María y Andrés-Cano, Pablo* ..... 58

### OTHER NEWS

#### How to avoid adlatum in osteotomies with monolateral external fixation

*Pedro Gonzalez Herranz, Xoan García Fuentes y Ángel López González* ..... 69



## Los traumatólogos andaluces ante la crisis del Covid-19

López Vizcaya, Fernando

*Senador de la SATO*

*Rev. S. And. Traum. y Ort., 2020; 37 (2/4): 06-07*

No creo que haya dudas sobre las ventajas que tiene la globalización en casi todo lo que se refiere al desarrollo de la sociedad humana. El movimiento y acercamiento entre los pueblos y países, la distribución general de los conocimientos científicos y no científicos, la idea de que, por primera vez en la historia de la humanidad nos sentimos todos como viajeros de un mismo barco, son sólo algunos ejemplos de estas ventajas.

Pero también hay inconvenientes, de tipo social, de seguridad, y otros muchos, entre los que destacaremos la posibilidad de que un virus que apareció en una región de China en diciembre de 2019, se propagase como lo ha hecho por todo el mundo y QUE, por su enorme morbilidad y mortalidad, trastocase todos los planes sanitarios, sociológicos y comerciales incluso hasta llegar a cambiar completamente el paradigma del desarrollo de la vida diaria en todos los aspectos tal como los habíamos entendido hasta el momento.

No vamos a comentar el enorme papel que la sanidad, y particularmente que la medicina representa en este momento. Pero sí nos planteamos dos cuestiones: ¿Cómo afecta esta situación a los

traumatólogos en general y a los andaluces en particular? ¿Y qué puede aportar la SATO en este estado excepcional?

Las dos primeras cuestiones, se solapan. Los problemas planteados son comunes en todos los países y regiones y la gestión de los mismos por los organismos oficiales no es el asunto que debamos debatir ahora nosotros. Nos importa saber en qué nos está afectando en los aspectos referentes a nuestra especialidad. Y nos afecta y mucho; Cierre de quirófanos, Cierre de Salas de Hospitalización, disminución de las camas en UCI, Anulación o disminución de las visitas presenciales y de actividades como la fisioterapia, llegando incluso al compromiso con el nivel de contacto con los pacientes en las consultas o en las exploraciones. Una verdadera ruptura en la relación médico-paciente.

Ello ha condicionado la disminución significativa del número de cirugías traumatológicas, el aumento de las listas de espera y lo más importante: la precariedad posible en la calidad de los servicios prestados en un clima de precaución e incluso de rechazo, con los consiguientes proble-

mas de diagnóstico y de tratamiento.

Por otro lado, nos ha afectado en lo referente a la docencia, a la formación continuada y a la investigación, habiéndose tenido que suspender todas las reuniones científicas, congresos, y cursos presenciales. Y con decisiones como la derivación de Médicos Internos Residentes y en ocasiones a especialistas, al desempeño de tareas relacionadas con el virus, y alejadas de su ámbito de competencias y necesidades.

Hemos perdido además, uno de los fines importantes de nuestras reuniones; el contacto directo persona a persona con los compañeros andaluces, y con los colegas italianos y marroquíes.

La SATO puede, y de hecho lo hace, representar un papel fundamental ante toda esta problemática. Mediante comunicados, ha advertido a los traumatólogos andaluces las recomendaciones

ante la pandemia desde un punto de vista práctico. Comunica continuamente los cursos on line que se celebran en nuestra comunidad o fuera de ella que nos pueden interesar. Con el uso de nuestra página web, y sobre todo, mediante los múltiples cursos, masters y reuniones propios programados on line, así como mediante la decisión de celebrar el próximo congreso en su fecha de la misma forma no presencial, y manteniendo abierta en todo momento, la capacidad y disposición para toda iniciativa al respecto por parte de todos los nuestros socios.

Los traumatólogos andaluces tienen una larga labor cuesta arriba en la situación en la que nos encontramos, y tienen en la SATO un instrumento que puede contribuir a minimizar algunos aspectos de la terrible realidad que nos ha tocado vivir.

# El Test de Constant-Murley como método de valoración clínica para el seguimiento de las fracturas de extremidad proximal del húmero: Revisión y controversias

## *The Constant-Murley Test as a clinical assessment method for monitoring proximal humerus fractures: Review and controversies*

Martínez Sola, Rocío  
Ruiz-Rico Gómez, Julieta  
Martínez Martínez, Fernando  
Santonja Medina, Francisco

Complejo Hospitalario Torrecárdenas. Almería, España.

[rociomsola@hotmail.com](mailto:rociomsola@hotmail.com)

Rev. S. And. Traum. y Ort., 2020; 37 (2/4): 08-16

Recepción: 20/01/2020. Aceptación: 23/05/2020

### Resumen

#### Introducción

La escala de Constant, también conocida como test de Constant-Murley, es una de las herramientas más utilizadas para evaluar la capacidad funcional del hombro que ha demostrado ser útil específicamente para evaluar los resultados clínicos en artroplastia del hombro, reparación del manguito rotador, capsulitis adhesiva y fracturas del húmero proximal. Estudios previos han mostrado diferencias en la aplicación del test según grupos de población (edad y sexo) o tipo de patología; así como resultados pobres de fiabilidad y reproducibilidad.

### Abstract

#### Introduction

*The Constant scale, also known as the Constant-Murley test, is one of the most widely used tools to evaluate the functional capacity of the shoulder, which has been shown to be specifically useful for evaluating clinical results in shoulder arthroplasty, rotator cuff reparations, adhesive capsulitis and proximal humerus fractures. Previous clinical trials have shown the different use of this test depending on the population groups (age and sex), the type of the rotator cuff pathology, and the poor results of the reliability and the test reproduction.*

Los objetivos del presente estudio son la presentación de nuestra experiencia con la aplicación del test en 36 pacientes con fracturas de la extremidad proximal del húmero, y la revisión de la bibliografía con respecto al empleo del test basándonos en la evidencia psicométrica, la validez, la capacidad de disminuir los sesgos en cuanto a grupos de población y patología previa de dicha articulación, y la valoración de las diferencias intra e interobservador.

## Material y Métodos

Se realizó una revisión bibliográfica que incluyó un total de 30 artículos publicados entre los años 1969 y 2018. Aplicamos el test para el seguimiento clínico y funcional de tres líneas terapéuticas diferentes en pacientes con fractura de la extremidad proximal del húmero.

## Resultados

La falta de estandarización en cuanto a la medición de los parámetros que conforman el test genera dificultad en la ejecución e interpretación de los resultados. La cuantificación de las rotaciones interna y externa mediante gestos funcionales no permite cuantificar de forma precisa el rango articular, y el parámetro fuerza tiene gran variabilidad de medición e interpretación según los evaluadores, sin criterios definidos.

## Discusión

Esta revisión respalda el uso del test de Constant para seguimiento clínico de la patología del hombro y protocolos de investigación específicos, pero subraya la necesidad de una mayor estandarización para realizar el procedimiento de medición de rangos articulares y fuerza y la precaución al interpretar las puntuaciones.

## Conclusiones

El test de Constant-Murley es de fácil aplicabilidad clínica y ofrece ventajas en el seguimiento de diversas patologías del hombro, pero su falta de estandarización en cuanto a la medición de los ítems que lo conforman lo hace poco reproducible, en especial respecto al parámetro fuerza. Existe un vacío de evidencia respecto a las propiedades psi-

*The aim of this article is to show our experience with the test application in 36 patients with proximal humerus fractures, and the review of the present literature about the use of the scale based on the psychometric evidence, on the validity, and on the try to decrease the bias relating to the population groups, the previous shoulder pathology and the differences asses in the observer variation.*

*Material And Methods: We have reviewed the actual literature and included 30 published articles between 1969 and 2018. We have applied the test for the clinical and functional follow-up of 3 different treatments in patients with proximal humerus fracture.*

## Results

*The lack of the standardization of the parameters measurement makes it difficult to execute and interpret the results. The quantification of the internal and external rotation through functional movement, doesn't allow to specify the articular range, and the strength has wide measurement and interpretation variability depending on the explorers, without specific judgments.*

## Discussion

*This review supports the use of the Constant test for the clinical follow up of the shoulder pathology, and the specific investigation protocols, but shows the necessity of better standardization for the joint ranges measurement and strength; making important the precaution in the score interpretation.*

## Conclusion

*The Constant-Murley test is easy to apply and offers advantages in the follow-up of different shoulder pathologies, but the lack of the standardization in the items measurement makes that difficult to reproduce, specially at the strength. There is no evidence about the most important psychometric properties, such as validity, the detectable minimal change, and the minimal clinical difference.*

*It would be necessary to constitute tables adjusted to the age and sex of each population, for the results would be optimal; and improve the*

cométricas más importantes del test, como la validez del contenido, el cambio mínimo detectable y la diferencia mínima clínicamente importante.

Sería necesario la conformación de tablas normalizadas ajustadas a edad y sexo de cada población, para que los resultados de la realización del test fueran óptimos. Así como mejorar la concordancia intra e interobservador para mejorar la comparación de los resultados, tanto del mismo paciente, como del paciente con la población a la que pertenece.

**Palabras clave: Constant, hombro, fractura**

*agreement between observers for the better comparison of the results, as the same patient as the population which it belongs to.*

**Keywords:** *Constant, shoulder, fracture.*

## INTRODUCCIÓN

La escala de Constant, también conocida como test de Constant-Murley fue publicada originalmente en 1987<sup>3</sup> por la Sociedad Europea de Cirujanos de Hombro y Codo (SECEC) y revisada posteriormente en 2008<sup>4</sup>. Se diseñó como un método para comparar la función del hombro antes y después de un tratamiento. El test combina el examen físico (65 puntos) con la evaluación subjetiva del paciente (35 puntos). La puntuación máxima es de 100 puntos, siendo de 90 a 100 excelente, de 80 a 89 buena, de 70 a 79 media e inferior a 70 pobre<sup>3,5</sup>.

El sistema de puntuación de Constant asigna gran relevancia al rango de movilidad y a la fuerza muscular, por lo que ha demostrado ser útil específicamente para evaluar los resultados clínicos en artroplastia del hombro, reparación del manguito rotador, capsulitis adhesiva y fracturas del húmero proximal. Sin embargo, no ha mostrado ser lo suficientemente sensible para el seguimiento de la inestabilidad en el hombro<sup>1,6,7,8,9</sup>.

Aunque es el test más usado en la evaluación funcional de la articulación del hombro<sup>1,9,10</sup>, su especificidad y sensibilidad son un tema controvertido. Se han detectado déficits metodológicos en la aplicación del test desde su publicación, diversos autores han mostrado su falta de estandarización y/o validación<sup>1,2,7,9,10,11,12</sup>.

Los objetivos del presente trabajo son la presentación de nuestra experiencia con la aplicación del test en 36 pacientes con fracturas de la

extremidad proximal del húmero, y la revisión de la bibliografía con respecto al empleo del test basándonos en la evidencia psicométrica, la validez, la capacidad de disminuir los sesgos en cuanto a grupos de población y patología previa de dicha articulación, y la valoración de las diferencias intra e interobservador.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos Uptodate, Pubmed, Embase y Cochrane, con los descriptores “Constant”, “Constant-Murley score”, “validation”, “shoulder measures”, “shoulder validation”. El filtro del idioma fue aplicado para los trabajos publicados en español e inglés. Se seleccionaron trabajos publicados de mayor aplicabilidad clínica y relevancia metodológica, excluyendo series de casos y opiniones de expertos en patología del hombro. La revisión incluyó un total de 28 artículos publicados entre los años 1969 y 2018.

Aplicamos el test para el seguimiento clínico y funcional de tres líneas terapéuticas diferentes en pacientes con fractura de la extremidad proximal del húmero. La muestra la constituyeron 36 pacientes divididos en tres grupos según el método de tratamiento empleado. El primer grupo siguió tratamiento conservador, el segundo fue tratado mediante osteosíntesis, y el tercero con hemiartroplastia de hombro.

*Valoración del dolor:* El test de Constant recoge el promedio de dos valores, medidos en dos

escalas diferentes. La primera de ellas en cuatro grados y la segunda en una escala de cero a quince. La pregunta formulada en las consultas de seguimiento se ha correspondido con el grado más intenso de dolor experimentado en las actividades de la vida cotidiana en las últimas semanas.

*Medición de la capacidad de realizar las actividades de la vida diaria:* En este apartado, el test mide la limitación funcional mediante cuatro preguntas sencillas. Se valoran las limitaciones de la vida diaria y deportiva, así como del descanso nocturno, a causa del dolor en el hombro. También se evalúa la capacidad para elevar el brazo al coger un objeto. Estas cuatro preguntas suponen un 20% de la puntuación total del test.

*Valoración del balance articular:* El arco de movilidad se ha medido en cuatro movimientos, mediante la utilización de un goniómetro, validado con un estudio comparativo. Se ha tenido en cuenta sólo el movimiento activo.

*Medición de la flexión:* Se llevó a cabo con el paciente tumbado, con la espalda completamente apoyada en la camilla para evitar movimientos compensatorios asociados a la extensión del tronco. El examinador colocó una rama del goniómetro horizontal, paralela a la camilla, y la otra de sus ramas siguiendo la bisectriz del brazo. Para la flexión se eleva el brazo todo lo posible, manteniendo el antebrazo en posición neutra. Las mediciones se realizaron con un ayudante que fijaba el hombro evaluado para eliminar posibles aumentos del rango articular debido a las articulaciones vecinas (Figura 1).



FIGURA 1: Medición de la flexión con goniómetro

*Medición de la abducción:* Se llevó a cabo con el paciente tumbado, con la espalda apoyada en la camilla para evitar la inclinación del tronco que podría compensar este movimiento y colocando el tronco paralelo al borde mayor de la camilla. Para realizar la medición, se colocó una rama del goniómetro paralela al borde largo de la camilla y la otra siguiendo la bisectriz del brazo.

*Valoración de las rotaciones externa e interna:* El test correlaciona las rotaciones con gestos funcionales. Según las indicaciones originales, las cinco posiciones se valoran individualmente, otorgándose dos puntos por cada posición que el paciente pueda alcanzar activamente<sup>1</sup>. Se realizó con el paciente en bipedestación, realizando sucesivamente las actividades propuestas hasta sentir dolor. En el movimiento previo al doloroso, se otorgó la puntuación.

En cuanto a la rotación externa, se le ha pedido que lleve la mano a la nuca (0 puntos), la mano detrás de la cabeza y codos hacia delante (2 p), con los codos hacia atrás (4 p), la mano sobre la cabeza y codos hacia delante (6 p) y hacia atrás (8 p), y la elevación completa del brazo que, en caso de producirse activamente sin dolor, otorgaba la máxima puntuación de 10 p (Figura 2).

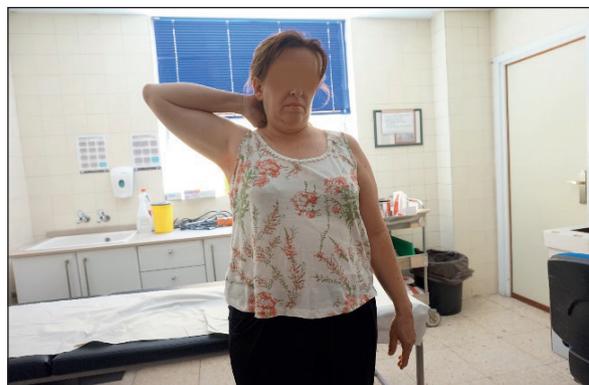


FIGURA 2: Medición de la rotación externa

La rotación interna se midió pidiéndole al paciente que llevara su pulgar hasta distintas zonas, puntuando la última de estas zonas a las que llegaba con su pulgar sin dolor. Así, el pulgar hasta el muslo aportó 0 puntos, hasta nalga 2 p, hasta la articulación sacroilíaca ipsilateral 4 p, hasta la cintura 6 p, hasta la vértebra T<sub>12</sub> 8 p, y hasta el espacio interescapular, la máxima puntuación de 10 p (Figura 3).

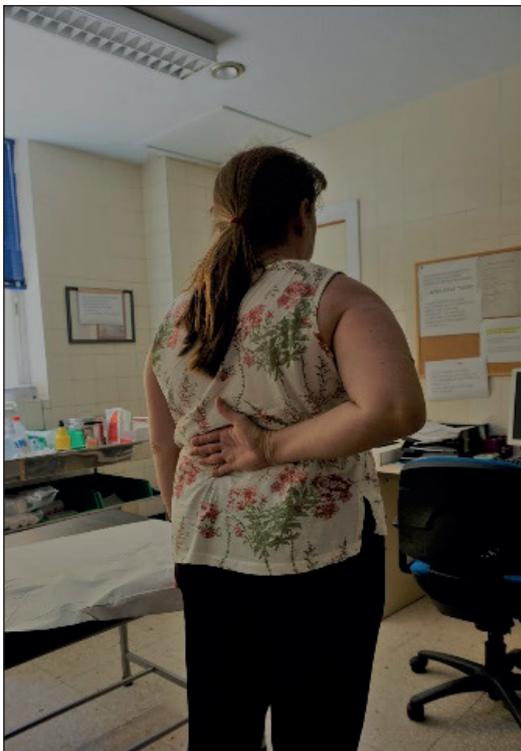


FIGURA 3: Medición de la rotación interna.

*Medición de la fuerza:* Se ha utilizado un asa de agarre con peso progresivamente mayor (Figura 4). Se ha realizado con el paciente en bipedestación valorando el peso que es capaz de sostener a 90° de abducción. El resultado se ha obtenido realizando la media de 5 mediciones consecutivas de cinco segundos cada una según describieron Constant y Murley<sup>3</sup>. La puntuación de fuerza fue el mayor valor obtenido de las tres mediciones realizadas de forma consecutiva que se pudo mantener durante cinco segundos (Adaptación de Grassi y Tajana)<sup>7</sup>.



FIGURA 4: Medición de la fuerza.

## RESULTADOS

Tras la aplicación del test de Constant- Murley en 36 pacientes con fractura de la extremidad proximal del húmero, hemos detectado problemas metodológicos en la ejecución e interpretación de resultados.

El parámetro dolor es el menos valorado en el test de Constant<sup>1</sup>, en comparación con otros test de funcionalidad del hombro, en los que se le asigna un peso mayor, considerándolo uno de los motivos más importantes de discapacidad<sup>14</sup>.

El parámetro movilidad se basa en cuatro movimientos, teniendo siempre en cuenta que sea un movimiento activo medido mediante goniómetro; cada movimiento tendrá un máximo de 10 puntos. Hemos encontrado dificultad en la cuantificación de las rotaciones interna y externa mediante gestos funcionales, ya que no permite cuantificar de forma precisa el rango articular. En la revisión del test que realizaron Rocourt et al. en 2008, concluyeron que la publicación original del test había sido una descripción demasiado breve de un procedimiento complejo. Atribuían la existencia de adaptaciones individuales de la aplicación del test a que el evaluador no había recibido información suficientemente precisa sobre la aplicación de prueba exacta y su interpretación. Las consecuencias son diferencias importantes en la asignación de puntos a los ítems y concluyen que podría mejorarse con la estandarización de los ítems<sup>15</sup>.

Para llevar a cabo el estudio de validez de nuestras mediciones, se realizó una comparación entre el goniómetro utilizado y el goniómetro Baseline®, ampliamente validado, que permite la cuantificación de los ejes articulares y la amplitud del movimiento. Se realizaron 80 mediciones por el mismo investigador, 40 de ellas con el goniómetro del estudio y 40 con el goniómetro Baseline, para medir de manera activa la flexión y la abducción del hombro. La muestra estuvo compuesta por diez participantes voluntarios, siendo tres de ellos hombres y siete mujeres. Las mediciones se realizaron en dos días separados una semana, a los mismos sujetos y en distinto orden, teniendo como premisa que el movimiento se realizara sin dolor y sin tener conocimiento de las mediciones previas. Se obtuvo el coeficiente de correlación intra-clase para la comparación de ambos instrumentos

de medición, mayor de 0,98 en todos los casos. La concordancia, por tanto, fue casi perfecta de acuerdo con la clasificación de Landis y Koch<sup>25</sup>.

El mayor problema que encontramos en la medición de la fuerza, fue la baja puntuación que otorgaba el test a pacientes en los que clínica y funcionalmente la articulación del hombro había seguido una muy buena evolución. Patel et al. (1999)<sup>18</sup> habiendo observado el mismo problema al aplicar el test en sus pacientes, propone la utilización del método de Constant-Murley abreviado, en el que se omite la medición de la fuerza. En este supuesto el resultado máximo posible es de 75 puntos.

El parámetro de fuerza es el más discutido por diversos autores; las últimas publicaciones apoyan el uso de un dinamómetro electrónico, que el paciente agarra por un extremo, y el examinador tira del otro extremo hacia abajo<sup>1</sup>. Sin embargo, los estudios comparativos no han mostrado diferencias en los resultados comparando los sistemas de resorte y los dinamómetros electrónicos<sup>16,17</sup>. Constant y Murley<sup>1</sup> proponen que se mida con el muelle fijado al suelo por un extremo, y cinchado en la muñeca del paciente por el otro extremo; con el hombro en abducción de 90° en el plano escapular, el codo extendido y el antebrazo pronado; realizando tres mediciones consecutivas de 5 segundos. Existen discrepancias en cuanto a qué hacer si el paciente no puede alcanzar los 90°; el método original recomienda medir la fuerza en la máxima abducción que pueda conseguir de forma activa el paciente<sup>1</sup>. Hemos empleado la adaptación de Grassi y Tajana (2003)<sup>7</sup>, que exponían un método de medición de fuerza con pesos en incremento progresivo. La puntuación se obtiene según el peso que el sujeto puede sostener a 90° de abducción, durante cinco segundos, tres veces consecutivas.

## DISCUSIÓN

Esta revisión respalda el uso del test de Constant para seguimiento clínico de la patología del hombro y protocolos de investigación específicos, pero subraya la necesidad de una mayor estandarización para realizar el procedimiento de medición de rangos articulares y fuerza y la precaución al interpretar las puntuaciones.

El uso del test de Constant-Murley está muy extendido a pesar de que no ha sido validado de forma correcta; ya que es bien conocido que, en patología de hombro, éste no es del todo objetivo<sup>1,9,10</sup>. Se sabe que hay diferencias entre los grupos de población, así como diversos niveles de discapacidad; específicamente en el estado pre- y postoperatorio de pacientes sometidos a cirugía del manguito rotador, artroplastia y reparación de Bankart<sup>1,2,7,9,10,11,12</sup>.

Los estudios que evalúan la validez del contenido de la puntuación de Constant-Murley sugieren que la descripción en la publicación original no es suficiente para lograr la estandarización entre los centros y los evaluadores<sup>2,12</sup>. En la validación de este test se encontró que las puntuaciones en sujetos sanos decrecen con la edad y varían con el género, es decir que deberían ser ajustadas para estimar con precisión la situación funcional del paciente.

En la publicación del cuestionario, los autores no informaron sobre los motivos para seleccionar los cuatro parámetros de estudio ni especificaron datos sobre la asignación del peso relativo de cada uno sobre la puntuación total<sup>1,3</sup>. Kirkley et al. (2003)<sup>19</sup> sugieren que estos criterios fueron arbitrarios.

Rocourt et al. (2008)<sup>15</sup> analizaron el uso del test de Constant en siete centros europeos especializados en la patología del hombro, observando una notable variación entre los evaluadores en los procedimientos de manejo, aplicación y evaluación de los ítems del test. Atribuyeron la falta de estandarización entre los centros y los evaluadores a la ambigüedad en la descripción original del test.

Estudios previos han mostrado diferencias en la aplicación del test según grupos de población (edad y sexo) o tipo de patología; así como resultados pobres de fiabilidad y reproducibilidad<sup>9,11,12,15,20,21</sup>. Conboy et al. (1996)<sup>11</sup> obtuvieron unos datos pobres de fiabilidad general del test, con un intervalo de confianza al 95% de entre 15 y 20 puntos sobre 100 para una única observación en un solo paciente, concluyendo que el test no reflejó con precisión los niveles verdaderos de discapacidad de su muestra de estudio. Livain et al. (2007)<sup>20</sup> evaluaron la fiabilidad de la versión francesa del test. Las correlaciones fueron satis-

factorias (intraobservador 0.96; interobservador 0.91 y 0.89 con la prueba de Spearman) y sensibles (intraobservador 0.01; interobservador 0.07 y 0.01 con la prueba de Wilcoxon). Obtuvieron un  $\alpha$  de Cronbach de 0,75, pero la reproducibilidad de la puntuación global no correspondió con la de las puntuaciones constituyentes. Los autores atribuyen el error de medición a la variabilidad de la interpretación relacionada con el paciente y el observador<sup>20</sup>. Rocourt et al. (2008)<sup>13</sup> obtuvieron índices de correlación que variaban de 0.89 a 0.91. Sin embargo, solo el 1.6% de los pares de evaluadores obtuvieron puntuaciones totales idénticas, y se observaron diferencias significativas entre los evaluadores. Oh et al. (2009)<sup>21</sup> obtuvieron resultados más pobres, puntuando la fiabilidad con un  $\alpha$  de Cronbach de 0.37. En los estudios de Mahabier et al. (2017)<sup>22</sup>, en los que analizaron la aplicación del test para las fracturas de la diáfisis humeral, la fiabilidad para el test de Constant-Murley fue de  $\alpha$  de Cronbach = 0,61 (Tabla 1)

| Autor (año)                          | Consistencia interna ( $\alpha$ de Cronbach) |
|--------------------------------------|--|
| Livain et al. (2007) <sup>20</sup>   | 0,75   |
| Oh et al. (2009) <sup>21</sup>       | 0.37   |
| Mahabier et al. (2017) <sup>22</sup> | 0,61   |

Tabla 1: Valores de fiabilidad para el test de Constant

Blonna et al. (2012)<sup>23</sup> pretendieron corroborar que la fiabilidad del test de Constant puede mejorarse estandarizando los parámetros de estudio, comparando con la población de referencia o el lado no afecto del mismo paciente, y mejorando la experiencia de los examinadores. Sus resultados mostraron una diferencia de hasta 4 puntos en la realización del test cuando era llevado a cabo por diferentes observadores en el mismo grupo de pacientes. Además, refieren que el mismo paciente, examinado por el mismo especialista en dos ocasiones diferentes, puede tener una diferencia de hasta 16 puntos en el test, siendo el estado del hombro el mismo.

La posición del sujeto varía según los autores. En nuestro caso, hemos medido la flexión y la abducción en posición de decúbito supino y con la colaboración de un ayudante, con el objetivo de minimizar movimientos compensatorios. Bankes

et al. (1998)<sup>16</sup> colocan al sujeto de pie, mientras que Othman y Taylor (2004)<sup>24</sup>, para evitar la colaboración de la musculatura del tronco, prefieren que esté sentado y cinchado al respaldo de la silla.

El parámetro más discutido en estudios previos es la fuerza. Existen discrepancias en cuanto a cómo valorar el parámetro fuerza en los pacientes que no pueden alcanzar los 90° de abducción. Bankes et al. (1998)<sup>16</sup> consideraban que si no se alcanzaba esta posición la fuerza es “poco funcional” y el valor de este parámetro debe ser cero. Sin embargo, en el método original, si no se alcanzan los 90° la fuerza se mide en la máxima abducción que el paciente pueda conseguir<sup>1,3</sup>.

Otros autores discuten que la postura inicial del test de fuerza puede producir desviaciones de la dirección de la acción; produciendo así mediciones diferentes consecutivas en un mismo sujeto, incluso usando el mismo instrumento<sup>1</sup>.

Constant y Murley<sup>3</sup> recomiendan utilizar unas asas para facilitar el agarre, e indican que la fuerza se mida en abducción de 90°, pero no mencionan el plano de elevación, el tiempo de medición, el número de repeticiones ni la posición del sujeto.

Grassi y Tajana (2003)<sup>7</sup> exponían un método de medición de fuerza utilizando pesos en incremento progresivo. La puntuación se obtiene según el peso que el sujeto puede sostener a 90° de abducción, durante cinco segundos, tres veces consecutivas.

Conboy et al. (1996)<sup>4</sup> exponen la dificultad para medir la fuerza real de la articulación del hombro con el test, comprobando que en sujetos sin patología la puntuación es deficitaria y que el movimiento del hombro es tan complejo que es poco probable que la medición de la potencia en un solo arco de movimiento sea representativa del potencial funcional completo. Yian et al. (2005)<sup>8</sup> midieron en sujetos sanos una fuerza en abducción de  $9,2 \pm 1,9$  kg en hombres, y  $4,7 \pm 1$  kg en mujeres.

Burrus et al. (2016)<sup>5</sup> evaluaron los resultados en el parámetro fuerza de 54 pacientes con patología de hombro unilateral, tanto en la flexión como en la abducción a 90° en el plano escapular mediante el uso de un dinamómetro, concluyendo que el test de Constant puede medir la fuerza indistintamente en la flexión o abducción, porque la

medida no difiere ni en la puntuación de fuerza, ni en la intensidad del dolor, ni en la puntuación total del test. Exponen que la elección de la dirección para la medición debe basarse en la patología subyacente, las contraindicaciones relacionadas y la preferencia del paciente.

La fuerza por sí misma representa el 25% de la puntuación total. En la presentación original del test, la fuerza se midió mediante asas de agarre con pesos progresivamente mayores, realizando mediciones de la fuerza isométrica máxima a 90° de abducción. En nuestro estudio hemos seguido estas premisas, encontrando que las puntuaciones eran muy bajas incluso en pacientes que tenían una funcionalidad aceptable de la articulación. Se eligió la abducción porque se pensaba que los músculos supraespinoso y deltoides (fascículo medio) eran responsables de la mayor parte de la potencia del hombro<sup>26</sup>. En cuanto al instrumento de medición empleado, desde el asa de agarre se han descrito sistemas de resorte (Moseley)<sup>26</sup> y dinamómetros<sup>27</sup>.

Barra-López et al. (2007)<sup>1</sup> consideran imprescindible que los autores que utilicen el test de Constant-Murley informen, con todo detalle, del método y aparato utilizado en la medición de la fuerza, con el fin de poder estandarizar y comparar resultados<sup>1,11</sup>.

Se ha descrito en diversos estudios que la puntuación global y absoluta del test de Constant-Murley decrece con la edad, (a partir de los 50 años y disminuye 0,3 por año)<sup>14,15</sup>, y es menor en mujeres; por lo que no determina de forma real la verdadera situación clínica del paciente. Walton et al. (2007)<sup>17</sup> concluyeron que la puntuación de Constant en hombres mayores de 50 años es un promedio de 7.5 puntos mayor que en mujeres de la misma edad.

En grandes grupos estudiados por otros autores<sup>1,17,28</sup>, recomiendan comparar con el hombro contralateral, siempre que esté libre de patología; y ordenar los valores por grupos de edad y sexo. Barra-López et al. (2007)<sup>1</sup> concluyeron que es necesario construir tablas normalizadas por edad y sexo basadas en la propia población, dado que, si se utilizan las de otros autores, se puede producir sesgo.

No hemos encontrado ningún estudio que haya informado la cantidad absoluta de error utilizando

estadísticas relevantes, como el error estándar de medición o el cambio mínimo detectable.

## CONCLUSIONES

El test de Constant-Murley es de fácil aplicabilidad clínica y ofrece ventajas en el seguimiento de diversas patologías del hombro, pero su falta de estandarización en cuanto a la medición de los ítems que lo conforman lo hace poco reproducible, en especial respecto al parámetro fuerza.

Existe un vacío de evidencia en cuanto a las propiedades psicométricas más importantes del test, como la validez del contenido, el cambio mínimo detectable y la diferencia mínima clínicamente importante.

Sería necesario la conformación de tablas normalizadas ajustadas a edad y sexo de cada población, para que los resultados de la realización del test fueran óptimos. Así como mejorar la concordancia intra e interobservador para mejorar la comparación de los resultados, tanto del mismo paciente, como del paciente con la población a la que pertenece.

## BIBLIOGRAFIA

1. Barra-López, M.E. El test de Constant-Murley. Una revisión de sus características. *Rehabilitación (Madr)* 2007;41(5):228-35. [https://doi.org/10.1016/S0048-7120\(07\)75522-6](https://doi.org/10.1016/S0048-7120(07)75522-6)
2. Roy JS, MacDermid JC, Woodhouse LJ. A systematic review of the psychometric properties of the Constant-Murley score. *J Shoulder Elbow Surg* 2010; 19:157-64 <https://doi.org/10.1016/j.jse.2009.04.008>
3. Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the Shoulder. *Clin Orthop*. 1987; 214:160-4. <https://doi.org/10.1097/00003086-198701000-00023>
4. Constant CR, Gerber C, Emery RJ, Sojbjerg JO, Gohlke F, Boileau P. A review of the Constant score: modifications and guidelines for its use. *J Shoulder Elbow Surg* 2008; 17:355-61. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2007.06.022>
5. Yian EH, Ramappa AJ, Arneberg O, Gerber C. The Constant Score in normal shoulders. *J Shoulder Elbow Surg* 2005; 14:128-33. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2004.07.003>
6. Arcuri F, Abalo E, Barclay F. Uso de Scores para Evaluación de la Inestabilidad de Hombro. *Artrosc* 2012; 19 (1): 67-72.

7. Grassi F, Tajana M. The normalization of data in the Constant-Murley score for the shoulder. A study conducted on 563 healthy subjects. *Chir Organi Mov.* 2003; 88:65-73.
8. Bankes MJ, Emery RJ. An evaluation of the Constant-Murley shoulder assessment. *J Bone Joint Surg Br.* 1997; 79:696. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.79B4.0790696a>
9. Angst F, Schwyzer HK, Aeschlimann A, Simmen BR, Goldhahn J. Measures of adult shoulder function: Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand Questionnaire (DASH) and its short version (QuickDASH), Shoulder Pain and Disability Index (SPADI), American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES) Society standardized shoulder assessment form, Constant (Murley) Score (CS), Simple Shoulder Test (SST), Oxford Shoulder Score (OSS), Shoulder Disability Questionnaire (SDQ), and Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI). *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2011; 63(Suppl 11): S174-88. <https://doi.org/10.1002/acr.20630>
10. Unger R, Burnham J, Gammon L, Malempati C, Jacobs C, Makhni E. The Responsiveness of Patient-Reported Outcome Tools in Shoulder Surgery Is Dependent on the Underlying Pathological Condition. *Am J Sports Med* 2018;1. <https://doi.org/10.1177/0363546517749213>
11. Conboy E, Morris K, Kiss M. An evaluation of the constant-murley shoulder assessment. *J Bone Joint Surg [Br]* 1996;78-B:229-32. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.78B2.0780229>
12. Vrotsou K, Avlia M, Machon M, Cuellar R. Constant-Murley Score: systematic review and standardized evaluation in different shoulder pathologies, Quality of life research 2018; 27: 2217-2226. <https://doi.org/10.1007/s11136-018-1875-7>
13. Mullaney MJ, McHugh MP, Johnson CP, Tyler TF. Reliability of shoulder range of motion comparing a goniometer to a digital level. *Physiother Theory Pract.* 2010; 26:327-33. <https://doi.org/10.3109/09593980903094230>
14. Paul A, Lewis M, Shadforth M, Croft P, Van der Windt M, Hay E. A comparison of four shoulder-specific questionnaires in primary care. *Ann Rheum Dis* 2004; 63:1293-1299. <https://doi.org/10.1136/ard.2003.012088>
15. Rocourt MH, Radlinger L, Kalberer F, Sanavi S, Schmid NS, Leunig M, et al. Evaluation of intratester and intertester reliability of the Constant-Murley shoulder assessment. *J Shoulder Elbow Surg* 2008; 17:364-9. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2007.06.024>
16. Bankes MJ, Crossman JE, Emery RJ. A standard method of shoulder strength measurement for the Constant score with a spring balance. *J Shoulder Elbow Surg.* 1998; 7:116-21. [https://doi.org/10.1016/S1058-2746\(98\)90220-8](https://doi.org/10.1016/S1058-2746(98)90220-8)
17. Walton MJ, Walton JC, Honorez LA, Harding VF, Wallace WA. A comparison of methods for shoulder strength assessment and analysis of Constant score change in patients aged over fifty years in the United Kingdom. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16:285-9. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2006.08.002>
18. Patel VR, Singh D, Calvert PT, Bayley JIL. Arthroscopic subacromial decompression: Results and factors affecting outcome. *J Shoulder Elbow Surg.* 1999; 8:231-7. [https://doi.org/10.1016/S1058-2746\(99\)90134-9](https://doi.org/10.1016/S1058-2746(99)90134-9)
19. Kirkley A, Griffin S, Dainty K. Scoring systems for the functional assessment of the shoulder. *Arthroscopy.* 2003; 19:1109-20. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2003.10.030>
20. Livain T, Pichon H, Vermeulen J, Vaillant J, Saraglia D, Poisson MF, et al. Intra- and interobserver reproducibility of the French version of the Constant-Murley shoulder assessment during rehabilitation after rotator cuff surgery. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2007;93(2):142-9. [https://doi.org/10.1016/S0035-1040\(07\)90217-2](https://doi.org/10.1016/S0035-1040(07)90217-2)
21. Oh JH, Jo KH, Kim WS, Gong HS, Han SG, Kim YH. Comparative evaluation of the measurement properties of various shoulder outcome instruments. *Am J Sports Med* 2009; 37:1161-8. <https://doi.org/10.1177/0363546508330135>
22. Mahabier KC, Den Hartog D, Theyskens N. Reliability, validity, responsiveness, and minimal important change of the disabilities of the arms, shoulder and hand and Constant-Murley scores in patients with a humeral shaft fracture. *J Shoulder Elbow Surg* 2017;26: e1-e12. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2016.07.072>
23. Davide Blonna, MD; Michele Scelsi, MD; Eleonora Marini, MD. ¿Can we improve the reliability of the Constant-Murley score? *J Shoulder Elbow Surg* (2012) 21, 4-12. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2011.07.014>
24. Othman A, Taylor G. Is the Constant score reliable in assessing patients with frozen shoulder? 60 shoulders scored 3 years after manipulation under anaesthesia. *Acta Orthop Scand.* 2004; 75:114-6. <https://doi.org/10.1080/00016470410001708230>
25. Landis JR., Koch G. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data *Biometrics* 1977; 33, 159-174. <https://doi.org/10.2307/2529310>
26. Moseley HF. *Shoulder lesions.* Churchill Livingstone; 1969.
27. Gerber C, Arneberg O. Measurement of abductor strength using an electronic device (ISOBEX). *J Shoulder Elbow Surg* 1993.
28. Tingart M, Bathis H, Lefering R, Bouillon B, Tiling T. Constant score and neer score. A comparison of score results and subjective patient satisfaction. *Unfallchirurg.* 2001; 104:1048-54. <https://doi.org/10.1007/s001130170019>
29. Burrus 2016 Burrus C, et al. Role of pain in measuring shoulder strength abduction and flexion with the Constant-Murley score. *Ann Phys Rehabil Med* (2016),
30. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet.* 1986; 1:307-310 [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(86\)90837-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(86)90837-8)

# Beneficios de la navegación en la artroplastia de rodilla. Artículo de revisión

## *Benefits of computer-assisted navigation in knee arthroplasty. Review*

Gómez Palomo, Juan Miguel<sup>1</sup>  
Fernández Hijano, Manuel Rafael<sup>1</sup>  
Martínez Crespo, Ana<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Hospital Universitario Virgen de la Victoria, Málaga. Instituto de Investigación Biomédica de Málaga (IBIMA)

<sup>2</sup> Hospital de Montilla, Córdoba.

[jmgomezpalomo@gmail.com](mailto:jmgomezpalomo@gmail.com)

Rev. S. And. Traum. y Ort., 2020; 37 (2/4): 17-27

Recepción: 14/10/2020. Aceptación: 30/10/2020

### Resumen

El progreso en los sistemas de navegación ha supuesto un incremento en el uso de la cirugía navegada. La artroplastia de rodilla asistida por navegación permite alcanzar una alineación más precisa y facilita el correcto posicionamiento de los componentes protésicos, con una menor incidencia de valores atípicos, lo que podría traducirse en una mayor supervivencia de la prótesis y una menor tasa de revisión.

**Palabras clave:** Artroplastia, prótesis, rodilla, cirugía navegada.

### Abstract

*Progress in computer navigation systems has led to an increase in the use of computer-assisted surgery. Computer-navigated knee arthroplasty allows for more accurate alignment and facilitates proper positioning of prosthetic components, with a lower incidence of outliers, which could result in increased prosthesis survivorship and a lower revision rate.*

**Keywords:** Arthroplasty, Replacement, Knee, Computer-Assisted Surgery

### Método

Se realizó una búsqueda preliminar en *Trip Database*, *Up ToDate* y *Google Académico*. A continuación, se llevó a cabo una búsqueda en *Medline*, *Embase* y *SCOPUS*, utilizando lenguaje libre y controlado con tesauros. Los descriptores usados fueron: *Arthroplasty*, *Replacement*, *Knee*,

*Surgery*, *Computer-Assisted*. Así, el número de resultados ascendió a 1750 artículos. Se aplicó como filtro de búsqueda “publicados en los últimos 5 años”, reduciéndose los resultados a 475. Estos manuscritos fueron revisados utilizando como criterios de inclusión aquellos trabajos que, además

de responder a los diferentes puntos de controversia que encontramos en la artroplastia de rodilla navegada, presentaban una mayor transparencia y rigor metodológico. Con todo ello, finalmente, se seleccionaron un total de 84 artículos, que se reflejan en el presente manuscrito.

## Revisión

La artroplastia de rodilla constituye uno de los mayores avances en cirugía ortopédica. El desarrollo de nuevos implantes y una técnica cada vez más depurada ha permitido mejorar de forma considerable la calidad de vida de los pacientes con artrosis de rodilla. A pesar de ello, en torno al 20 % de los pacientes sometidos a dicho procedimiento refieren no estar satisfechos. Este hecho se produce motivado por diversos factores, entre los que destacan los dependientes de la técnica quirúrgica<sup>1</sup>. En este sentido, la cirugía navegada ofrece una herramienta valiosa, que permite alcanzar una alineación precisa y un adecuado posicionamiento de los componentes protésicos, lo que podría acompañarse de una mejora de la función y un incremento en la supervivencia de la prótesis<sup>2</sup>.

Los navegadores utilizados en la artroplastia de rodilla estiman de forma precisa los parámetros cinemáticos, permitiendo reproducir la biomecánica durante la marcha<sup>3,4</sup>. Sasaki et al.<sup>5</sup> presentan un trabajo en el que se evalúa la utilización de tres navegadores diferentes, frente a una instrumentación convencional, apreciando que todos ellos permitieron conseguir una alineación mecánica con una mayor precisión y una menor incidencia de valores atípicos. Se han realizado estudios que analizan la concordancia entre los parámetros recogidos con el navegador y lo observado en el estudio radiográfico<sup>6</sup>. A este respecto, Hernández-Vaquero et al.<sup>7</sup> exponen que existe una fuerte concordancia entre la medición del eje mecánico en telemetría y mediante navegación ( $p < 0.001$ ). Esta concordancia también se ha evidenciado entre los parámetros recogidos con una TC, pre y postoperatoria, y mediciones realizadas con el navegador<sup>8</sup>. Asimismo, Wada et al.<sup>9</sup> indican que también existiría una elevada concordancia entre distintos observadores en la medición con navegador de diversos parámetros, como la rotación axial de la tibia y la alineación en el eje coronal.

En los últimos años se está produciendo un crecimiento progresivo en la artroplastia de rodilla asistida por navegación. El artículo publicado por Boylan et al.<sup>10</sup> describe un incremento del 4.3% al 11.6% entre el año 2008 y 2015 ( $p < 0.001$ ). También pone de manifiesto un aumento progresivo en los cirujanos y hospitales que realizan artroplastias navegadas de rodilla, pasando del 6.2% y el 16.2% en 2008, al 17.1% y el 29.2% en 2015, respectivamente ( $p < 0.001$ ). Este crecimiento no resulta uniforme, pues podría ser mayor en aquellos hospitales que llevan a cabo un elevado número de artroplastias de rodilla frente a los hospitales con un menor volumen de dicho procedimiento.

La evidencia disponible indica que el número de artroplastias de rodilla que se realizan en un centro hospitalario podría estar relacionado con los resultados alcanzados con dicho procedimiento<sup>11</sup>. Así pues, la realización de un número elevado contribuye a una mejora en la selección de los pacientes, en la técnica quirúrgica y en los resultados obtenidos. Badawy et al.<sup>12</sup> analizaron los datos del Registro de Artroplastias de Noruega, describiendo que la tasa de revisión era un 27% menor cuando el paciente era intervenido en centros hospitalarios donde se llevaba a cabo un elevado número de artroplastias de rodilla. A este respecto, la navegación puede contribuir a que aquellos cirujanos con menos experiencia, que realizan un menor volumen de dicho procedimiento, consigan implantar la prótesis de rodilla de forma más precisa, disminuyendo así la tasa de revisión y aumentando la supervivencia de la prótesis<sup>13</sup>.

Como se ha mencionado, la insatisfacción tras una artroplastia de rodilla es un fenómeno ampliamente estudiado, que depende de múltiples factores, entre los que se encuentran la alineación y el posicionamiento de los componentes protésicos<sup>14</sup>. Diversos trabajos han puesto de manifiesto que el uso de la navegación permite alcanzar una alineación más precisa y predecible en los tres ejes del espacio, con una menor incidencia de valores atípicos<sup>15,16</sup>. A este respecto, autores como Liow et al. afirman que, probablemente, la principal ventaja de la artroplastia de rodilla navegada es la posibilidad de conseguir una alineación más exacta y facilitar el correcto posicionamiento de los componentes de la prótesis<sup>17,18</sup>.

La navegación ha mostrado ser de utilidad para la implantación de prótesis de rodilla en pacientes con deformidades angulares. Miyasaka et al.<sup>19</sup> informan que en los pacientes con una desalineación en varo, el uso de cirugía navegada puede disminuir la incidencia de valores atípicos derivados del posicionamiento del componente femoral en varo. Así pues, en el grupo tratado con cirugía convencional se observaron hasta 17 valores atípicos frente a 10 apreciados en el grupo asistido por navegación. En este sentido, Benavente et al.<sup>20</sup> exponen que los mayores beneficios podrían darse en aquellos pacientes con deformidades en varo de entre 10 y 15 grados. Por otro lado, también ofrece ventajas en pacientes con desalineaciones en valgo, en los que también se ha constatado una menor incidencia valores atípicos en la alineación de la extremidad y la colocación del componente femoral, sin apreciarse diferencias significativas en lo que respecta al posicionamiento del componente tibial<sup>21</sup>. Kornilov et al.<sup>22</sup> manifiestan que la cirugía navegada supone una herramienta apropiada para la implantación de una prótesis de rodilla en pacientes con una deformidad en valgo, pues permite alcanzar una alineación correcta y un equilibrio ligamentoso adecuado.

Del mismo modo, se han estudiado los posibles beneficios de la navegación en pacientes con deformidades en flexión. En el trabajo realizado por Bin Abd Razak et al.<sup>23</sup>, tras analizar los resultados obtenidos en un grupo de pacientes tratado con artroplastia de rodilla navegada, frente a otro grupo sometido a una instrumentación convencional, observaron que el grupo intervenido con navegación presentaba una menor incidencia de contractura en flexión y un menor número de pacientes con una contractura superior a los 5 grados. A este respecto, Kim et al.<sup>24</sup> refieren que una liberación medial y un incremento en el corte femoral distal, asistidos por navegación, constituyen una estrategia idónea en el paciente con una deformidad en flexo.

La navegación también supone un recurso muy útil en pacientes que presentan una deformidad extraarticular. En estos casos, donde la instrumentación convencional no garantiza una alineación satisfactoria, la cirugía navegada permite conseguir una alineación y un posicionamiento adecuado de los implantes protésicos<sup>25</sup>. El

artículo publicado por Bae et al.<sup>26</sup> concluye que, ante la presencia de una deformidad extraarticular, la alineación alcanzada en el plano coronal es más exacta cuando la cirugía se lleva a cabo asistida por navegación. Aunque las deformidades extraarticulares suelen relacionarse con un origen postraumático, también pueden encontrarse en pacientes con displasias óseas, como la acondroplasia. En este sentido, Koudela et al.<sup>27</sup> advierten que la navegación supone un instrumento apropiado para la implantación de una prótesis de rodilla en el paciente con una deformidad extraarticular secundaria a acondroplasia, permitiendo restaurar el eje mecánico, el rango de movilidad y la estabilidad articular.

Asimismo, se han analizado los resultados que ofrece la artroplastia navegada en pacientes que previamente se habían intervenido de una osteotomía correctora. Saragaglia et al.<sup>28</sup> presentan una serie de casos tratados con prótesis total de rodilla asistida por navegación tras haber sido sometidos a una osteotomía de apertura medial en el pasado, no observándose diferencias significativas respecto a los resultados obtenidos con la artroplastia navegada de rodilla sin osteotomía previa.

Diversos trabajos, como el realizado por Di Benedetto et al.<sup>29</sup>, ponen de manifiesto que la cirugía navegada, además de mejorar la precisión y exactitud en la alineación, facilita el correcto posicionamiento de los componentes protésicos. Loh et al.<sup>30</sup> exponen que permite implantar el componente femoral de forma más precisa, disminuyendo los valores atípicos hasta un 7% en el grupo de pacientes tratado con cirugía navegada, frente a un 17% en el grupo sometido a cirugía convencional ( $p < 0.03$ ).

Resulta fundamental determinar la rotación del componente femoral y tibial de forma correcta, pues la malrotación se ha descrito como causa posible de insatisfacción en el paciente<sup>31</sup>. El manuscrito publicado por Mitsuhashi et al.<sup>32</sup> señala que la navegación contribuye a colocar el componente tibial con la rotación apropiada, reduciendo la incidencia de valores atípicos. De la misma manera, proporciona datos fiables sobre la rotación del componente femoral, pudiendo no ser necesaria la valoración mediante una TC<sup>33</sup>. Este hecho fue corroborado en el trabajo llevado a cabo por Hernández-Vaquero et al.<sup>34</sup>, en el cual se describe

que la navegación permite replicar con exactitud los tres grados ideales de rotación en el componente femoral.

Aunque parece evidente que la navegación contribuye a mejorar la alineación y el posicionamiento de los componentes protésicos, aún existe controversia respecto a su repercusión en los resultados funcionales<sup>35</sup>. Diversos autores informan que los resultados conseguidos con la artroplastia navegada, frente a la cirugía convencional, podrían ser similares<sup>36, 37, 38</sup>. Hsu et al.<sup>39</sup> presentan un estudio retrospectivo con 60 pacientes intervenidos de prótesis de rodilla en ambas extremidades. Así pues, tras un proceso de aleatorización, una de las extremidades fue intervenida con cirugía navegada y la otra con instrumentación convencional. Finalmente, se observó que aquellas rodillas tratadas con navegación presentaban una alineación radiográfica más precisa, con menos valores atípicos, sin embargo, no se apreciaron diferencias significativas en las escalas HSS, IKS, WOMAC Y SF-36.

Por el contrario, diferentes autores afirman que la artroplastia de rodilla navegada, además de contribuir en la alineación y el posicionamiento de los implantes, podría ofrecer mejores resultados funcionales<sup>40</sup>. A este respecto, Chin et al.<sup>41</sup> presentan un metaanálisis con ensayos clínicos de nivel I y II, en el cual los pacientes intervenidos con navegación presentaron mejores puntuaciones en la escala KSS. Asimismo, Li et al.<sup>42</sup> advierten que podría contribuir a una recuperación más rápida, con una estancia hospitalaria más corta. Panjwani et al.<sup>43</sup> aportan otro metaanálisis, con un seguimiento de hasta 8 años, en el que los pacientes intervenidos de prótesis de rodilla asistida por navegación también presentaron mejores resultados en la escala KSS y WOMAC. En consonancia con lo anterior, Pertusson et al.<sup>44</sup>, tras analizar los resultados obtenidos en un estudio multicéntrico, afirmaron que la navegación, además de mejorar los resultados funcionales, podría proporcionar un mayor alivio del dolor.

Otro aspecto discutido es la posible influencia de la navegación en la supervivencia de la prótesis. Algunos autores promulgan que no existen diferencias significativas en la supervivencia de los implantes ni en la tasa de revisión entre la artroplastia de rodilla navegada y la instrumentación

convencional<sup>45,46</sup>. En este sentido, encontramos un estudio prospectivo y aleatorizado realizado por Cip et al.<sup>47</sup>, con 12 años de seguimiento, en el que no se observaron diferencias significativas entre la cirugía navegada y la convencional respecto a la supervivencia de la prótesis. A diferencia de lo anterior, varios autores ponen de manifiesto que la navegación sí que permitiría alcanzar una mayor supervivencia de los implantes protésicos, motivada por una alineación más precisa y una mayor exactitud en el posicionamiento de los componentes<sup>48,49,50</sup>. Con un seguimiento de hasta 8 años, Dyrhovden et al.<sup>51</sup> informan que la supervivencia de la prótesis sería superior con la cirugía navegada, presentando una tasa inferior de revisiones. En la misma línea se encuentra lo publicado por De Steiger et al.<sup>52</sup>, que advierten que la navegación podría acompañarse de menores tasas de revisión, especialmente en pacientes menores de 65 años. Baumbach et al.<sup>53</sup> describen una tasa de aflojamiento aséptico del 17% en pacientes sometidos a cirugía convencional, frente a un 9.8% con la cirugía navegada.

Diversos trabajos concluyen que la técnica navegada puede disminuir la necesidad de transfusión perioperatoria, pues evita la introducción de una guía intramedular femoral para determinar la alineación. A este respecto, aunque en el artículo publicado por Singla et al.<sup>54</sup> no se aprecian diferencias entre la cirugía navegada y la convencional, la mayoría de los autores coinciden en que la navegación reduce la pérdida de sangre y la necesidad de transfusión perioperatoria (odds ratio 1.90,  $P < 0.001$ )<sup>55,56,57</sup>.

Del mismo modo, la posibilidad de eludir la invasión del canal medular femoral también se ha relacionado con una disminución en los niveles de marcadores inflamatorios y una menor incidencia de embolia grasa<sup>58</sup>. Kuo et al.<sup>59</sup> cuantificaron los niveles de marcadores inflamatorios en dos grupos de pacientes, un primer grupo sometido a una prótesis de rodilla convencional y el segundo grupo tratado con cirugía navegada. En las 24-72 horas posteriores a la cirugía se midieron los niveles de IL-6, IL-10, factor de necrosis tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ) y el factor transformante de crecimiento beta 1 (TGF- $\beta$ 1), apreciando que dichos marcadores inflamatorios eran inferiores en la cohorte tratada con artroplastia navegada. También se han

observado niveles inferiores de marcadores de daño endotelial en los pacientes intervenidos con navegación, tanto en el suero como en el drenaje postoperatorio<sup>60</sup>. En el trabajo llevado a cabo por Siu et al.<sup>61</sup> se describe cómo los pacientes intervenidos de artroplastia de rodilla navegada, a las 24 horas de la cirugía, presentaban niveles de dímero D (marcador trombótico) en plasma significativamente más bajos que aquellos sometidos a una instrumentación convencional.

Respecto a qué tipo de alineación utilizar cuando se realiza cirugía navegada, la mayoría de autores continúan recomendando la alineación mecánica, sin embargo, algunos como Hutt et al.<sup>62</sup> informan que el uso de una alineación cinemática asistida por navegador preserva la isometría ligamentosa y podría ofrecer mejores resultados funcionales. También se han analizado los posibles beneficios de la técnica de *gap balancing*, frente a la resección a medida. Referente a ello, varios autores ponen de manifiesto las ventajas de la técnica *gap balancing*, la cual facilita el equilibrio ligamentoso, es reproducible y podría acompañarse de resultados funcionales superiores a la resección a medida<sup>63, 64, 65</sup>.

Uno de los inconvenientes que suele atribuirse a la prótesis de rodilla navegada es el incremento en el tiempo quirúrgico<sup>66</sup>. Este aspecto se ha analizado en diversos trabajos, como el propuesto por Synder et al.<sup>67</sup>, donde se concluye que, tras la curva de aprendizaje, el tiempo quirúrgico del procedimiento asistido por navegación podría ser similar a la cirugía convencional, con una posible mejora en los resultados clínicos y radiológicos.

Entre las complicaciones observadas en la artroplastia de rodilla asistida por navegación se encuentra el *notching* femoral anterior, que podría ser más frecuente en los pacientes tratados con cirugía navegada, con una incidencia de hasta el 5% frente al 0.6% apreciado en los sometidos a una instrumentación convencional<sup>68</sup>. Asimismo, se han descrito complicaciones asociadas a la implantación de los pines, como son la fractura o la infección<sup>69, 70</sup>. A este respecto, Brown et al.<sup>71</sup> informan de 2 casos de fractura localizadas en el sitio de inserción de los pines en una muestra de 3100 pacientes tratados con navegación, lo que se corresponde con una incidencia del 0.065%. Khakha et al.<sup>72</sup> estudiaron hasta 1596 pacientes sometidos

a una prótesis de rodilla navegada, apreciando que existe una incidencia muy baja de complicaciones relacionadas con el uso de navegador y que, cuando se producen, suelen resolverse con tratamiento no quirúrgico.

La artroplastia de rodilla asistida por ordenador se ha comparado con el uso de la instrumentación paciente específica (PSI) y con la navegación asistida mediante robótica. Así pues, el uso de PSI, frente a las otras dos alternativas, podría ser inferior, no reportando mayor exactitud ni precisión en la alineación, ni mejores resultados funcionales que la cirugía convencional<sup>73</sup>. La navegación robótica, que se corresponde con una rama de la navegación asistida por ordenador, sí que podría ofrecer una mayor exactitud en el posicionamiento de los componentes, mejorando la alineación del componente femoral y tibial en el plano coronal, la rotación del componente femoral y el equilibrio alcanzado en las partes blandas<sup>74, 75</sup>.

Feczko et al.<sup>76</sup> analizaron las posibles ventajas de realizar la prótesis de rodilla navegada mediante un abordaje mínimamente invasivo, frente a un abordaje convencional, llegando a la conclusión de que no ofrece mejores resultados funcionales y, además, se ha relacionado con un mayor tiempo quirúrgico y una mayor pérdida de sangre.

## **La artroplastia unicompartmental de rodilla asistida por navegación**

Una mención especial merece el uso de la navegación en la artroplastia unicompartmental de rodilla, pues son múltiples los autores que han puesto de manifiesto los posibles beneficios de su uso. Existen autores, como Gicquel et al.<sup>77</sup>, que advierten que estas ventajas podrían observarse incluso cuando únicamente se navega el corte tibial.

La navegación en la artroplastia unicompartmental de rodilla permite reproducir la alineación previa con una mayor exactitud que la instrumentación convencional<sup>78, 79</sup>. En el trabajo presentado por Song et al.<sup>80</sup>, con un seguimiento medio de 9 años, se concluye que la utilización de cirugía navegada en la artroplastia unicompartmental contribuye a conseguir el eje mecánico deseado y favorece el correcto posicionamiento de los componentes protésicos.

En el metaanálisis publicado por Van der List et al.<sup>81</sup> se analizaron los resultados funcionales alcanzados tras una artroplastia unicompartmental asistida por navegación, apreciándose que éstos podrían ser superiores a los esperados con una instrumentación convencional.

Un aspecto controvertido es si el uso de la navegación incrementa la supervivencia de la artroplastia unicompartmental y disminuye la tasa de conversión a prótesis total de rodilla. A este respecto, algunos autores refieren que no existen diferencias significativas<sup>82</sup>, sin embargo, la mayoría considera que la navegación sí que podría mejorar la supervivencia y reducir la tasa de conversión. Así pues, aunque tradicionalmente la artroplastia unicompartmental de rodilla se ha relacionado con una elevada tasa de revisiones, la navegación permite alcanzar la alineación de forma más precisa, lo que podría influir positivamente en esta tendencia. El estudio presentado por Chowdhry et al.<sup>83</sup>, con 265 artroplastias unicompartmentales navegadas y un seguimiento de hasta 5 años, ofrece tasas de supervivencia comparables a la artroplastia total de rodilla. Asimismo, Saragaglia et al.<sup>84</sup> sugieren que la navegación proporciona una herramienta que debe ser considerada en la artroplastia unicompartmental de rodilla, pues mejora la alineación y evita una sobrecorrección, lo que resulta esencial para disminuir la tasa de revisión.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés relacionado directa o indirectamente con el contenido del artículo.

## Bibliografía

1) Gunaratne R, Pratt DN, Banda J, Fick DP, Khan RJK, Robertson BW. Patient Dissatisfaction Following Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review of the Literature. *J Arthroplasty*. 2017 Dec;32(12):3854-3860. doi: 10.1016/j.arth.2017.07.021. Epub 2017 Jul 21. Review. PubMed PMID: 28844632. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28844632/>

2) Zhu SB, Chen X, Qian WW, Weng XS, Jiang C, Ye CH, Deng WL. [Coronal lower limb alignment in total knee arthroplasty]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*. 2018 Sep 1;56(9):665-669. doi: 10.3760/cma.j.isn.0529-5815.2018.09.006. Chinese. PubMed PMID: 30157572. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30157572/>

3) Maderbacher G, Keshmiri A, Springorum HR, Maderbacher H, Grifka J, Baier C. Reproducibility of navigation based kinematic analysis of the knee - A cadaveric investigation. *J Orthop Sci*. 2019 Jan;24(1):128-135. doi: 10.1016/j.jos.2018.08.027. Epub 2018 Oct 13. PubMed PMID: 30322622. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30322622/>

4) McClelland JA, Webster KE, Ramteke AA, Feller JA. Total knee arthroplasty with computer-assisted navigation more closely replicates normal knee biomechanics than conventional surgery. *Knee*. 2017 Jun;24(3):651-656. doi: 10.1016/j.knee.2016.12.009. Epub 2017 Feb 21. PubMed PMID: 28233605. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28233605/>

5) Sasaki H, Ishida K, Shibamura N, Takayama K, Hayashi S, Hashimoto S, Niikura T, Kurosaka M, Kuroda R, Matsumoto T. Comparison of Coronal Prosthetic Alignment After Total Knee Arthroplasty Using 3 Computer-Assisted Navigation Systems. *Orthopedics*. 2018 Sep 1;41(5):e621-e628. doi: 10.3928/01477447-20180711-02. Epub 2018 Jul 16. PubMed PMID: 30011056. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30011056/>

6) Feichtinger X, Kolbitsch P, Kocijan R, Baierl A, Giurea A. How Accurate is Intraoperative Alignment Measurement with a Navigation System in Primary Total Knee Arthroplasty? *J Knee Surg*. 2018 May;31(5):467-471. doi: 10.1055/s-0037-1604149. Epub 2017 Jul 12. PubMed PMID: 28701006. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28701006/>

7) Hernández-Vaquero D, Noriega-Fernandez A, Suarez-Vazquez A, Roncero-Gonzalez S, Sierra-Pereira AA, Gil-Martinez L, Fernandez-Carreira JM. Frontal alignment in total knee arthroplasty. Comparative study between radiographic measurement and surgical navigation. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2017 Sep - Oct;61(5):313-318. doi: 10.1016/j.recot.2017.03.007. Epub 2017 Jul 4. English, Spanish. PubMed PMID: 28684111. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28684111/>

8) Batash R, Rubin G, Lerner A, Shehade H, Rozen N, Rothen DE. Computed navigated total knee arthroplasty compared to computed tomography scans. *Knee*. 2017 Jun;24(3):622-626. doi: 10.1016/j.knee.2017.03.006. Epub 2017 Apr 8. PubMed PMID: 28400204. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28400204/>

9) Wada K, Mikami H, Hamada D, Yonezu H, Oba K, Sairyo K. Measurement of rotational and coronal alignment in total knee arthroplasty using a navigation system is reproducible. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2016 Feb;136(2):271-6. doi: 10.1007/s00402-015-2402-8. Epub 2016 Jan 6. PubMed PMID: 26739138. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26739138/>

10) Boylan M, Suchman K, Vigdorichik J, Slover J, Bosco J. Technology-Assisted Hip and Knee Arthroplasties: An Analysis of Utilization Trends. *J Arthroplasty*. 2018 Apr;33(4):1019-1023. doi: 10.1016/j.arth.2017.11.033. Epub 2017 Nov 29. PubMed PMID: 29290333. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29290333/>

- 11) Wilson S, Marx RG, Pan TJ, Lyman S. Meaningful Thresholds for the Volume-Outcome Relationship in Total Knee Arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2016 Oct 19;98(20):1683-1690. PubMed PMID: 27869618. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27869618/>
- 12) Badawy M, Espehaug B, Indrekvam K, Engesaeter LB, Havelin LI, Furnes O. Influence of hospital volume on revision rate after total knee arthroplasty with cement. *J Bone Joint Surg Am.* 2013 Sep 18;95(18):e131. doi: 10.2106/JBJS.L.00943. PubMed PMID: 24048562. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24048562/>
- 13) Lacko M, Schreierová D, Čellár R, Vaško G. [Long-Term Results of Computer-Navigated Total Knee Arthroplasties Performed by Low-Volume and Less Experienced Surgeon]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2018;85(3):219-225. Slovak. PubMed PMID: 30257783. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30257783/>
- 14) Oussedik S, Abdel MP, Victor J, Pagnano MW, Haddad FS. Alignment in total knee arthroplasty. *Bone Joint J.* 2020 Mar;102-B(3):276-279. doi: 10.1302/0301-620X.102B3.BJJ-2019-1729. Review. PubMed PMID: 32114811. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32114811/>
- 15) Hsu RW, Hsu WH, Shen WJ, Hsu WB, Chang SH. Comparison of computer-assisted navigation and conventional instrumentation for bilateral total knee arthroplasty: The outcomes at mid-term follow-up. *Medicine (Baltimore).* 2019 Nov;98(47):e18083. doi: 10.1097/MD.00000000000018083. PubMed PMID: 31764842; PubMed Central PMCID: PMC6882567. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31764842/>
- 16) Beal MD, Delagramaticas D, Fitz D. Improving outcomes in total knee arthroplasty-do navigation or customized implants have a role? *J Orthop Surg Res.* 2016 May 23;11(1):60. doi: 10.1186/s13018-016-0396-8. Review. Erratum in: *J Orthop Surg Res.* 2016 Oct 14;11(1):114. PubMed PMID: 27216272; PubMed Central PMCID: PMC4877731. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27216272/>
- 17) Liow MH, Goh GS, Pang HN, Tay DK, Lo NN, Yeo SJ. Computer-assisted stereotaxic navigation improves the accuracy of mechanical alignment and component positioning in total knee arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2016 Aug;136(8):1173-80. doi: 10.1007/s00402-016-2483-z. Epub 2016 Jun 27. PubMed PMID: 27349233. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27349233/>
- 18) Han SB, Lee DH. Correlations between Navigation and Radiographic Measures of Alignment. *J Knee Surg.* 2016 Nov;29(8):658-663. Epub 2016 Feb 2. PubMed PMID: 26838968. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26838968/>
- 19) Miyasaka T, Kurosaka D, Saito M, Omori T, Ikeda R, Marumo K. Accuracy of Computed Tomography-Based Navigation-Assisted Total Knee Arthroplasty: Outlier Analysis. *J Arthroplasty.* 2017 Jan;32(1):47-52. doi: 10.1016/j.arth.2016.05.069. Epub 2016 Jun 7. PubMed PMID: 27369304. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27369304/>
- 20) Benavente P, López Orosa C, Oteo Maldonado JA, Orois Codesal A, García Lázaro FJ. Computer assisted surgery. Its usefulness in different levels of pre-operative deformities. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2015 Jul-Aug;59(4):245-53. doi: 10.1016/j.recot.2014.10.002. Epub 2014 Dec 4. English, Spanish. PubMed PMID: 25481700. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25481700/>
- 21) Lee SS, Kwon KB, Lee YI, Moon YW. Navigation-Assisted Total Knee Arthroplasty for a Valgus Knee Improves Limb and Femoral Component Alignment. *Orthopedics.* 2019 Mar 1;42(2):e253-e259. doi: 10.3928/01477447-20190211-02. Epub 2019 Feb 14. PubMed PMID: 30763446. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30763446/>
- 22) Kornilov N, Kulyaba T, Petukhov A, Ignatenko V, Thienpont E. Computer navigation helps achieving appropriate gap balancing and restoration of alignment in total knee arthroplasty for fixed valgus knee osteoarthritis irrespective of the surgical approach. *Acta Orthop Belg.* 2015 Dec;81(4):673-81. PubMed PMID: 26790790. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26790790/>
- 23) Bin Abd Razak HR, Yeo Jin S, Chong Chi H. Computer navigation results in less severe flexion contracture following total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2014 Dec;29(12):2369-72. doi: 10.1016/j.arth.2013.12.006. Epub 2013 Dec 13. PubMed PMID: 24418768. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24418768/>
- 24) Kim SH, Lim JW, Jung HJ, Lee HJ. Influence of soft tissue balancing and distal femoral resection on flexion contracture in navigated total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017 Nov;25(11):3501-3507. doi: 10.1007/s00167-016-4269-9. Epub 2016 Aug 18. PubMed PMID: 27539400. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27539400/>
- 25) Matassi F, Cozzi Lepri A, Innocenti M, Zanna L, Civinini R, Innocenti M. Total Knee Arthroplasty in Patients With Extra-Articular Deformity: Restoration of Mechanical Alignment Using Accelerometer-Based Navigation System. *J Arthroplasty.* 2019 Apr;34(4):676-681. doi: 10.1016/j.arth.2018.12.042. Epub 2019 Jan 5. PubMed PMID: 30685259. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30685259/>
- 26) Bae DK, Song SJ, Park CH, Ko YW, Lee H. A Comparison of the Medium-Term Results of Total Knee Arthroplasty Using Computer-Assisted and Conventional Techniques to Treat Patients With Extraarticular Femoral Deformities. *J Arthroplasty.* 2017 Jan;32(1):71-78. doi: 10.1016/j.arth.2016.06.030. Epub 2016 Jun 29. PubMed PMID: 27460297. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27460297/>
- 27) Koudela K Jr, Koudela K Sr, Koudelová J. [Total knee arthroplasty in severe valgus deformity in a patient with achondroplasia]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2011;78(6):578-82. Czech. PubMed PMID: 22217413. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22217413/>

- 28) Saragaglia D, Massfelder J, Refaie R, Rubens-Duval B, Mader R, Rouchy RC, Pailhé R. Computer-assisted total knee replacement after medial opening wedge high tibial osteotomy: medium-term results in a series of ninety cases. *Int Orthop*. 2016 Jan;40(1):35-40. doi: 10.1007/s00264-015-2791-x. Epub 2015 May 7. PubMed PMID: 25947901. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25947901/>
- 29) Di Benedetto P, Di Benedetto ED, Buttironi MM, Beltrame A, Gissoni R, Cainero V, Causero A. Computer assisted total knee arthroplasty: a real navigation to better results? *Acta Biomed*. 2017 Jun 7;88(2S):48-53. doi: 10.23750/abm.v88i2-S.6513. PubMed PMID: 28657564; PubMed Central PMCID: PMC6179005. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28657564/>
- 30) Loh B, Chen JY, Yew AKS, Pang HN, Tay DKJ, Chia SL, Lo NN, Yeo SJ. The accuracy of a hand-held navigation system in total knee arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2017 Mar;137(3):381-386. doi: 10.1007/s00402-016-2612 Epub 2017 Jan 24. PubMed PMID: 28120025. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28120025/>
- 31) Flierl MA, Sobh AH, Culp BM, Baker EA, Sporer SM. Evaluation of the Painful Total Knee Arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg*. 2019 Oct 15;27(20):743-751. doi: 10.5435/JAAOS-D-18-00083. Review. PubMed PMID: 31008874. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31008874/>
- 32) Mitsuhashi S, Akamatsu Y, Kobayashi H, Kusakama Y, Kumagai K, Saito T. Combined CT-based and image-free navigation systems in TKA reduces postoperative outliers of rotational alignment of the tibial component. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2018 Feb;138(2):259-266. doi: 10.1007/s00402-017-2837-1. Epub 2017 Nov 25. PubMed PMID: 29177541. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29177541/>
- 33) Hernández-Vaquero D, Noriega-Fernandez A, Perez-Coto I, Sandoval García MA, Sierra-Pereira AA, Roncero-Gonzalez S, Fernandez-Carreira JM. Computed tomography is not necessary to assess rotation of the femoral component in navigation-assisted total knee replacement. *J Int Med Res*. 2016 Dec;44(6):1314-1322. doi: 10.1177/0300060516665258. Epub 2016 Nov 12. PubMed PMID: 27837186; PubMed Central PMCID: PMC5536747. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27837186/>
- 34) Hernandez-Vaquero D, Noriega-Fernandez A, Fernandez-Carreira JM, Fernandez-Simon JM, Llorens de los Rios J. Computer-assisted surgery improves rotational positioning of the femoral component but not the tibial component in total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2014 Dec;22(12):3127-34. doi: 10.1007/s00167-014-3233-9. Epub 2014 Aug 26. PubMed PMID: 25155048. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25155048/>
- 35) Jones CW, Jerabek SA. Current Role of Computer Navigation in Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2018 Jul;33(7):1989-1993. doi: 10.1016/j.arth.2018.01.027. Epub 2018 Jan 31. Review. PubMed PMID: 29506932. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29506932/>
- 36) Denti M, Soldati F, Bartolucci F, Morengi E, De Girolamo L, Randelli P. Conventional versus Smart Wireless Navigation in Total Knee Replacement: Similar Outcomes in a Randomized Prospective Study. *Joints*. 2018 Jun 20;6(2):90-94. doi: 10.1055/s-0038-1660813. eCollection 2018 Jun. PubMed PMID: 30051104; PubMed Central PMCID: PMC6059866. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30051104/>
- 37) Shin YS, Kim HJ, Ko YR, Yoon JR. Minimally invasive navigation-assisted versus conventional total knee arthroplasty: a meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016 Nov;24(11):3425-3432. Epub 2016 Feb 9. PubMed PMID: 26860101. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26860101/>
- 38) Sardana V, Burzynski JM, Khan M, Stone N, Weening BS, Zalzal PK. Long-term functional outcomes and knee alignment of computer-assisted navigated total knee arthroplasty. *Musculoskelet Surg*. 2017 Apr;101(1):37-43. doi: 10.1007/s12306-016-0442-z. Epub 2016 Dec 3. PubMed PMID: 27915405. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27915405/>
- 39) Hsu RW, Hsu WH, Shen WJ, Hsu WB, Chang SH. Comparison of computer-assisted navigation and conventional instrumentation for bilateral total knee arthroplasty: The outcomes at mid-term follow-up. *Medicine (Baltimore)*. 2019 Nov;98(47):e18083. doi: 10.1097/MD.00000000000018083. PubMed PMID: 31764842; PubMed Central PMCID: PMC6882567. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31764842/>
- 40) Todesca A, Garro L, Penna M, Bejui-Hugues J. Conventional versus computer-navigated TKA: a prospective randomized study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017 Jun;25(6):1778-1783. doi: 10.1007/s00167-016-4196-9. Epub 2016 Jun 15. PubMed PMID: 27306985. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27306985/>
- 41) Chin BZ, Seck VMH, Syn NL, Wee IJY, Tan SSH, O'Neill GK. Computer-Navigated versus Conventional Total Knee Arthroplasty: A Meta-Analysis of Functional Outcomes from Level I and II Randomized Controlled Trials. *J Knee Surg*. 2019 Nov 4. doi: 10.1055/s-0039-1700494. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 31683347. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31683347/>
- 42) Li X, Yu J, Gong Y, Ren K, Liu J. [Clinical and radiographic outcomes of navigation-assisted versus conventional total knee arthroplasty]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 2015 Apr 21;95(15):1162-7. Chinese. PubMed PMID: 26081361. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26081361/>
- 43) Panjwani TR, Mullaji A, Doshi K, Thakur H. Comparison of Functional Outcomes of Computer-Assisted vs Conventional Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis of High-Quality, Prospective Studies. *J Arthroplasty*. 2019 Mar;34(3):586-593. doi: 10.1016/j.arth.2018.11.028. Epub 2018 Dec 2. PubMed PMID: 30611520. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30611520/>
- 44) Petursson G, Fenstad AM, Gøthesen Ø, Dyrhovden GS, Hallan G, Röhrl SM, Aamodt A, Furnes O.

Computer-Assisted Compared with Conventional Total Knee Replacement: A Multicenter Parallel-Group Randomized Controlled Trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2018 Aug 1;100(15):1265-1274. doi: 10.2106/JBJS.17.01338. PubMed PMID: 30063588. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30063588/>

45) Roberts TD, Clatworthy MG, Frampton CM, Young SW. Does Computer Assisted Navigation Improve Functional Outcomes and Implant Survivability after Total Knee Arthroplasty? *J Arthroplasty.* 2015 Sep;30(9 Suppl):59-63. doi: 10.1016/j.arth.2014.12.036. Epub 2015 Jun 3. PubMed PMID: 26138516. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26138516/>

46) Rhee SJ, Kim HJ, Lee CR, Kim CW, Gwak HC, Kim JH. A Comparison of Long-Term Outcomes of Computer-Navigated and Conventional Total Knee Arthroplasty: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Bone Joint Surg Am.* 2019 Oct 16;101(20):1875-1885. doi: 10.2106/JBJS.19.00257. PubMed PMID: 31626013. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31626013/>

47) Cip J, Obwegeser F, Benesch T, Bach C, Ruckentstahl P, Martin A. Twelve-Year Follow-Up of Navigated Computer-Assisted Versus Conventional Total Knee Arthroplasty: A Prospective Randomized Comparative Trial. *J Arthroplasty.* 2018 May;33(5):1404-1411. doi: 10.1016/j.arth.2017.12.012. Epub 2017 Dec 21. PubMed PMID: 29426792. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29426792/>

48) Kim YH, Park JW, Kim JS. 2017 Chitranjan S. Ranawat Award: Does Computer Navigation in Knee Arthroplasty Improve Functional Outcomes in Young Patients? A Randomized Study. *Clin Orthop Relat Res.* 2018 Jan;476(1):6-15. doi: 10.1007/s11999.0000000000000000. PubMed PMID: 29389753; PubMed Central PMCID: PMC5919243. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29389753/>

49) Song EK, Agrawal PR, Kim SK, Seo HY, Seon JK. A randomized controlled clinical and radiological trial about outcomes of navigation-assisted TKA compared to conventional TKA: long-term follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016 Nov;24(11):3381-3386. Epub 2016 Feb 1. PubMed PMID: 26831857. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26831857/>

50) Baier C, Wolfsteiner J, Otto F, Zeman F, Renkawitz T, Springorum HR, Maderbacher G, Grifka J. Clinical, radiological and survivorship results after ten years comparing navigated and conventional total knee arthroplasty: a matched-pair analysis. *Int Orthop.* 2017 Oct;41(10):2037-2044. doi: 10.1007/s00264-017-3509-z. Epub 2017 May 26. PubMed PMID: 28550426. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28550426/>

51) Dyrhovden GS, Fenstad AM, Furnes O, Gøthesen Ø. Survivorship and relative risk of revision in computer-navigated versus conventional total knee replacement at 8-year follow-up. *Acta Orthop.* 2016 Dec;87(6):592-599. Epub 2016 Oct 24. PubMed PMID: 27775460; PubMed Central PMCID: PMC5119442. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27775460/>

52) De Steiger RN, Liu YL, Graves SE. Computer navigation for total knee arthroplasty reduces revision rate for patients less than sixty-five years of age. *J Bone Joint Surg Am.* 2015 Apr 15;97(8):635-42. doi: 10.2106/JBJS.M.01496. PubMed PMID: 25878307. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25878307/>

53) Baumbach JA, Willburger R, Haaker R, Dittrich M, Kohler S. 10-Year Survival of Navigated Versus Conventional TKAs: A Retrospective Study. *Orthopedics.* 2016 May;39(3Suppl):S72-6. doi: 10.3928/01477447-20160509-21. PubMed PMID: 27219734. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27219734/>

54) Singla A, Malhotra R, Kumar V, Lekha C, Karthikeyan G, Malik V. A Randomized Controlled Study to Compare the Total and Hidden Blood Loss in Computer-Assisted Surgery and Conventional Surgical Technique of Total Knee Replacement. *Clin Orthop Surg.* 2015 Jun;7(2):211-6. doi: 10.4055/cios.2015.7.2.211. Epub 2015 May 18. PubMed PMID: 26217468; PubMed Central PMCID: PMC4515462. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26217468/>

55) Han SB, Kim HJ, Kim TK, In Y, Oh KJ, Koh IJ, Lee DH. Computer navigation is effective in reducing blood loss but has no effect on transfusion requirement following primary total knee arthroplasty: a meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016 Nov;24(11):3474-3481. Epub 2016 Feb 27. PubMed PMID:26922056. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26922056/>

56) Yu QB, E ZK, Xin HW, Zhang YS, Lin YZ. [Effect of total knee arthroplasty under computer navigation on intraoperative blood loss and joint function recovery]. *Zhongguo Gu Shang.* 2020 Jan 25;33(1):15-20. doi: 10.3969/j.issn.1003-0034.2020.01.004. Chinese. PubMed PMID: 32115919. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32115919/>

57) Liodakis E, Antoniou J, Zukor DJ, Huk OL, Epure LM, Bergeron SG. Navigated vs Conventional Total Knee Arthroplasty: Is There a Difference in the Rate of Respiratory Complications and Transfusions? *J Arthroplasty.* 2016 Oct;31(10):2273-7. doi: 10.1016/j.arth.2016.03.051. Epub 2016 Apr 4. PubMed PMID:27133926. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27133926/>

58) Wang K, Wang JY, Wang JZ, Zeng LY, Li PC, Wei XC. [Application of passive image-free navigation system for total knee arthroplasty]. *Zhongguo Gu Shang.* 2019 Apr 25;32(4):383-386. doi: 10.3969/j.issn.1003-0034.2019.04.018. Review. Chinese. PubMed PMID: 31027419. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31027419/>

59) Kuo SJ, Hsu HC, Wang CJ, Siu KK, Hsu YH, Ko JY, Tang CH. Effects of computer-assisted navigation versus conventional total knee arthroplasty on the levels of inflammation markers: A prospective study. *PLoS One.* 2018 May 14;13(5):e0197097. doi: 10.1371/journal.pone.0197097. eCollection 2018. PubMed PMID: 29758073; PubMed Central PMCID: PMC5951551. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29758073/>

- 60) Kuo SJ, Wang FS, Wang CJ, Ko JY, Chen SH, Siu KK. Effects of Computer Navigation versus Conventional Total Knee Arthroplasty on Endothelial Damage Marker Levels: A Prospective Comparative Study. *PLoS One*. 2015 May 8;10(5):e0126663. doi: 10.1371/journal.pone.0126663. eCollection 2015. PubMed PMID: 25955252; PubMed Central PMCID: PMC4425488. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25955252/>
- 61) Siu KK, Wu KT, Ko JY, Wang FS, Chou WY, Wang CJ, Kuo SJ. Effects of computer-assisted navigation versus the conventional technique for total knee arthroplasty on levels of plasma thrombotic markers: a prospective study. *Biomed Eng Online*. 2019 Oct 14;18(1):99. doi: 10.1186/s12938-019-0717-3. PubMed PMID: 31610791; PubMed Central PMCID: PMC6791006. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31610791/>
- 62) Hutt JR, LeBlanc MA, Massé V, Lavigne M, Vendittoli PA. Kinematic TKA using navigation: Surgical technique and initial results. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2016 Feb;102(1):99-104. doi: 10.1016/j.otsr.2015.11.010. Epub 2016 Jan 6. PubMed PMID: 26776100. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26776100/>
- 63) Lee SS, Lee YI, Kim DU, Lee DH, Moon YW. Factors affecting femoral rotational angle based on the posterior condylar axis in gap-based navigation-assisted total knee arthroplasty for valgus knee. *PLoS One*. 2018 May 15;13(5):e0197335. doi: 10.1371/journal.pone.0197335. eCollection 2018. PubMed PMID: 29763429; PubMed Central PMCID: PMC5953479. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29763429/>
- 64) Siddiqi A, Hardaker WM, Eachempati KK, Sheth NP. Advances in Computer-Aided Technology for Total Knee Arthroplasty. *Orthopedics*. 2017 Nov 1;40(6):338-352. doi: 10.3928/01477447-20170831-02. Epub 2017 Sep 7. PubMed PMID: 28877327. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28877327/>
- 65) Clement ND, Makaram N, Bell J, Tiemessen CH, Mehdi SA, Livingston SJ. Columbus® computer navigated total knee arthroplasty: Gap balancing versus measured resection. *Knee*. 2017 Dec;24(6):1442-1447. doi: 10.1016/j.knee.2017.08.004. Epub 2017 Sep 29. PubMed PMID: 28970126. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28970126/>
- 66) Li Y, Tian H, Geng X. [Effect of the surgical time and coronalmechanical alignment after total knee arthroplasty using computer navigation system, traditional or 3D printing patient-specific instruments]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 2018 Jul 17;98(27):2157-2161. doi: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.27.006. Chinese. PubMed PMID: 30032517. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30032517/>
- 67) Synder M, Altimimi MA, Borowski A, Sibiński M, Drobniowski M. Evaluation of Outcomes of Total Knee Replacement with and without a Navigation System. *Ortop Traumatol Rehabil*. 2016 May 5;18(3):251-261. doi: 10.5604/15093492.1212869. PubMed PMID: 28157081. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28157081/>
- 68) Kim YH, Park JW, Kim JS. The Clinical Outcome of Computer-Navigated Compared with Conventional Knee Arthroplasty in the Same Patients: A Prospective, Randomized, Double-Blind, Long-Term Study. *J Bone Joint Surg Am*. 2017 Jun 21;99(12):989-996. doi: 10.2106/JBJS.16.00791. PubMed PMID: 28632587. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28632587/>
- 69) Kamara E, Berliner ZP, Hepinstall MS, Cooper HJ. Pin Site Complications Associated With Computer-Assisted Navigation in Hip and Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2017 Sep;32(9):2842-2846. doi: 10.1016/j.arth.2017.03.073. Epub 2017 Apr 20. PubMed PMID: 28522245. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28522245/>
- 70) Kim YH, Park JW, Kim JS. 2017 Chitranjan S. Ranawat Award: Does Computer Navigation in Knee Arthroplasty Improve Functional Outcomes in Young Patients? A Randomized Study. *Clin Orthop Relat Res*. 2018 Jan;476(1):6-15. doi: 10.1007/s11999-0000000000000000. PubMed PMID: 29389753; PubMed Central PMCID: PMC5919243. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29389753/>
- 71) Brown MJ, Matthews JR, Bayers-Thering MT, Phillips MJ, Krackow KA. Low Incidence of Postoperative Complications With Navigated Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2017 Jul;32(7):2120-2126. doi: 10.1016/j.arth.2017.01.045. Epub 2017 Feb 3. PubMed PMID: 28285900. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28285900/>
- 72) Khakha RS, Chowdhry M, Norris M, Kheiran A, Chauhan SK. Low incidence of complications in computer assisted total knee arthroplasty--A retrospective review of 1596 cases. *Knee*. 2015 Oct;22(5):416-8. doi: 10.1016/j.knee.2015.02.009. Epub 2015 Mar 24. PubMed PMID: 25819156. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25819156/>
- 73) Siddiqi A, Hardaker WM, Eachempati KK, Sheth NP. Advances in Computer-Aided Technology for Total Knee Arthroplasty. *Orthopedics*. 2017 Nov 1;40(6):338-352. doi: 10.3928/01477447-20170831-02. Epub 2017 Sep 7. PubMed PMID: 28877327. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28877327/>
- 74) Figueroa F, Wakelin E, Twigg J, Fritsch B. Comparison between navigated reported position and postoperative computed tomography to evaluate accuracy in a robotic navigation system in total knee arthroplasty. *Knee*. 2019 Aug;26(4):869-875. doi: 10.1016/j.knee.2019.05.004. Epub 2019 Jun 4. PubMed PMID: 31171424. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31171424/>
- 75) Van der List JP, Chawla H, Joskowicz L, Pearle AD. Current state of computer navigation and robotics in unicompartmental and total knee arthroplasty: a systematic review with meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016 Nov;24(11):3482-3495. Epub 2016 Sep 6. Review. PubMed PMID: 27600634. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27600634/>
- 76) Feczko P, Engelmann L, Arts JJ, Campbell D. Computer-assisted total knee arthroplasty using mini midvastus or medial parapatellar approach technique: A prospective, randomized, international multicentre tri-

- al. BMC Musculoskelet Disord. 2016 Jan 13;17:19. doi: 10.1186/s12891-016-0872-7. PubMed PMID: 26762175; PubMed Central PMCID: PMC4711101. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26762175/>
- 77) Gicquel T, Lambotte JC, Polard JL, Ropars M, Hutten D. Is tibial cut navigation alone sufficient in medial unicompartmental knee arthroplasty? Continuous series of fifty nine procedures. Int Orthop. 2016Dec;40(12):2511-2518. Epub 2016 Jun 30. PubMed PMID: 27357531. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27357531/>
- 78) Grant AL, Doma KD, Hazratwala K. Determination of the Accuracy of Navigated Kinematic Unicompartmental Knee Arthroplasty: A 2-Year Follow-Up. J Arthroplasty. 2017 May;32(5):1443-1452. doi: 10.1016/j.arth.2016.11.036. Epub 2016 Nov 29. PubMed PMID: 28039023. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28039023/>
- 79) Zhang Z, Zhu W, Zhu L, Du Y. Superior alignment but no difference in clinical outcome after minimally invasive computer-assisted unicompartmental knee arthroplasty (MICA-UKA). Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2016 Nov;24(11):3419-3424. Epub 2014 Nov 26. PubMed PMID: 25423875. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25423875/>
- 80) Song EK, N M, Lee SH, Na BR, Seon JK. Comparison of Outcome and Survival After Unicompartmental Knee Arthroplasty Between Navigation and Conventional Techniques With an Average 9-Year Follow-Up. J Arthroplasty. 2016 Feb;31(2):395-400. doi: 10.1016/j.arth.2015.09.012. Epub 2015 Sep 18. PubMed PMID: 26454570. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26454570/>
- 81) Van der List JP, Chawla H, Joskowicz L, Pearle AD. Current state of computer navigation and robotics in unicompartmental and total knee arthroplasty: a systematic review with meta-analysis. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2016 Nov;24(11):3482-3495. Epub 2016 Sep 6. Review. PubMed PMID: 27600634. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27600634/>
- 82) Chona D, Bala A, Huddleston JI 3rd, Goodman SB, Maloney WJ, Amanatullah DF. Effect of Computer Navigation on Complication Rates Following Unicompartmental Knee Arthroplasty. J Arthroplasty. 2018 Nov;33(11):3437-3440.e1. doi: 10.1016/j.arth.2018.06.030. Epub 2018 Jun 30. PubMed PMID: 30033063. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30033063/>
- 83) Chowdhry M, Khakha RS, Norris M, Kheiran A, Chauhan SK. Improved Survival of Computer-Assisted Unicompartmental Knee Arthroplasty: 252 Cases With a Minimum Follow-Up of 5 Years. J Arthroplasty. 2017 Apr;32(4):1132-1136. doi: 10.1016/j.arth.2016.11.027. Epub 2016 Nov 23. PubMed PMID: 28110847. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28110847/>
- 84) Saragaglia D, Marques Da Silva B, Dijoux P, Cognault J, Gaillot J, Pailhé R. Computerised navigation of unicondylar knee prostheses: from primary implantation to revision to total knee arthroplasty. Int Orthop. 2017 Feb;41(2):293-299. doi: 10.1007/s00264-016-3293-1. Epub 2016 Sep 28. PubMed PMID: 27680750. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27680750/>

# Relación entre delirium postoperatorio y mortalidad tras la cirugía de fractura trocantérica en el paciente anciano

## *Relationship between postoperative delirium and mortality after trochanteric fracture surgery in elderly patients.*

Jiménez Garrido Carlos  
Durán Garrido Francisco Javier  
Fernández Hijano Manuel Rafael  
Viquez Da Silva Rodrigo  
Rodríguez Delourme Inés  
Gómez Palomo Juan Miguel  
Zamora Navas Plácido

Hospital Universitario Virgen de la Victoria, Málaga. España

[cjgmedicina@gmail.com](mailto:cjgmedicina@gmail.com)

Rev. S. And. Traum. y Ort., 2020; 37 (2/4): 28-35

Recepción: 17/05/2020. Aceptación: 19/07/2020

### Resumen

#### Introducción

El delirium postoperatorio en el paciente anciano con fractura trocantérica se ha relacionado con la mortalidad postoperatoria. Objetivo: Determinar los factores de riesgo asociados al delirium postoperatorio del paciente anciano con fractura trocantérica y la relación de éste con la mortalidad postoperatoria.

#### Material y método

Estudio de cohortes histórico en el que se analizan los factores de riesgo para la apari-

### Abstract

#### Introduction

*Postoperative delirium in the elderly patient with trochanteric fracture has been associated with postoperative mortality.*

#### Objective

*To determine the risk factors associated with postoperative delirium after trochanteric surgery in elderly patients. Material and Methods: Retrospective cohort study was designed, analyzing delirium risk factors and postoperative mortality in 264 elderly patients operated from trochanteric hip surgery.*

ción de delirium postoperatorio y su relación con la mortalidad postoperatoria en 264 pacientes intervenidos de fractura trocantérica.

## Resultados

Se ha encontrado asociación estadística significativa entre la aparición de delirium postoperatorio e insuficiencia renal crónica ( $p=0,01$ ), demencia ( $p=0,000$ ) y una edad superior a 80 años ( $p=0,016$ ).

Se encontró asociación estadística significativa entre delirium postoperatorio y mortalidad tras el alta hospitalaria, tanto en el primer mes tras la cirugía ( $p=0,003$  RR 1,11 IC 95% 1,01-1,23), como durante el primer año tras la misma ( $p=0,000$  RR 1,46 IC 95% 1,17-1,81). Sin embargo, no se encontró asociación estadística significativa entre el delirium postoperatorio y la mortalidad intrahospitalaria ( $p=0,1$ ).

## Conclusión

La presencia de delirium postoperatorio en el paciente anciano intervenido de fractura trocantérica podría aumentar el riesgo de fallecimiento durante el primer año tras el alta hospitalaria.

**Palabras claves:** Delirium postoperatorio, mortalidad, fractura trocantérica.

## Results

*We reported statistical association between the happening of delirium and also and chronic renal failure ( $p=0,01$ ), dementia ( $p=0,000$ ), age over 80 years ( $p=0,016$ ). We reported statistical association between postoperative delirium and mortality after discharge within the first month after surgery ( $p=0,003$  RR 1,11 IC 95% 1,01-1,23) and within the first year after surgery ( $p=0,000$  RR 1,46 IC 95% 1,17-1,81). No statistical association was reported difference between postoperative delirium and intrahospitalary mortality ( $P=0,1$ ).*

## Conclusion

*Postoperative delirium an elderly patient during the stay in the hospital due to a trochanteric hip fracture would increase the risk of mortality after the discharge during the first year after surgery.*

**Key words:** Postoperative delirium, mortality, trochanteric fracture.

## Introducción

La fractura de cadera es la principal causa de hospitalización de origen traumatológico en la tercera edad. Se trata de un problema creciente, pues existe un incremento progresivo en la población mayor a 70 años<sup>1</sup>. Por otro lado, este grupo de pacientes presenta un porcentaje elevado de enfermedades asociadas que, ante la presencia de una fractura de cadera, podrían incrementar la mortalidad desde un 10% hasta un 40%<sup>2,3</sup>, durante el primer año tras la cirugía.

Existen trabajos en la literatura que relacionan la presencia de enfermedades concomitantes en pacientes intervenidos de fractura trocantérica con la aparición de delirium postoperatorio<sup>4</sup>. Además, se ha observado que podría existir relación entre el delirium postoperatorio y la mortalidad en pacientes intervenidos de fractura trocantérica<sup>5,6</sup>.

El objetivo de nuestro trabajo es determinar los factores de riesgo asociados al delirium postoperatorio del paciente anciano con fractura trocantérica y la relación de éste con

la mortalidad postoperatoria durante el primer año tras la cirugía.

## Material y Método

Presentamos un estudio de cohortes histórico, que incluye de manera consecutiva a pacientes con una edad superior a los 60 años intervenidos de fractura de fémur proximal con trazo trocantérico (tipo 31A según la clasificación AO-Müller) mediante enclavado endomedular y anestesia intrarraquídea, desde el 2015 hasta el 2017. Fueron excluidos todos los pacientes que fallecieron antes de poder llevar a cabo la cirugía y aquellos que no estuvieron disponibles para el seguimiento.

Se recogieron y analizaron variables sociodemográficas generales y específicas de todos los pacientes incluidos en el estudio, entre las que se encuentran el sexo, la edad, el riesgo anestésico identificado según el grado en la escala ASA (Sociedad Americana de Anestesiología), la presencia de patología sistémica previa, demencia, enfermedad reumática de cualquier etiología, antecedente de patología oncológica o patología oncológica activa y fractura de cadera previa. El grado de dependencia previo a la fractura fue definido según la puntuación obtenida en la escala de Barthel, realizada en el momento de ingreso, clasificando a los pacientes como dependientes totales, dependientes graves, dependientes moderados, dependientes leves e independientes (puntuación <20, 20-35, 40-55,  $\geq$ 60, 100 respectivamente)<sup>7</sup>.

También se recogieron variables relacionadas con el ingreso hospitalario: la aparición de delirium, la hemoglobina (Hb) previa a la intervención, la Hb a las 24 horas de la cirugía y evolución hematimétrica tras la cirugía, número de concentrados de hematíes requeridos durante el ingreso, periodo de tiempo entre el diagnóstico de la fractura y la cirugía definitiva (días), registro de fallecimiento por cualquier causa durante el ingreso o bien tras

el alta hospitalaria, ya sea en los primeros 30 días tras la intervención o bien durante el primer año.

Se consideró delirium postoperatorio a cualquier situación tras la cirugía en la que se produjo una alteración del nivel de conciencia y de la atención, así como de las diversas funciones cognitivas, como son la memoria, la orientación, el pensamiento, el lenguaje o la percepción, alteraciones definidas en el contexto de síndrome confusional agudo.

Todos los pacientes fueron intervenidos según la técnica habitual, mediante una reducción bajo control con fluoroscopia e implantación de clavo intramedular de forma mínimamente invasiva.

La necesidad de transfusión sanguínea fue establecida según los siguientes criterios: pacientes hemodinámicamente estables y con niveles de Hb a las 24 h < 8g/dL o aquellos hemodinámicamente inestables con valores < 10 g/dL de Hb a las 24h<sup>8</sup>.

El trabajo se ha realizado siguiendo los principios éticos de la Declaración de Helsinki de 1964, revisados en el año 2000.

## Análisis estadístico

Para las variables categóricas se calcularon las frecuencias absolutas y relativas, mientras que para las variables numéricas se calcularon la media, la desviación típica, siendo comparadas mediante los test de correlación X<sup>2</sup> y U de Mann-Whitney según el cumplimiento de los criterios de normalidad de Kolmogorov-Smirnov. Además, se realizó un análisis de regresión logística del tipo regresión gradual con las variables objetivo de estudio. El análisis de supervivencia se realizó mediante el estimador de Kaplan-Meier y la prueba de Log Rank. Se consideró significación estadística un valor de  $p < 0,05$  bilateral. Todos los datos fueron analizados mediante el programa estadístico SPSS v23.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

## Resultados

Quince pacientes fueron excluidos, falleciendo 4 de ellos durante el ingreso hospitalario previo a la cirugía y no siendo posible el seguimiento hasta el año en 11 de ellos. Se

incluyeron un total de 264 pacientes. 197 fueron mujeres (74,6%) y 67 hombres (25,4%), con una edad media de  $81,06 \pm 11,49$  (60-101) años. Los resultados generales de la muestra pueden observarse en la tabla 1.

|                              | N= 264                   | Fallecidos (N=66) (25%) | Supervivientes (N=198) (75%) |
|------------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------|
| Sexo                         |                          |                         |                              |
| -Hombre                      | 67 (25,4%)               | 23 (33,8%)              | 44 (22,4%)                   |
| -Mujer                       | 197 (74,6%)              | 45 (66,2%)              | 152 (77,6%)                  |
| Edad                         | $81,0 \pm 11,5$ (60-101) | $85,4 \pm 8,9$ (61-101) | $79,0 \pm 11,6$ (60-100)     |
| Tiempo entre Fx y Qx         | $4,1 \pm 3,0$ (0-23)     | $4,6 \pm 2,9$ (0-15)    | $4,2 \pm 3,2$ (0-23)         |
| Grado ASA                    |                          |                         |                              |
| - I                          | 1 (0,3%)                 | 0 (0%)                  | 1 (0,6%)                     |
| -II                          | 38 (14,3%)               | 0 (0%)                  | 38 (19,1%)                   |
| -III                         | 164 (62,1%)              | 32 (49,2%)              | 132 (66,6%)                  |
| -IV                          | 58 (21,9%)               | 31 (47,7%)              | 27 (13,6%)                   |
| -V                           | 3 (1,1%)                 | 2 (3,1)                 | 1 (0,6%)                     |
| HTA                          | 191 (72,3%)              | 48 (70,6%)              | 143 (73%)                    |
| DM                           | 91 (34,5%)               | 23 (33,8%)              | 68 (34,7%)                   |
| Cardiopatía Isquémica        | 37 (14%)                 | 15 (22,1%)              | 22 (11,2%)                   |
| Insuficiencia cardiaca       | 57 (21,6%)               | 22 (32,4%)              | 35 (17,9%)                   |
| FA                           | 58 (22%)                 | 19 (27,9%)              | 39 (17,9%)                   |
| Enf cerebrovascular          | 27 (10,2%)               | 9 (13,2%)               | 18 (9,2%)                    |
| IRC                          | 34 (12,9%)               | 16 (23,5%)              | 18 (9,2%)                    |
| EPOC                         | 29 (11%)                 | 12 (17,6%)              | 17 (8,7%)                    |
| Hepatopatía                  | 14 (5,3%)                | 2 (2,9%)                | 12 (6,1%)                    |
| Demencia                     | 72 (27,3%)               | 30 (45,5%)              | 42 (21,4%)                   |
| Enf reumática                | 11 (4,2%)                | 1 (1,5%)                | 10 (5,1%)                    |
| Sd.Confusional               | 72 (27,3%)               | 32 (47,1%)              | 40 (20,4%)                   |
| Neoplasia                    | 35 (13,4%)               | 12 (18,2%)              | 23 (11,7%)                   |
| Fx cadera previa             | 18 (6,9%)                | 3 (4,4%)                | 15 (7,7%)                    |
| Dif HB a las 24h             | $2,11 \pm 1,57$ (0-7,4)  | $2,1 \pm 1,8$ (0-8,7)   | $2,06 \pm 1,71$ (0-3,2)      |
| Transfusión                  | 104 (39,2%)              | 28 (42,4%)              | 76 (38,3%)                   |
| Tiempo estancia hospitalaria | $10,31 \pm 5,7$ (1-37)   | $11,29 \pm 5,8$ (2-34)  | $9,97 \pm 5,34$ (2-37)       |

Tabla 1. Resultados generales de la muestra. Edad (años), Tiempo entre fractura y cirugía (días), Dif Hb a las 24 h (g/dL), Tiempo estancia hospitalaria (días)

El tiempo medio de retraso entre el diagnóstico de la fractura y el momento de la cirugía fue de  $4,11 \pm 3,06$  (0-23) días. El tiempo medio de estancia hospitalaria fue de  $10,31 \pm 5,70$  (1-37) días. La puntuación media en la escala de Barthel fue de  $38,10 \pm 27,28$  (0-100), de manera que, hasta 10 pacientes presentaban total independencia (3,78%), 56 pacientes

presentaban dependencia leve (21,21%), 59 pacientes presentaban dependencia moderada (22,34%), 75 pacientes presentaban dependencia grave (28,40%) y 64 pacientes presentaban dependencia total (24,42%).

La media de Hb previa a la cirugía fue  $11,41 \pm 1,4$  (8,2-16,5) g/dL, la media de Hb

a las 24h de la cirugía fue de  $9,35 \pm 1,6$  (3,9-13,9) g/dL y la diferencia media de Hb antes y después de la cirugía fue de  $2,11 \pm 1,57$  (0-7,4) g/dL. En 104 pacientes fue necesaria la transfusión de 2 concentrados de hematies durante el ingreso hospitalario (39,2%).

En lo que respecta a la mortalidad postoperatoria, un total de 68 pacientes (25,7%) fallecieron durante el primer año tras la intervención, presentando un retraso medio desde la aparición de la fractura hasta la cirugía de  $4,63 \pm 3,91$  (0-15) días, frente a  $4,21 \pm 3,19$  (0-23) días en los 196 pacientes (74,3%) que no fallecieron durante el primer año. En el grupo de pacientes fallecidos, 21 fallecieron durante el ingreso hospitalario (30,8%), 17 pacientes fallecieron durante el primer mes tras la cirugía una vez fueron dados de alta hospitalaria (25%) y 30 pacientes fallecieron en el tiempo comprendido entre los primeros 30 días y el primer año tras la intervención (44,1%). El tiempo medio de fallecimiento intrahospitalario en estos pacientes fue de  $11,8 \pm 5,42$  (1-24) días.

### Delirium Postoperatorio

En cuanto al delirium postoperatorio, estuvo presente en 72 pacientes (27,3%). De ellos, 32 (44,4%) fallecieron durante el primer año tras la cirugía ( $p=0,000$  RR 1,46 IC 95% 1,17-1,81), 9 pacientes (12,5%) fallecieron durante el ingreso ( $p=0,1$ ), 10 pacientes (13,9%) fallecieron durante el primer mes tras la cirugía ( $P=0,003$  RR 1,11 IC 95% 1,01-1,23) y 13 pacientes (18,1%) fallecieron en el periodo comprendido entre los primeros 30 días y el

primer año tras la cirugía ( $p=0,037$  RR 1,12 IC 95% 1,034-1,25) (tabla 2). En cuanto al análisis de supervivencia, se encontró correlación estadística significativa en cuanto a la aparición de delirium postoperatorio y la mortalidad global al año ( $p=0,000$ ) (Fig 1) y entre el grado dependiente total y la mortalidad global al año ( $p=0,038$ ).

No se encontró correlación estadística significativa entre el tiempo medio de retraso entre el diagnóstico de la fractura y el momento de la cirugía y la mortalidad global ( $p=0,331$ ).

Tras el análisis de regresión logística multivariado, tan sólo se encontró correlación estadística significativa entre la demencia previa ( $p=0,000$ ), la insuficiencia renal crónica ( $p=0,001$ ) y la edad mayor de 80 años ( $p=0,016$ ) con la aparición de delirium postoperatorio.

Se encontró correlación estadística significativa al analizar la asociación de manera aislada entre la presencia de delirium postoperatorio y el grado ASA ( $p=0,010$ ) o la enfermedad cerebro-vascular ( $p=0,028$ ), siendo considerada en ambos casos la presencia de delirium postoperatorio como variable resultado.

No se encontró correlación estadística significativa entre la puntuación en la escala Barthel ( $p=0,369$ ), los valores de Hb previos a la cirugía y la diferencia de Hb ( $p=0,542$ ,  $p=0,450$ ,  $p=0,750$ ), ni tampoco con el tiempo de hospitalización ( $p=0,073$ ), tiempo de espera para el tratamiento quirúrgico ( $p=0,082$ ) y la aparición del delirium postoperatorio.

| Delirium   | Si. N=72 (27,3%) | No.N=172(73,7%) | TOTAL N=236 | P     |
|--|------------------|-----------------|-------------|-------|
| Mortalidad durante el ingreso                          | 9 (12,5%)        | 12 (7%)         | 21 (30,8%)  | 0,1   |
| Mortalidad durante el primer mes                       | 10 (13,9%)       | 6 (3,5%)        | 17 (25%)    | 0,04  |
| Mortalidad a partir del primer mes hasta el primer año | 13 (18,1%)       | 12 (7%)         | 30 (44,1%)  | 0,04  |
| Mortalidad global al año                               | 32 (44,4%)       | 30 (17,5%)      | 68 (25,7%)  | 0,000 |

Tabla 2. Resultados generales de mortalidad en relación al delirium

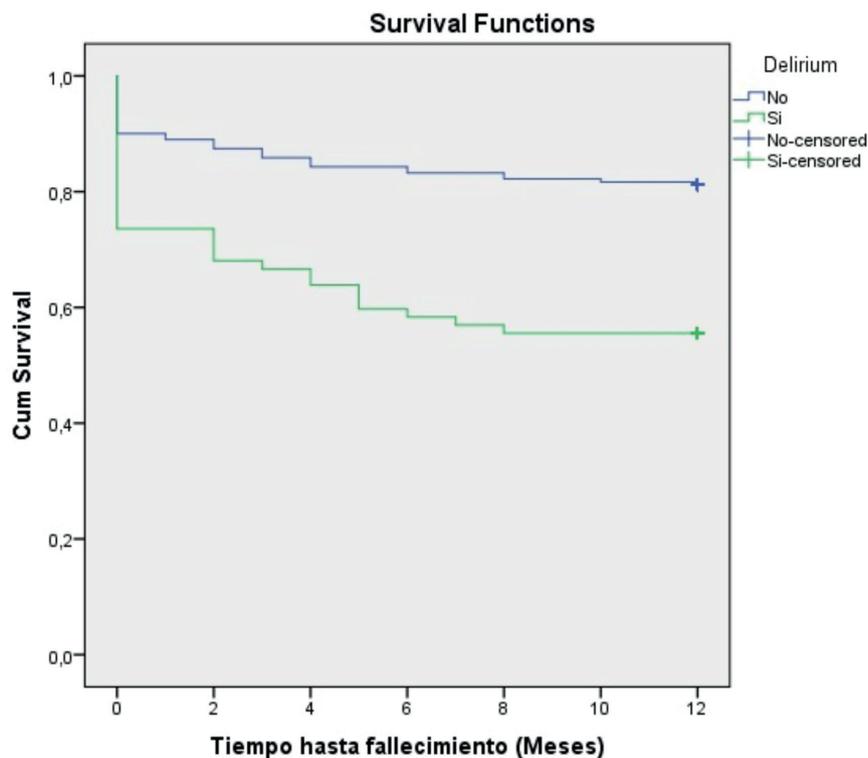


Figura 1. Análisis de supervivencia en el primer año tras la cirugía en relación a la presencia de delirium postoperatorio durante el ingreso hospitalario

## Discusión

Existen múltiples factores de riesgo que influyen en la mortalidad tras la cirugía de la fractura trocantérica, entre los que destaca el retraso en la cirugía como factor más determinante<sup>8,9</sup>. Además, existen otros factores de riesgo con menor influencia en la mortalidad, entre los que se encuentran la edad superior a 65 años, el sexo, el número de enfermedades presentes en el paciente, el tipo de anestesia, el grado de dependencia previo a la fractura o la presencia de delirium postoperatorio, sin tener una clara predominancia de uno sobre otro, pudiendo observarse una mortalidad de hasta el 25% los pacientes intervenidos de fractura pertrocanterica mediante enclavado endomedular durante el primer año tras la cirugía<sup>12,13</sup>.

Respecto al delirium postoperatorio, en línea con lo expuesto en el presente manuscrito, encontramos trabajos que lo relacionan con un

incremento en la mortalidad durante el primer año tras una intervención por fractura de cadera. En el artículo publicado Schenning et al. se sugiere que este incremento en la mortalidad podría variar desde un 10% hasta un 70%, según el tipo de cirugía y método anestésico<sup>14</sup>. También se ha descrito que hasta un 40% de los pacientes que sufren delirium postoperatorio nunca vuelven a recuperar el estado cognitivo previo al episodio<sup>15</sup>. Así pues, el aumento en la morbi-mortalidad de estos pacientes ha llevado a establecer modelos de screening que permitan identificar a aquellos pacientes con mayor probabilidad de sufrir dicho cuadro, antes de llevarse a cabo la cirugía<sup>16,17,18</sup>, siendo necesario un manejo multidisciplinar por unidades de ortogeriatría, que permita la prevención y abordaje de las complicaciones propias de estos pacientes<sup>19</sup>.

A diferencia de lo descrito en la literatura científica<sup>9,10</sup>, no hemos encontrado una diferencia estadísticamente significativa entre el

tiempo desde el ingreso y la intervención quirúrgica y su relación con la mortalidad global al año ( $P=0,331$ ). Con nuestros resultados obtenidos, con un retraso de la cirugía medio de 4,11 días, podemos sugerir la menor influencia en la mortalidad por el retraso de la cirugía de manera aislada en nuestros pacientes si se intervienen en los primeros 4 días, como defienden Espinosa et al. en su trabajo, que reportan una mortalidad similar a la informada en otros estudios (31%)<sup>19</sup>.

En nuestra serie hemos apreciado una mortalidad al año similar a la reflejada en la bibliografía (25,7%), lo que sugiere que la presencia de delirium postoperatorio podría acompañarse de un aumento en la mortalidad durante el primer año de hasta 4 veces en este grupo de pacientes<sup>20</sup>. Kim et al<sup>18</sup> desarrollaron una escala predictora del riesgo de delirium postoperatorio en pacientes intervenidos de fractura de cadera, identificando como principales factores de riesgo: la presencia de delirium preoperatorio, la demencia preoperatoria, la edad superior a los 70 años, las comorbilidades médicas, el grado ASA, el grado de dependencia del paciente previo a la fractura, ser fumador, el síndrome de respuesta inflamatoria sistémica y la necesidad de dispositivos de ayuda para la movilidad previos a la fractura. Por otro lado, Tao et al.<sup>21</sup> refiere que la presencia de resultados adversos en los test de valoración del grado de dependencia y del estado mental previo a la fractura, son factores de riesgo independientes para la aparición del delirium postoperatorio, siempre que se hayan corregido las comorbilidades médicas del paciente durante su estancia hospitalaria. A este respecto, a pesar de lo mencionado, en nuestra serie únicamente observamos diferencias estadísticamente significativas en aquellos pacientes identificados como dependientes totales ( $P=0,038$ ), sin encontrarse diferencias en los pacientes con menor grado de dependencia. Estos resultados son coincidentes con los propuestos por Kimura et al.<sup>22</sup>, que relacionan

los valores en la escala de Barthel  $< 30$  puntos con un aumento del riesgo de mortalidad de hasta 5,4 veces. Además, tras realizar un análisis estadístico multivariado tan sólo se ha apreciado asociación estadísticamente significativa entre el delirium postoperatorio y la presencia de insuficiencia renal crónica, demencia y una edad superior a 80 años.

En lo que respecta a las limitaciones de nuestro trabajo, se consideraron únicamente los antecedentes personales recogidos en la historia clínica de los pacientes en el momento de ingresar con la fractura, sin evaluarse la influencia que pudiera tener la aparición de nueva patología relacionada con el proceso de fractura de cadera durante la hospitalización o tras el alta hospitalaria.

Con todo ello, podemos concluir que la presencia de delirium postoperatorio en el paciente anciano con fractura trocantérica podría incrementar el riesgo de fallecimiento por cualquier causa durante el primer año tras el alta hospitalaria. La identificación de los factores de riesgo predictores del delirium postoperatorio durante la hospitalización podría disminuir el impacto del mismo sobre la mortalidad en este tipo de pacientes.

### Conflictos de intereses

Ninguno.

### Financiación

Los autores declaran no haber recibido financiación alguna en la realización de este trabajo.

### Referencias

1. World Health Organization. Ageing and health. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs404/en/> 2015. Accessed September 1, 2015
2. Carpintero P, Caeiro JR, Carpintero R et al. Complications of hip fractures: a review. *World J Orthop.* 2014;5(4): 402–11. doi: 10.5312/wjo.v5.i4.402

3. Cher EWL, Allen JC, Howe TS et al. Comorbidity as the dominant predictor of mortality after hip fracture surgeries. *Osteoporos Int.* 2019;26. doi: 10.1007/s00198-019-05139-8.
4. Smith TO, Cooper A, Peryer G, et al. Factors predicting incidence of post-operative delirium in older people following hip fracture surgery: a systematic review and meta-analysis. *Int J Geriatr Psychiatry.* 2017 r;32(4):386-96. doi: 10.1002/gps.4655
5. Zhang X, Tong DK, Ji F et al. Predictive nomogram for postoperative delirium in elderly patients with a hip fracture. *Injury.* 2019;50(2):392-7. doi: 10.1016/j.injury.2018.10.034
6. Oh ES, Li M, Fafowora TM et al. Preoperative risk factors for postoperative delirium following hip fracture repair: a systematic review. *Int J Geriatr Psychiatry.* 2015;30(9):900-10. doi: 10.1002/gps.4233.
7. Mahoney FI, Barthel D. Functional evaluation: The Barthel Index. *Maryland State Medical Journal* 1965;14: 56-61.
8. Carson JL, Guyatt G, Heddle NM et al. Clinical Practice Guidelines From the AABB: Red Blood Cell Transfusion Thresholds and Storage. *JAMA* 2016; 316(19):2025-35. doi: 10.1001/jama.2016.9185.
9. L. Moja, A. Piatti, V. Pecoraro, et al. Timing matters in hip fracture surgery: patients operated within 48 hours have better outcomes. A meta-analysis and meta-regression of over 190,000 patients. *PLoS One.* 2012;7 (10), p. e46175
10. N. Simunovic, P.J. Devereaux, S. Sprague, et al. Effect of early surgery after hip fracture on mortality and complications: systematic review and meta-analysis *CMAJ.* 2010;182 (15), pp. 1609-16.
11. Dailiana Z, Papakostidou I, Varitimidis S et. Surgical treatment of hip fractures: factors influencing mortality. *Hippokratia.* 2013;17(3):252-7
12. Vermesan D, Prejbeanu R, Poenaru DV et al. Do intramedullary implants improve survival in elderly patients with trochanteric fractures? A retrospective study. *Clin Ter.* 2015;166(3):e140-5. doi: 10.7417/CT.2015.1844.
13. Whitehouse MR, Berstock JR, Kelly MB et al. Higher 30-day mortality associated with the use of intramedullary nails compared with sliding hip screws for the treatment of trochanteric hip fractures: a prospective national registry study. *Bone Joint J.* 2019 ;101-B(1):83-91. doi: 10.1302/0301-620X.101B1.BJJ-2018-0601.R2.
14. Schenning KJ, Deiner SG. Postoperative Delirium in the Geriatric Patient. *Anesthesiol Clin.* 2015 ;33(3):505-16. doi: 10.1016/j.anclin.2015.05.007.
15. O' Brien H, Mohan H, Hare CO et al. Mind Over Matter? The Hidden Epidemic of Cognitive Dysfunction in the Older Surgical Patient. *Ann Surg.* 2017;265(4):677-691. doi: 10.1097/SLA.0000000000001900
16. Culley DJ, Flaherty D, Fahey MC et al. Poor Performance on a Preoperative Cognitive Screening Test Predicts Postoperative Complications in Older Orthopedic Surgical Patients. *Anesthesiology.* 2017;127(5):765-774. doi: 10.1097/ALN.0000000000001859.
17. Tao L, Xiaodong X, Qiang M et al. Prediction of postoperative delirium by comprehensive geriatric assessment among elderly patients with hip fracture. *Ir J Med Sci.* 2019. 26. doi: 10.1007/s11845-019-02011-w
18. Kim EM, Li G, Kim M. Development of a Risk Score to Predict Postoperative Delirium in Patients With Hip Fracture. *Anesth Analg.* 2019. 28. doi:10.1213/ANE.0000000000004386
19. Folbert EC, Hegeman JH, Gierveld R et al. Complications during hospitalization and risk factors in elderly patients with hip fracture following integrated orthogeriatric treatment. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2017;137(4):507-15. doi: 10.1007/s00402-017-2646-6
20. Espinosa KA, Gélvez AG, Torres LP et al. Pre-operative factors associated with increased mortality in elderly patients with a hip fracture: A cohort study in a developing country. *Injury.* 2018 ;49(6):1162-68. doi: 10.1016/j.injury.2018.04.007
21. Tao L, Xiaodong X, Qiang M et al. Prediction of postoperative delirium by comprehensive geriatric assessment among elderly patients with hip fracture. *Ir J Med Sci.* 2019. doi: 10.1007/s11845-019-02011-w.
22. Kimura A, Matsumoto Y, Wakata Y et al. Predictive factors of mortality of patients with fragility hip fractures at 1 year after discharge: A multicenter, retrospective study in the northern Kyushu district of Japan. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2019;27(3). doi: 10.1177/2309499019866965.

# Efecto de la aplicación del software de chat de teléfonos inteligentes en el seguimiento de pacientes con fractura de cadera.

## *Application of the smartphone chat software in the monitoring of patients with hip fracture*

Gao, Shuai-Shuai<sup>1,2,3</sup>  
Zhang, Wen-Ting<sup>2,3</sup>  
Zhang, Guo-Xun<sup>2,3</sup>  
Borrás Verdera, Aurelio<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Cirugía Ortopédica, Xi'an Daxing Hospital, Shaanxi, China

<sup>2</sup> Escuela Internacional de Doctorado, Sevilla, España

<sup>3</sup> Universidad de Sevilla, Sevilla, España.

[genpichongcuba@gmail.com](mailto:genpichongcuba@gmail.com)

Rev. S. And. Traum. y Ort., 2020; 37 (2/4): 36-43

Recepción: 09/06/2020. Aceptación: 27/10/2020

### Resumen

#### Introducción

Estudiar el efecto de la aplicación del software de chat de teléfonos inteligentes en el seguimiento de pacientes mayores con fractura de cadera.

#### Métodos

Un total de 160 pacientes de edad avanzada con fractura de cadera tratados desde enero hasta diciembre de 2018 se inscribieron y dividieron en grupo control (n = 80) y grupo observacional (n = 80) de acuerdo con la tabla de

### Abstract

#### Objective

To study the effect of the application of the smartphone chat software in the follow-up of elderly patients with hip fracture.

#### Methods

A total of 160 elderly patients with hip fracture treated from January to December 2018 were enrolled and divided into control group (n = 80) and observational group (n = 80) according to the table of random numbers. Both groups received the usual indications for hospital discharge. The patients in the observational group were also in-

números aleatorios. Ambos grupos, recibieron las indicaciones habituales al alta hospitalaria. Los pacientes del grupo observacional, además, se incluyeron en el software de chat de teléfonos inteligentes para proporcionar un seguimiento y orientación de rehabilitación de forma continuada. Se compararon: grado de satisfacción, cumplimiento, la capacidad de autocuidado de la vida, las complicaciones y la mortalidad de los dos grupos después del alta.

## Resultados

Los datos clínicos básicos de los dos grupos no mostraron diferencias y fueron comparables. Hubo 5 muertes en el grupo observacional, que fue significativamente menor que 13 muertes en el grupo de control ( $p = 0,045$ ); 10 casos en el grupo observacional tuvieron complicaciones, que fueron significativamente menores que 21 casos en el grupo de control ( $p = 0,028$ ). La puntuación del índice de Barthel entre los dos grupos no fue diferente al alta ( $p = 0,916$ ), pero después de 1 año, la puntuación del grupo observacional fue significativamente mayor que el grupo de control ( $p = 0,000$ ). El cumplimiento y la satisfacción del grupo de observación fueron significativamente mayores que los del grupo de control ( $p = 0,013$  y  $p = 0,000$ , respectivamente).

## Conclusión

El uso del software de chat de teléfonos inteligentes para control de seguimiento y conducir la rehabilitación de las fracturas de cadera en personas mayores puede mejorar el cumplimiento del paciente, la satisfacción y la capacidad de autocuidado, y reducir complicaciones y la mortalidad, lo que es digno de promoción y aplicación.

**Palabras claves:** fractura de cadera, seguimiento, mortalidad.

*cluded in the smartphone chat software to provide ongoing follow-up and rehabilitation guidance. The degree of satisfaction, compliance, life self-care capacity, complications and mortality of the two groups after discharge were compared.*

## Results

*The basic clinical data of the two groups showed no difference and were comparable. There were 5 deaths in the experimental group, which was significantly lower than 13 deaths in the control group ( $p = 0,045$ ); 10 cases in the experimental group had complications, which were significantly lower than 21 cases in the control group ( $p = 0,028$ ). The Barthel index score between the two groups was not difference at discharge ( $p = 0,916$ ), but after 1 year the Barthel index score of the experimental group was significantly higher than the control group ( $p = 0,000$ ). The compliance and satisfaction of the experimental group were significantly higher than those of the control group ( $p = 0,013$  and  $p = 0,000$ , respectively).*

## Conclusion

*Using smart phone chat software to follow-up and guide the rehabilitation of elderly hip fractures can improve patient compliance, satisfaction and self-care ability, and reduce complications and mortality, which is worthy of promotion and application.*

**Key words:** hip fracture, follow up, mortality.

## Introducción

La fractura de cadera es un accidente severo y común en los ancianos, que daña gravemente la salud física y mental de los pacientes. Es un acontecimiento con un alto impacto en las habilidades, la función y la calidad de vida de las personas mayores. Solo el 40%-60% de los pacientes con fractura de cadera recuperan el nivel de movilidad previo a la fractura(1). El último informe de la tasa de mortalidad a un año por fracturas de cadera es del 22% (2). Este hecho supone una pesada carga financiera y de enfermería para las familias y la sociedad (3). Con la llegada del envejecimiento, la incidencia de fracturas de cadera está aumentando. Según las previsiones, para 2050, se esperan 6,3 millones de pacientes con fractura de cadera en todo el mundo (4), y los efectos adversos causados por ella se están expandiendo gradualmente. Por lo tanto, cómo mejorar el pronóstico de los pacientes es un problema que debe resolverse en la actualidad. El seguimiento es un método importante para comprender las condiciones de vida del paciente y guiar el ejercicio funcional (5), que vale la pena optimizar y utilizar. Con el avance de la ciencia y la tecnología, el software de chat de teléfonos inteligentes (como WhatsApp, Facebook y WeChat) se ha convertido en una herramienta de comunicación esencial para todos (6). Este software permite conexiones e interacciones entre pacientes, cuidadores, proveedores y otras partes interesadas. Del mismo modo se ha informado sobre la relevancia de ofrecer apoyo, orientación, acceso a información de salud, educación y conocimiento a las personas interesadas en aprender más sobre la prevención o el manejo del cáncer (7,8,9,10). Además, la aplicación de software de chat puede reducir la soledad de los pacientes jóvenes y ayudarlos a adquirir el conocimiento y las habilidades para manejar la Diabetes tipo 1 (11). Este artículo investiga el efecto del uso de WeChat en el seguimiento

de pacientes con fractura de cadera después del alta.

## Materiales y métodos

### 1. Pacientes

Se ha desarrollado un estudio observacional y retrospectivo revisando los expedientes clínicos de todos los pacientes a los que se realizó tratamiento quirúrgico por fractura de cadera en el año 2018. Un total de 160 pacientes se inscribieron y dividieron en grupo control (n = 80) y grupo observacional (n = 80), de acuerdo con la tabla de números aleatorios. De cada paciente se estudiaron las siguientes variables: género, edad, riesgo de la American Society of Anesthesiologists (ASA, los grados 1 y 2 fueron de bajo riesgo y grados 3 y 4 fueron de alto riesgo), número de comorbilidades (dividido en 2 o menos y 3 o más), tiempo de espera para la cirugía (estableciendo en 48 horas el límite para la consideración de cirugía temprana y tardía) y estancia promedio en el hospital. Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Xi'an Daxing Hospital y todos los pacientes han firmado su consentimiento informado antes de comenzar el estudio.

### 2. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión: (1) Mayor o igual de 65 años; (2) Lesiones de baja energía; (3) El paciente o al menos un miembro de la familia usan software de chat de teléfonos inteligentes; (4) Aquellos que aceptan realizar el ensayo.

Criterios de exclusión: (1) Edad menor de 65 años; (2) Fracturas múltiples o de alta energía; (3) desconocimiento en el uso de software de chat; (4) Aquellos con trastornos neuropsiquiátricos severos que no pudieron comunicarse normalmente; (5) Aquellos que solicitaron voluntariamente retirarse del ensayo; (6) Aquellos que perdieron el seguimiento.

### 3. Métodos

Antes de que los pacientes del grupo de control fueron dados de alta del hospital, los médicos informaron a los pacientes y a sus familiares sobre las precauciones después del alta, entregando las instrucciones en papel, así como la fecha de revisión.

Para el grupo de observación, además de las medidas anteriores, los facultativos agregaron al paciente o su familia como amigos al grupo de WeChat, compuesto por el equipo médico. Se desarrollaron diversos métodos para mejorar el nivel de conocimientos y concienciación sobre la salud en forma de videos, imágenes y textos a través del WeChat, las medidas específicas fueron las siguientes: (1) Brindaron apoyo psicológico y asesoramiento a los pacientes y sus familias, mejorando la confianza de los ancianos en la recuperación y aconsejando a sus familias que mantuvieran una atención cuidadosa, continuada y sin irritar al paciente. (2) Proporcionar orientación individualizada para el ejercicio de rehabilitación, tales como: ejercicio de fuerza muscular de las extremidades, actividad articular durante el reposo en cama, cuándo usar un andador, cuándo usar muletas y cuándo caminar de forma independiente, entre otras medidas de autonomía. (3) Prevención de complicaciones: informando a los pacientes y a sus familiares sobre las posibles causas y los métodos preventivos. Durante el ejercicio, fue necesario proceder paso a paso, prestar atención a la protección, evitar caerse nuevamente y evitar la luxación de la prótesis debido a una postura incorrecta. Con las indicaciones de medicación antiosteoporótica, hidratación y nutrición adecuadas, se pretendía mejorar las defensas y prevenir complicaciones derivadas de posible estreñimiento, indigestión, infección pulmonar y/o trombosis venosa profunda de las extremidades inferiores. (4) Recomendaciones para la vida diaria, mejorando el entorno de vida del paciente, como agregar pasamanos en el hogar, colocar tapetes antideslizantes, etc.,

para evitar caídas secundarias. (5) Comunicación e interacción. Respondieron la consulta del paciente a tiempo en el grupo de WeChat; los pacientes pudieron intercambiar experiencias y aprender unos de otros.

### 4. Índice de observación

(1) Comparación de la incidencia de complicaciones y la mortalidad entre los dos grupos después de 1 año de alta; (2) Evaluación de la capacidad de autocuidado de la vida en el momento del alta y 1 año después del alta: se utilizó la puntuación del índice de Barthel (12) para la evaluación, con una puntuación total de 100 puntos, cuanto mayor sea la puntuación, mayor será la capacidad de autocuidado; (3) El cumplimiento del paciente se obtiene a través de preguntas de opción múltiple, que se dividen en buenas y malas; (4) La satisfacción del paciente se obtiene a través de la encuesta, un total de 20 preguntas, utilizando un estándar de puntaje de 1 a 3 puntos, un puntaje total de 60 puntos, cuanto mayor sea el puntaje, más satisfecho estará el paciente.

### 5. Análisis estadístico

El análisis de datos se realizó mediante el software estadístico SPSS versión 25.0. Las distribuciones paramétricas se contrastaron mediante la distribución muestral de medias con la t - Student mientras que las variables cualitativas lo fueron con la Chi-cuadrado, con un nivel de significación  $p < 0.05$ .

## Resultados

1. Los datos clínicos básicos de los dos grupos no presentaron una diferencia estadísticamente significativa en términos de género, edad, grado de la ASA, número de comorbilidades, tiempo de espera para la cirugía y duración promedio de la estancia hospitalaria ( $p > 0,05$ ), y fueron comparables. (Tabla 1)

|                                   | Grupo de control<br>(n=80) | Grupo de<br>observación (n=80) | t o X2 | P-valor |
|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------|---------|
| Edad (años, x±s)                  | 78,14±6,4                  | 77,30±6,7                      | 0,808  | 0,420   |
| Sexo                              |                            |                                |        |         |
| Masculino                         | 23                         | 27                             | 0,465  | 0,495   |
| Femenino                          | 57                         | 53                             |        |         |
| Número de comorbilidades          |                            |                                |        |         |
| <3                                | 36                         | 37                             | 0,025  | 0,874   |
| ≥ 3                               | 44                         | 43                             |        |         |
| Group de ASA                      |                            |                                |        |         |
| Riesgo bajo                       | 39                         | 41                             | 0,100  | 0,752   |
| Riesgo alto                       | 41                         | 39                             |        |         |
| Tiempo de espera para la cirugía  |                            |                                |        |         |
| Temprano                          | 41                         | 43                             | 0,100  | 0,752   |
| Tardía                            | 39                         | 37                             |        |         |
| Estancia hospitalaria (días, x±s) | 13,99±3,1                  | 14,20±3,0                      | 0,438  | 0,662   |

Tabla 1: Comparación de informaciones básicas entre dos grupos.

2. La comparación de complicaciones y mortalidad entre dos grupos después del alta. Dentro de 1 año después del alta, hubo 5 muertes en el grupo de observación, que fue significativamente menor que 13 muertes en

el grupo de control (p = 0,045); 10 casos en el grupo de observación tuvieron complicaciones, que fueron significativamente menores que 21 casos en el grupo de control (p = 0,028). (Tabla 2)

|                | Grupo de control<br>(n=80) | Grupo de<br>observación (n=80) | prueba X2 | P-valor |
|----------------|----------------------------|--------------------------------|-----------|---------|
| Complicaciones | 21(26,3%)                  | 10(12,5%)                      | 4,841     | 0,028   |
| Mortalidad     | 13(16,3%)                  | 5(6,3%)                        | 4,006     | 0,045   |

Tabla 2: Comparación de incidencia de complicaciones y mortalidad.

3. La comparación del cumplimiento y la satisfacción del paciente entre los dos grupos.

Las excelentes tasas de cumplimiento y satisfacción del paciente en el grupo de ob-

servación fueron significativamente más altas que las del grupo de control (p = 0,013, p = 0,000, respectivamente). (Tabla 3)

|              | Grupo de control<br>(n=80) | Grupo de<br>observación (n=80) | t o X2 | P-valor |
|--------------|----------------------------|--------------------------------|--------|---------|
| Cumplimiento |                            |                                | 6,234  | 0,013   |
| Bueno        | 60                         | 72                             |        |         |
| Malo         | 20                         | 8                              |        |         |
| Satisfacción | 41,46±4,2                  | 50,58±3,9                      | 14,275 | 0,000   |

Tabla 3: Comparación de cumplimiento médico y satisfacción.

4. Comparación de los puntajes de la capacidad de autocuidado de la vida entre los dos grupos de pacientes al momento del alta y 1 año después del alta.

No hubo diferencia en la puntuación del índice de Barthel entre los dos grupos cuando

fueron dados de alta ( $p = 0,916$ ), pero 1 año después del alta, la puntuación del índice del grupo de observación fue significativamente mayor que la del grupo de control ( $p = 0,000$ ). (Tabla 4)

|                    | Grupo de control<br>(n=80) | Grupo de<br>observación (n=80) | prueba t | P-valor |
|--------------------|----------------------------|--------------------------------|----------|---------|
| Puntuación al alta | 53,31±7,2                  | 53,44±7,7                      | 0,106    | 0,916   |
| Un año después     | 70,69±9,7                  | 79,00±9,6                      | 5,449    | 0,000   |

Tabla 4: Puntuación del índice de Barthel.

## Discusión

Hasta donde sabemos, este es el primer estudio que informa el efecto beneficioso del software moderno de chat de teléfonos inteligentes en el seguimiento de pacientes con fractura de cadera después del alta. Con el avance de la tecnología, el buen pronóstico de las fracturas de cadera no solo se refleja en la comprensión de los métodos quirúrgicos, la mejora de los implantes y la mejora del tratamiento perioperatorio. Al mismo tiempo, el seguimiento de los pacientes después del alta también se ha convertido en una parte importante (13). En la actualidad, el seguimiento más rápido y avanzado es a través del software de chat de teléfonos inteligentes. En relación con los servicios médicos tradicionales, WeChat ofrece varias ventajas, incluida la capacidad oportuna de contactar al paciente, un enfoque más personalizado, una operación más conveniente y costos más bajos (14). Deberíamos usarlo efectivamente para ayudar a los pacientes a recuperarse mejor.

Como todos sabemos, con el avance del envejecimiento, la incidencia de fracturas de cadera es cada vez más alta. Incluso si se informa una variedad de factores relacionados con la muerte (15,16), se han tomado algunas medidas positivas (17). Pero su alta tasa de mortalidad aún causó graves efectos adversos

en las familias y la sociedad (18). Por lo tanto, debemos hacer todo lo posible para reducir la muerte tanto como sea posible. En este estudio, el seguimiento utilizando el WeChat conveniente y rápido es un método eficaz para reducir la tasa de mortalidad de los pacientes después del alta.

Las complicaciones postoperatorias son factores de riesgo independientes que conducen a la muerte por fractura de cadera, especialmente las complicaciones cardiopulmonares, por lo que es muy valioso guiar activamente a los pacientes en el tratamiento y la prevención (19). En este estudio, la incidencia de complicaciones (12,5%) en el grupo de observación un año después del alta fue significativamente menor que en el grupo control (26,3%) ( $P = 0,028$ ). Esto muestra que el seguimiento con la plataforma WeChat puede reducir efectivamente la aparición de complicaciones. Este resultado es consistente con los resultados de seguimiento de otros autores en WeChat (20).

Seguir los consejos del médico es una forma importante para que los pacientes cooperen con el tratamiento y logren buenos resultados (21). Durante la hospitalización, los médicos instruyen a los pacientes para que realicen rehabilitación física todos los días. Sin embargo, después del alta, los pacientes pueden olvidar cómo hacer ejercicio o perder la supervisión,

lo que resulta en un cumplimiento deficiente de la orientación médica y una recuperación deficiente (22). En este estudio, al continuar promoviendo los ejercicios de rehabilitación, se insta al paciente a perseverar en las actividades, lo que puede mejorar el cumplimiento del paciente. Además, este proceso de comunicación mejora la satisfacción del paciente, aumenta la confianza entre médicos y pacientes y forma un buen ciclo. Al mismo tiempo, a través de ejercicios de rehabilitación correctos y científicos, el nivel de autocuidado de los pacientes en el grupo de observación también mejoró significativamente en comparación con el grupo control ( $p = 0,000$ ).

La debilidad de este artículo es que el tamaño de la muestra es pequeño y los resultados pueden estar sesgados. Por otra parte, brindamos más atención y tiempo a los pacientes en el grupo de observación, incluidas las horas no laborables, mientras que el grupo control no lo hace. Diferentes grados de atención pueden conducir a resultados sesgados. El que un paciente anciano sea capaz de manejar herramientas de chat implica una destreza psíquica superior a la media del resto de ancianos. El metaanálisis de Jianzhong et al. señalaron que la demencia aumentará el riesgo relativo de muerte por fractura de cadera en 1,57, 1,97, 1,77 y 1,60 por mes, 6 meses, un año y más de un año, respectivamente (23). Esto refuerza los posibles sesgos señalados como debilidades en el trabajo.

## Conclusiones

Tras el análisis de nuestros resultados, pensamos que el uso del software de chat de teléfonos inteligentes, para los pacientes de edad avanzada con fractura de cadera, puede mejorar el cumplimiento del paciente, la satisfacción y la capacidad de autocuidado, lo que reduce las complicaciones y la mortalidad posteriores al alta y maximizar la capacidad del paciente para recuperarse de las activida-

des previas a la lesión, por lo tanto, es una medida que vale la pena promover y aplicar.

## Aprobación del Comité de Ética

Se aprobó por el Comité de Ética del Xi'an Daxing Hospital.

## Financiación

Los autores declararon que este estudio no recibió apoyo financiero.

## Conflicto de interés

Ninguno declarado.

## Bibliografía:

1. Dyer SM, Crotty M, Fairhall N, et al. A critical review of the long-term disability outcomes following hip fracture. *BMC Geriatr*. 2016;16(1):158. doi:10.1186/s12877-016-0332-0. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5010762/> (este es el enlace a la revista a texto completo)
2. Downey C, Kelly M, Quinlan JF. Changing trends in the mortality rate at 1-year post hip fracture - a systematic review. *World Journal of Orthopedics*. 2019 Mar;10(3):166-175. DOI: 10.5312/wjo.v10.i3.166. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6428998/> (este es el enlace a la revista a texto completo)
3. Caeiro JR, Bartra A, Mesa-Ramos M, et al. Burden of First Osteoporotic Hip Fracture in Spain: A Prospective, 12-Month, Observational Study. *Calcif Tissue Int*. 2017 Jan;100(1):29-39. doi: 10.1007/s00223-016-0193-8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5214753/> (este es el enlace a la revista a texto completo)
4. Cooper C, Cole ZA, Holroyd CR, et al. Secular trends in the incidence of hip and other osteoporotic fractures. *Osteoporos Int*. 2011;22(5):1277-1288. doi:10.1007/s00198-011-1601-6. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3546313/> (este es el enlace a la revista a texto completo)
5. Wimble K, Yeong K. Improving patient follow-up after inpatient stay. *BMJ Open Quality* 2012;1:u474.w148. doi: 10.1136/bmjquality.u474.w148. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4652674/> (este es el enlace a la revista a texto completo)
6. Disponible en <https://www.inc.com/larry-kim/the-top-7-messenger-apps-in-world.html>
7. Park S, Kim JY, Lee JC, et al. Mobile Phone App-Based Pulmonary Rehabilitation for Chemotherapy-Treated Patients With Advanced Lung Cancer: Pilot

Study. JMIR Mhealth Uhealth. 2019 Feb 4;7(2): e11094. doi: 10.2196/11094. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6378551/> (este es el enlace a la revista a texto completo)

8. Han CJ, Lee YJ, Demiris G. Interventions Using Social Media for Cancer Prevention and Management: A Systematic Review. Cancer Nurs. 2018 Nov/Dec;41(6): E19-E31. doi: 10.1097/NCC.0000000000000534. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5787052/> (este es el enlace a la revista a texto completo)

9. Zheng C, Chen X, Weng L, et al. Benefits of Mobile Apps for Cancer Pain Management: Systematic Review. JMIR Mhealth Uhealth. 2020 Jan 23;8(1): e17055. doi: 10.2196/17055. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7005688/> (este es el enlace a la revista a texto completo)

10. Deanna J Attai, Mina S Sedrak, Matthew S Katz, et al, and for the Collaboration for Outcomes on Social Media in Oncology (COSMO). Social media in cancer care: highlights, challenges & opportunities. Future Oncol. 2016 Jul;12(13):1549-52. doi: 10.2217/fon-2016-0065. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=27025657> (este es el enlace a pubmed)

11. Husted GR, Weis J, Teilmann G, et al. Exploring the Influence of a Smartphone App (Young with Diabetes) on Young People's Self-Management: Qualitative Study. JMIR Mhealth Uhealth. 2018 Feb 28;6(2): e43. doi: 10.2196/mhealth.8876. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5856925/> (este es el enlace a la revista a texto completo)

12. Scribd. Barthel index. Disponible en <https://www.scribd.com/document/101609741/Barthel-Index-0-20>.

13. Griffiths F, Mason V, Boardman F, Dennick K, Haywood K, Achten J, Parsons N, Griffin X, Costa M. Evaluating recovery following hip fracture: a qualitative interview study of what is important to patients. BMJ Open. 2015 Jan 6;5(1): e005406. doi: 10.1136/bmjopen-2014-005406. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4289715/> (este es el enlace a la revista a texto completo)

14. Ma Zunzhong, Xie Hui. Discussion on the development of medical service model based on WeChat / micro-blog. Chinese Health Service Management. 2014,31(3):238-239. <http://www.cnki.com.cn/Article/CJ-FDTotal-ZWSG201403026.htm>

15. Morri M., Ambrosi E., Chiari P. et al. One-year mortality after hip fracture surgery and prognostic factors: a prospective cohort study. Sci Rep 9, 18718 (2019). doi: 10.1038/s41598-019-55196-6. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6904473/> (este es el enlace a la revista a texto completo)

16. Wenli Chang, Hongzhi Lv, Chen Feng, et al. Preventable risk factors of mortality after hip fracture surgery: Systematic review and meta-analysis. International Journal of Surgery, Volume 52, 2018, Pages 320-328. doi: 10.1016/j.ijssu.2018.02.061. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=29530826> (este es el enlace a pub-

med)

17. Lisk R, Yeong K. Reducing mortality from hip fractures: a systematic quality improvement programme. BMJ Qual Improv Rep. 2014 Sep 19;3(1): u205006.w2103. doi: 10.1136/bmjquality.u205006.w2103. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4949608/> (este es el enlace a la revista a texto completo)

18. Mohd-Tahir, N., Li, S. Economic burden of osteoporosis-related hip fracture in Asia: a systematic review. Osteoporos Int. 2017 Jul;28(7):2035-2044. doi: 10.1007/s00198-017-3985-4. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=28314898> (este es el enlace a pubmed)

19. Health Quality Ontario. Effect of Early Follow-Up After Hospital Discharge on Outcomes in Patients With Heart Failure or Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Systematic Review. Ontario health technology assessment series vol. 17,8 1-37. 25 May. 2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5466361/> (este es el enlace a la revista a texto completo)

20. Shen Hui, Wang Qiong. Effects of continuing nursing based on WeChat platform in patients with cancer pain. Chin J Mod Nurs, 2018,24(17): 2074-2078. doi: 10.3760/cma.j.issn.1674-2907.2018.17.020. <http://rs.yjigle.com/CN115682201817/1045627.htm>

21. Wiznia DH, Swami N, Nguyen J, et al. Patient compliance with deep vein thrombosis prophylaxis after total hip and total knee arthroplasty. Hematol Rep. 2019 Jun 17;11(2):7914. doi: 10.4081/hr.2019.7914. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6589531/> (este es el enlace a la revista a texto completo)

22. Jin J, Sklar GE, Min Sen Oh V, et al. Factors affecting therapeutic compliance: A review from the patient's perspective. Ther Clin Risk Manag. 2008 Feb ;4(1):269-86. doi: 10.2147/term.s1458. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2503662/> (este es el enlace a la revista a texto completo)

23. Bai JZ, Zhang P, Liang X, et al. Association between dementia and mortality in the elderly patients undergoing hip fracture surgery: a meta-analysis. J Orthop Surg Res. 2018;13(1):298. doi:10.1186/s13018-018-0988-6. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6260652/> (este es el enlace a la revista a texto completo)

# El colgajo de Cóndilo Femoral en la reconstrucción de defectos óseos y pseudoartrosis de la mano

## *Reconstruction of bone gaps and recalcitrant nonunions: the role of the femoral condyle flap*

Gutiérrez-Roca, Laura.<sup>1</sup>  
Rodríguez-Vegas, Jose Manuel<sup>2</sup>  
De Juan Huelves, Ana<sup>3</sup>  
Vela Lasagabaster, Arturo<sup>4</sup>  
Delgado Giraldo, Paula<sup>5</sup>  
Benito Duque, Pablo<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Hospital Universitario Príncipe de Asturias, Alcalá de Henares.

<sup>2</sup> Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid.

<sup>3</sup> Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid.

<sup>4</sup> Hospital Santa Creu I Sant Pau, Barcelona.

<sup>5</sup> Clínica CES, Medellín, Colombia.

<sup>6</sup> Jefe de Servicio de Cirugía Plástica, Hospital Universitario Ramón y Cajal.

[lauragutierrezroca@gmail.com](mailto:lauragutierrezroca@gmail.com)

Rev. S. And. Traum. y Ort., 2020; 37 (2/4): 44-57

Recepción: 03/07/2020. Aceptación: 27/10/2020

### Resumen

El tratamiento de los defectos óseos y pseudoartrosis recalcitrante es siempre exigente. Y cuando ocurren en la mano la exigencia es aún mayor por la dificultad técnica añadida y los especialmente exigentes requisitos funcionales.

Basados en su experiencia con la técnica aplicada a diversas áreas anatómicas, los autores presentan sus resultados en el área de la mano. Se presentan 8 casos de defectos óseos reconstruidos con colgajos libres periósticos/corticoperiósticos

### Abstract

*The treatment of the bone gaps and recalcitrant nonunions is always highly complex. And it is even more demanding when this occurs in the hand due to the added technical difficulty and high functional requirements.*

*Based on their technical knowledge and experience, the authors present their results of the corticoperiosteal flap on the hand. 8 cases with bone gaps defect reconstructed with corticoperiosteal/periosteal free flaps from the medial femoral con-*

de cóndilo femoral medial y se analizan los resultados no tanto desde el punto de vista estadístico sino de la calidad de los resultados obtenidos en términos de función real conseguida.

Todos los colgajos fueron un éxito desde el punto de vista vascular y todos los defectos fueron exitosamente reconstruidos desde el punto de vista óseo. No obstante, el éxito funcional estuvo únicamente en algunos casos (6 casos) y no en todos.

La reconstrucción funcional de la mano es exigente y su éxito se define casi exclusivamente por la función obtenida/recuperada. Los autores reflexionan sobre las indicaciones del colgajo libre perióstico que, para ellos, son razonables en la reconstrucción ósea de la mano.

**Palabras clave:** Colgajo libre corticoperióstico, pseudoartrosis recalcitrante, colgajo perióstico libre.

*dyle are presented. The results were analyzed from the achieved function point of view, and not that much from a statistical perspective.*

*All flaps succeeded in revascularising the bone and 100% union rate was achieved. However, functional success was only present in some cases (6 cases), not all of them.*

*The functional reconstruction of the hand is highly demanding and the success is defined almost exclusively by the achieved function. The authors reflect about indications of these corticoperiosteal/periosteal free flaps, which for them are reasonable and acceptable in bone reconstructions of the hand.*

**Keywords:** corticoperiosteal free flap, recalcitrant nonunions, periosteal free flap.

## Introducción

El tratamiento de los defectos óseos y pseudoartrosis recalcitrante, es decir, refractaria a los tratamientos quirúrgicos convencionales sigue siendo un reto hoy en día. Y cuando ocurre en la mano (carpo, metacarpo o falanges) es aún más, por la dificultad técnica añadida y los exigentes requisitos funcionales<sup>1,2</sup>.

Las nuevas técnicas en la fijación ósea junto con los avances en el conocimiento de la biología de la consolidación ósea, han permitido mejorar la probabilidad de éxito sobre todo en las fracturas de huesos largos. Sin embargo, un número bajo de fracturas hoy en día siguen desarrollando pseudoartrosis (entorno al 3-4%), sobre todo en algunos determinados huesos como el cúbito, la tibia, el escafoides o el húmero.

Los requisitos para obtener una adecuada consolidación en una pseudoartrosis son: realizar desbridamiento adecuado, conseguir una estabilidad mediante una fijación lo más rígida y estable posible y tener tejido vascularizado circundante y stock óseo. La falta de alguno de estos factores o una mala técnica quirúrgica puede comprometer la estabilidad de la fractura y por tanto su consolida-

ción desarrollando una pseudoartrosis (tanto hipertrofica como atrófica). Ésta última está producida sobre todo por la falta de un ambiente bien vascularizado y causando por lo tanto una ausencia de formación de callo óseo.

Un adecuado desbridamiento y una fijación rígida interna junto con injerto óseo es el tratamiento convencional de las pseudoartrosis y puede solucionar el 90% de las pseudoartrosis hipertróficas pero no tanto de las atróficas<sup>3</sup>. Se presentan casos de pseudoartrosis recalcitrantes (en la mayoría de los casos) tratadas con colgajo corticoperióstico de cóndilo femoral medial e injerto óseo de cresta iliaca para el tratamiento de pseudoartrosis en la mano<sup>4,5</sup>.

El colgajo corticoperióstico de cóndilo femoral medial, fue introducido por Sakai y Doi<sup>6</sup> en el 1991. Es una fuente excelente de vascularización y es altamente efectivo por el estímulo osteogénico del periostio transferido<sup>7</sup>. La vascularización (fig.1) viene dada por la genicular descendente y la superomedial genicular. El pedículo se localiza muy cerca del fémur, debajo del borde medial del vasto medial y la longitud de pedículo varía entre 6-8 cm con diámetro de 0.8-1.5 mm.

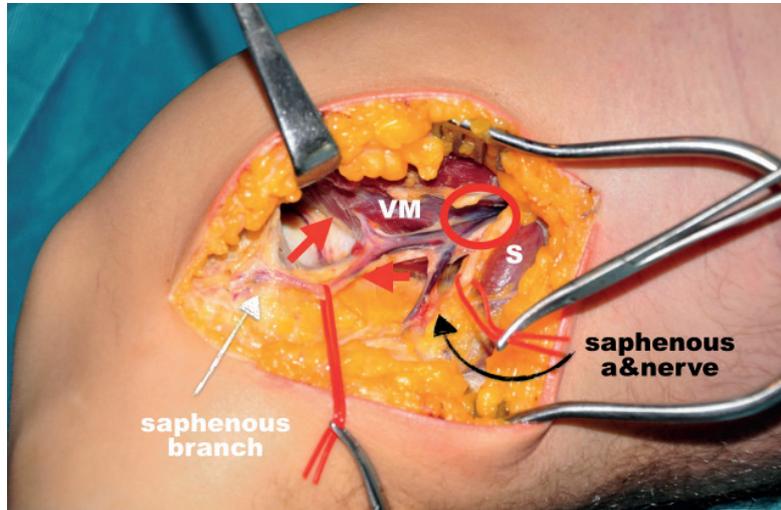


Fig. 1. Anatomía del colgajo corticoperióstico. Flechas rojas: arterias genicular descendente y superomedial, círculo rojo pedículo común. Imagen de J.M. Rodríguez-Vegas, P.J. Delgado-Serrano. Corticoperiosteal flap in the treatment of nonunions and small bone gaps: Technical details and expanding possibilities.

El periostio transferido con esta técnica es excelente, pero existe en una limitación en cuanto a cantidad de hueso de cóndilo femoral medial posible de transferir sin generar secuelas<sup>4</sup>. Además, el tallado del hueso es difícil, y puede dificultar o condicionar a la hora de realizar el inseting en un area pequeña como la mano, por lo que en determinados casos es preferable el empleo del periostio únicamente<sup>4,8</sup>.

Por lo tanto, ante un defecto óseo se plantean diferentes opciones de reconstrucción ósea dependiendo del defecto ante el que nos encontremos (fig.2).

- Colgajo corticoperiostico e chips óseos no estructurales, que estarían indicados en de-

fectos irregulares, que preserven el soporte estructural y sean sobre todo unicorticales.

- Colgajo corticoperióstico e injerto óseo estructural bi o tricortical no vascularizado (corticoesponjoso) de la cresta iliaca indicado en defectos de hasta 4 cm dónde el soporte estructural está perdido.
- Colgajo corticoperióstico y hueso vascularizado corticoesponjoso de cóndilo femoral, indicado en defectos de pequeño tamaño como metacarpianos, carpo o falanges.

El objetivo de este trabajo es reflexionar sobre las indicaciones del colgajo libre perióstico en la reconstrucción ósea de la mano.



Fig. 2. Esquema con las distintas opciones de reconstrucción ósea.

## Material y métodos

Se presentan 8 casos de defectos óseos en el área de la mano de un total de 53 casos reconstruidos con colgajos libres periósticos/corticoperiósticos<sup>4</sup> en los que la mayoría habían fallado con el tratamiento conveccional de injerto óseo no vascularizado y fijación interna.

## Caso 1

Mujer de 54 años con una secuela de infección de una artrodesis de 3° y 5° dedos por antecedentes de artropatía degenerativa, realizada hacía un año en otro centro. El tercer dedo presentaba una desviación radial como secuela (fig.3-4). La paciente estaba insatisfecha con resultado funcional y estético y rechazaba la amputación.

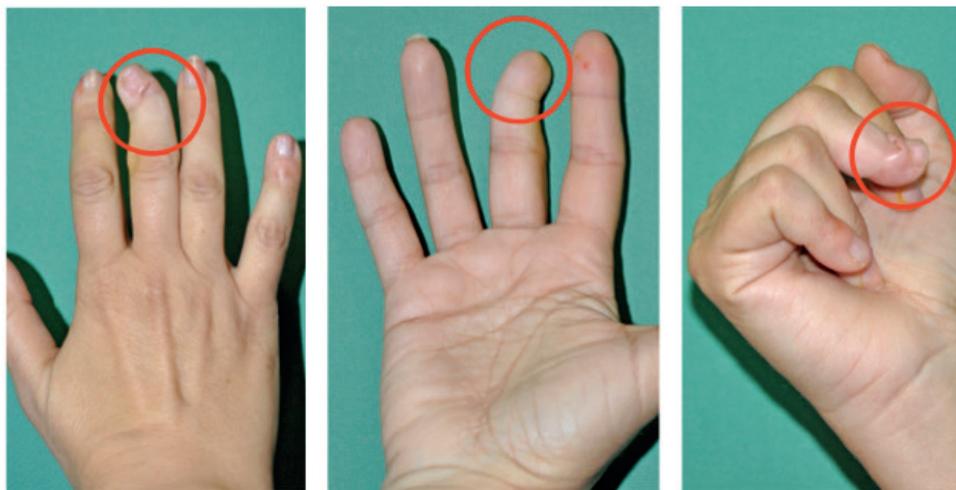


Fig. 3. Imagen clínica de la desviación radial del tercer dedo.



Fig.4. Radiografías mostrando la pseudoartrosis de la IFD.

Se decidió realizar un colgajo perióstico e injerto óseo para reconstrucción del defecto óseo, con fijación con agujas de Kirschner (AK) (fig.5-7). Idealmente el colgajo debe rodear el injerto óseo circunferencialmente para que haya un contacto íntimo entre el periostio y el injerto (fig.8). Las anastomosis se realizaron termino-lateral a ar-

teria colateral radial y termino-terminal a la vena de dorso. Finalmente se injertó el colgajo. Se consiguió la consolidación de la pseudoartrosis sin perder longitud del tercer dedo para poder realizar la pinza con el tercer dedo y corregir la desviación radial (fig.9-10).



Fig. 5. Defecto óseo tras desbridamiento del foco de pseudoartrosis.

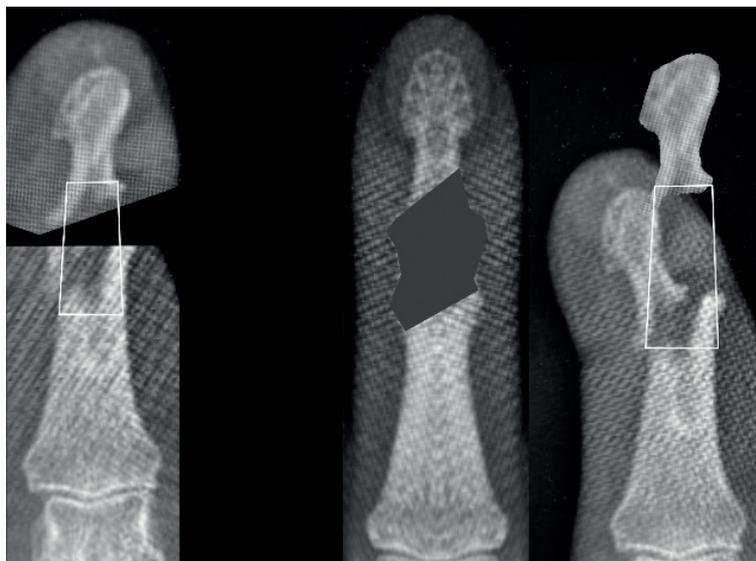


Fig. 6. Estimación del defecto óseo necesario para alinear y no perder longitud de la tercera falange.



Fig. 7. Injerto oseo fijado con AK y el colgajo perióstico antes del realizar el inseting envolviendo el injerto.

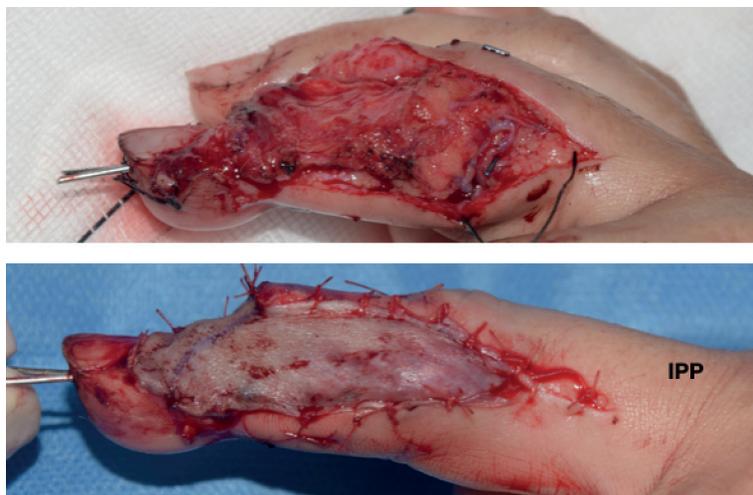


Fig. 8. En la imagen superior el colgajo perióstico y en la imagen inferior el colgajo injertado.



Fig. 9. Radiografía a las 4 semanas tras osteosíntesis del injerto óseo con dos agujas de Kirschner cruzadas.



Fig. 10. Consolidación y resolución de la pseudoartrosis a las 12 semanas.

## Caso 2

Paciente de 48 años con pseudoartrosis del 4º metacarpiano secuela de una fractura cerrada diafisaria severa de 3º y 4º en la que el 4º metacarpiano no respondió al tratamiento convencional con fijación e injerto óseo (fig.11). Se realizó un colgajo corticoperióstico incluyendo la parte cor-

tical del cóndilo femoral (fig.12). Se procedió al desbridamiento del foco de pseudoartrosis (con un defecto óseo de 2,7 cm, fig.13). Se utilizó injerto no estructural de cóndilo femoral y una fijación interna con placa de 2,4mm. Consolidación y resolución de la pseudoartrosis a las 12 semanas (fig.14-15).



Fig. 11. Fractura cerrada de 3º y 4º metacarpianos, tratada con osteosíntesis con placa y tornillos, con pseudoartrosis posterior del 4º metacarpiano.

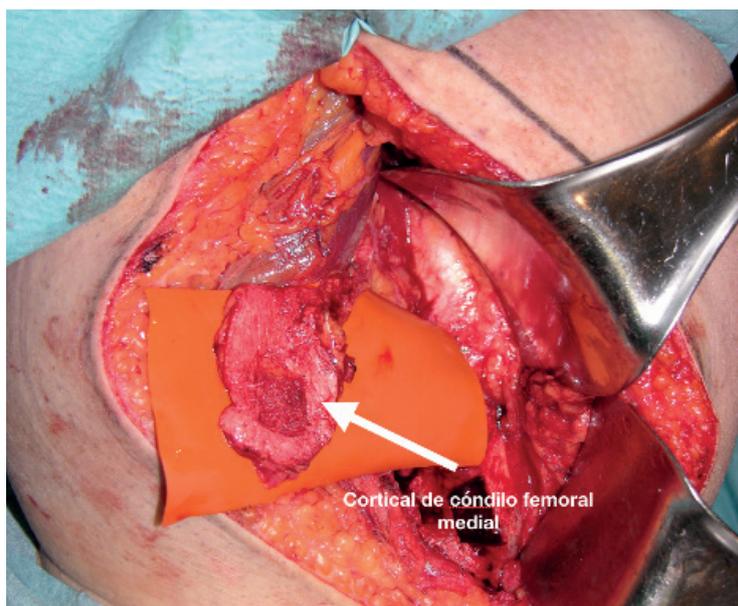
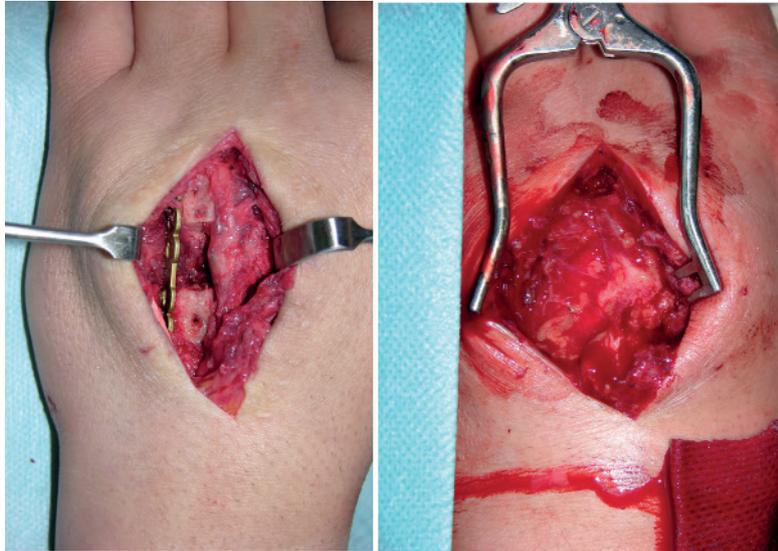


Fig. 12. Se incluyó la cortical del cóndilo femoral medial en el colgajo.



*Fig. 13. En la imagen de la izquierda se muestra el defecto 3seo de 2,7 cm tras el desbridamiento. En la imagen de la derecha el colgajo peri3stico envolviendo el injerto 3seo no estructural de c6ndilo femoral.*



*Fig. 14. Radiograf1a a las 8 semanas, con una adecuada consolidaci3n y resoluci3n de la pseudoartrosis.*



*Fig. 15. Se consigui3 buena movilidad y fuerza de agarre, con resoluci3n del dolor. En cuanto a la zona donante no hubo complicaciones salvo, alguna intolerancia a la sutura.*

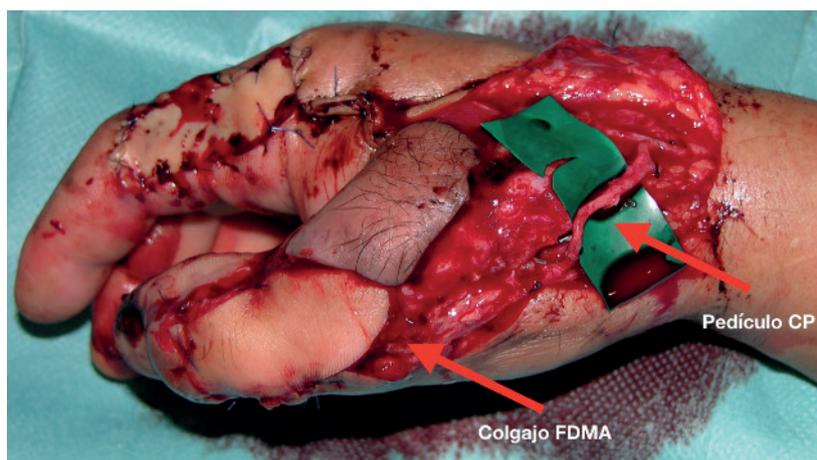
### Caso 3

Paciente de 40 años con una secuela de un accidente de trabajo con aplastamiento severo del pulgar. Presentó una fractura conminuta de falange proximal que fue tratada con osteosíntesis con placas y tornillos (fig.16). El pulgar presentaba una discapacidad funcional importante con daño de la piel del dorso y aparato extensor y una pseudoartrosis de la falange proximal que aún no había sido intervenida mediante la técnica convencional, es decir no era recalcitrante, por lo que se realizó

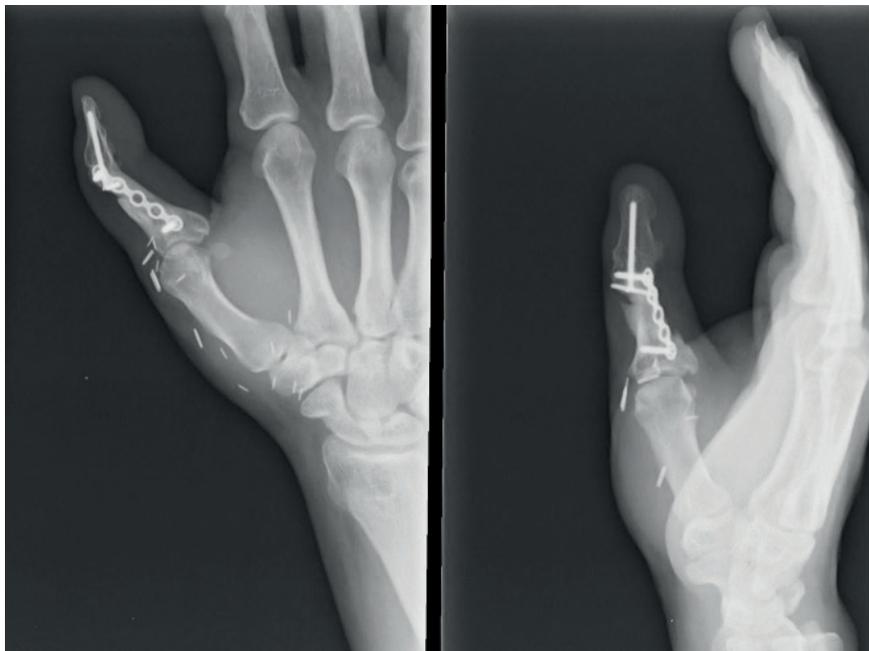
un colgajo perióstico e injerto óseo como primera opción. El defecto de cobertura requirió colgajo de FDMA (First dorsal metacarpal artery flap) (fig.17). Se utilizó el colgajo perióstico con chips de hueso esponjoso para el defecto unicortical que presentaba el paciente. Se realizó una anastomosis termino-lateral a la arteria radial, y termino-terminal a la vena dorsal. Ambos colgajos y heridas quirúrgicas evolucionaron bien, lográndose una correcta consolidación y función del pulgar de oposición (fig18-20).



*Fig. 16. En la imagen de la izquierda se muestra la necrosis de la piel del dorso y lesión del aparato extensor. En la imagen de la derecha se muestra la radiografía mostrando una fractura conminuta de la falange proximal del primer dedo.*



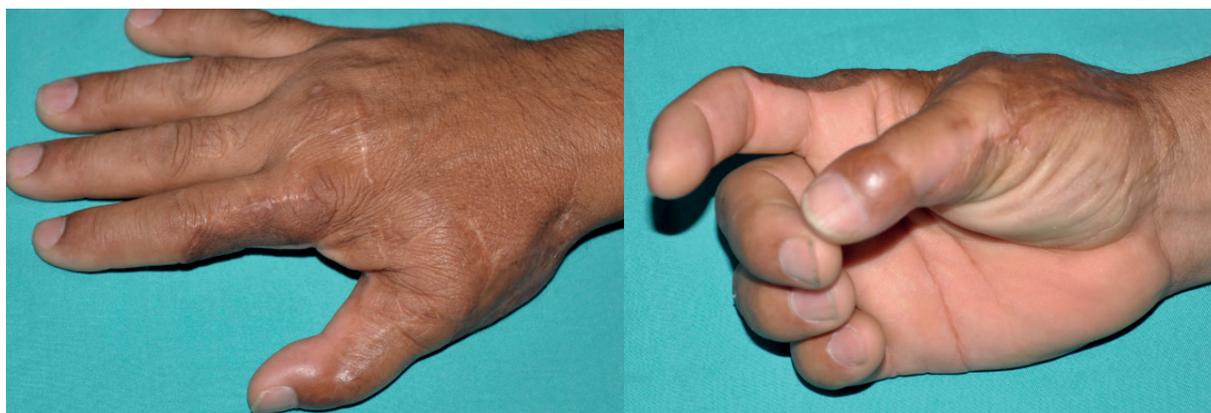
*Fig. 17. Se le realizó un colgajo FDMA para aportar cobertura cutánea al dorso del primer dedo.*



*Fig. 18. Radiografías a los 4 meses con consolidación y resolución de la pseudoartrosis.*



*Fig. 19. Buena evolución de heridas quir6rgicas.*



*Fig 20. Buena oposici6n, flexo-extensi6n y oposici6n del pulgar.*

#### Caso 4

El último caso, se trata de un paciente de 37 años con un defecto óseo y pseudoartrosis de la falange media del segundo dedo tras una amputación subtotal, refractaria al tratamiento quirúrgico con chips óseos (fig.21). Presentaba una amputación de tercer dedo como secuela de ese mismo accidente. El paciente rechazaba la amputación del segundo dedo.

Se procedió al desbridamiento del foco de pseudoartrosis con un defecto de 3,5 cm (fig.22). Se realizó un colgajo perióstico e injerto óseo estructural tricortical de cresta iliaca, con una fijación con AK (fig.23-24). Se injertó el colgajo y se logró que el paciente no perdiera longitud del segundo dedo especialmente importante para la realización de la pinza, ya que presentaba una amputación del tercero (fig.25-26).

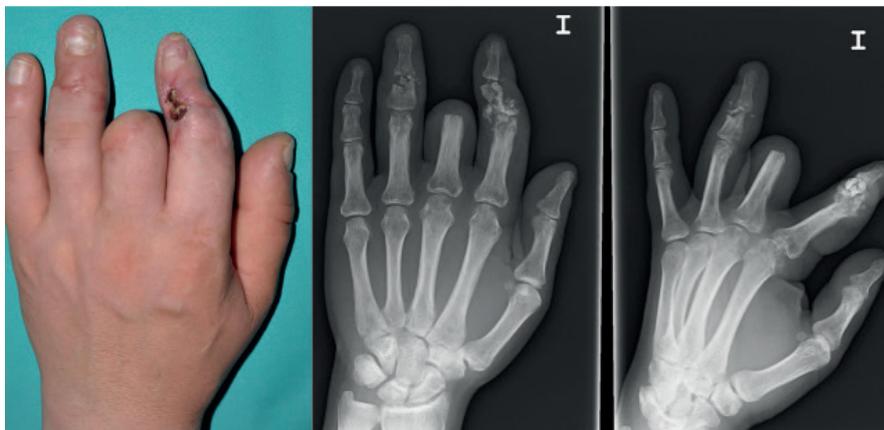


Fig. 21. Pseudoartrosis de falange media del segundo dedo de la mano izquierda.



Fig. 22. Defecto de 3.5 cm tras desbridamiento del foco de pseudoartrosis.

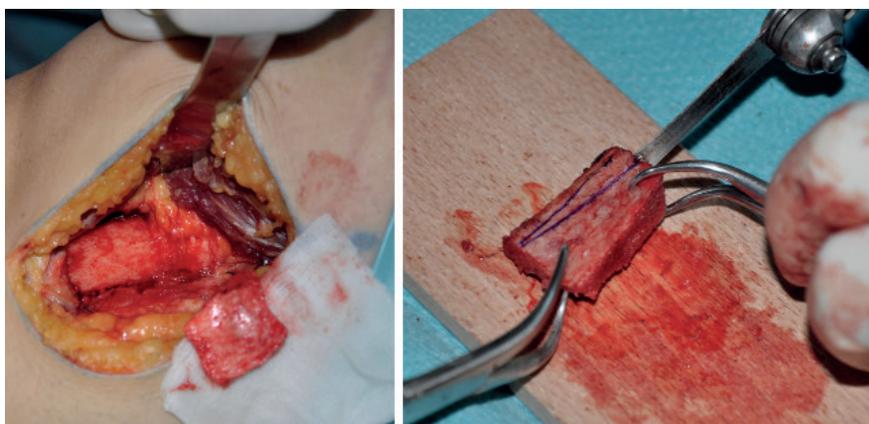


Fig. 23. Se realizó un colgajo perióstico con un injerto óseo estructural tricortical de cresta iliaca.

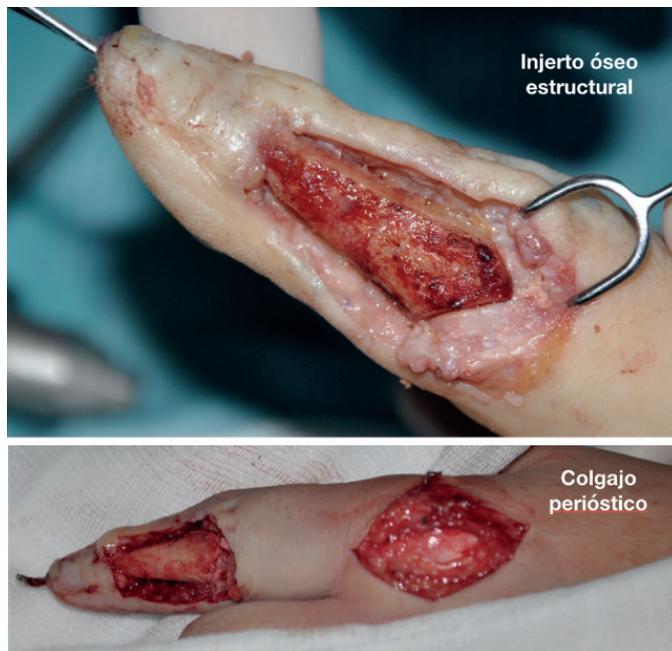


Fig. 24. Imagen superior mostrando el injerto óseo estructural y en la imagen inferior el colgajo perióstico previo al inseting.

Fig. 25. Se injertó el colgajo y se logró que el paciente no perdiera longitud del segundo dedo.

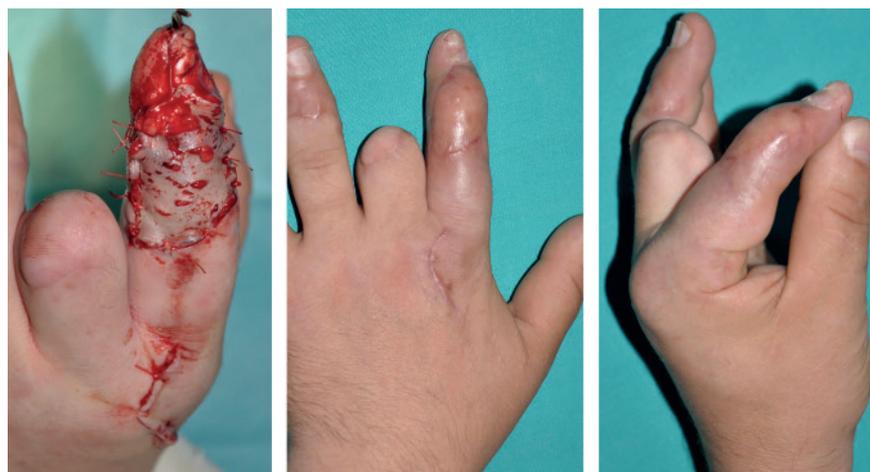


Fig. 26. Consolidación a los 3 meses.

## Complicaciones

Ninguno de los pacientes desarrolló una fractura femoral, inestabilidad de la rodilla o dolor persistente en la zona donante. Las complicaciones observadas fueron leves y transitorias, como parestesias en el territorio safeno en una de las pacientes e intolerancia a la sutura de la herida quirúrgica en otro paciente.

No se encontraron complicaciones en la zona receptora.

## Resultados

Se consiguió que el 100% de las pseudoartrosis de los pacientes consolidaran en 3-5 meses. Durante los primeros 5 días se monitorizó el colgajo con el Doppler de mano cada 4 horas y después semanalmente. Los pacientes fueron dados de alta a los 7-10 días tras la intervención sin complicaciones. Se realizó una radiografía de seguimiento cada mes hasta la consolidación. Se comenzó la rehabilitación desde las 3<sup>a</sup>-4<sup>a</sup> semana logrando buen rango de movilidad en todos los casos.

## Discusión

El empleo del colgajo perióstico/corticoperióstico de cóndilo femoral medial aporta vascularización en el foco de fractura creando un entorno eficiente para la consolidación y la reconstrucción ósea en pequeños defectos<sup>8</sup>. El tratamiento convencional de fijación e injerto óseo de cresta iliaca puede resolver el 90% de los casos, pero en los casos en los que el problema es la falta de vascularización en el foco de fractura como en las pseudoartrosis atróficas, la probabilidad de éxito baja<sup>3</sup>.

En la mayoría de los casos, el colgajo corticoperióstico no es suficiente para aportar suficiente hueso necesario para la reconstrucción ósea<sup>9,10</sup> y es necesario asociarlo a un injerto óseo de cresta iliaca, ya que ante un defecto estructural, lo primordial es aportar estabilidad para permitir una rehabilitación precoz. Los chips óseos no aportan el soporte estructural que aportan los injertos bi/tricorticales. Además el colgajo perióstico es capaz de revascularizar el injerto óseo siempre que

éste sea envuelto por perióstico vascularizado<sup>12</sup>. Defectos óseos de 4-5cm pueden ser reconstruidos con esta técnica consiguiendo una resolución de la pseudoartrosis. En defectos más grandes estaría más indicado el empleo de colgajos óseos de peroné, cresta iliaca o osteodistracción, por la limitación de periostio transferible<sup>13,14</sup>.

## Conclusión

La reconstrucción ósea con colgajo perióstico/corticoperióstico e injerto óseo es una técnica que se puede aplicar en el área de la mano y solucionar el 100% de las pseudoartrosis por su capacidad osteogénica. Sin embargo, la reconstrucción de la mano es exigente y no siempre se obtienen los resultados en cuanto a función deseables. Las secuelas de la zona donante del colgajo perióstico/corticoperióstico de cóndilo femoral medial son aceptables, en nuestros casos fueron pocas y sin importancia, ya que se resolvieron de manera conservadora. Tiene el inconveniente de ser técnicamente exigente y de que los resultados obtenidos son variables, dependen del éxito funcional, que en la mayoría de nuestros casos estuvo presente.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés relacionado directa o indirectamente con el contenido del artículo.

## Bibliografía

1. Del Pinal F, Garcia-Bernal FJ, Regalado J. et al. Vascularised corticoperiosteal grafts from the medial femoral condyle for difficult non-unions of the upper limb. *J Hand Surg Eur.* 2007; 32:135-142. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17240497/>
2. Del Pinal F, Innocenti M. Evolving concepts in the management of the bone gap in the upper limb. Long and small defects. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2007; 60:776-702. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17452133/>
3. Brinker MR. Nonunions: evaluation and treatment. En: Browner BD, Levine AM, Jupiter JB, et al. *Skeletal Trauma: Basic Science, Management, and Reconstruction.* Philadelphia: WB Saunders; 2003; 507-604. <https://www.clinicalkey.es/#!/content/book/3-s2.0-B9780323611145000264>

4. Rodríguez-Vegas J.M, Delgado-Serrano P. J. Corticoperiosteal flap in the treatment of nonunions and small bone gaps: Technical details and expanding possibilities. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2011; 64:515-527. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20678976/>
5. Vegas MR, Delgado P, Roger et al. Vascularized periosteal transfer from the medial femoral condyle: is it compulsory to include the cortical bone? *J Trauma Acute Care Surg.* 2012; 72:1040-1045. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22491624/>
6. Sakai K, Doi K, Kawai S. Free vascularised thin corticoperiosteal graft. *Plast Reconstr Surg.* 1991; 87:290–298. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1989022/>
7. Masquelet A. Free vascularized corticoperiosteal grafts. *Plast Reconstr Surg.* 1991; 88:1106. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1812863/>
8. Choudry U, Bakri K, Moran S, et al. The vascularized medial femoral condyle periosteal bone flap for the treatment of recalcitrant bony nonunions. *Ann Plast Surg.* 2008; 60:174-180. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18216511/>
9. Ruston J, Amin K. The Vascularized Medial Femoral Corticoperiosteal Flap for Thumb Reconstruction. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2015; 3:492. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26495205/>
10. Grant I, Berger AC. A vascularised bone graft from the medial femoral condyle for recurrent failed arthrodesis of the distal interphalangeal joint. *British Journal of Plastic Surgery.* 2005; 58:1011–1013. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16043152/>
11. Goetz A, Giessler, Andreas B, Schmidt . Thumb salvage with skin grafted medial femoral corticoperiosteal free flap. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2011; 64:1693-1696. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21624854/>
12. Brey E., Ming-Huei Cheng. Comparison of guided bone formation from periosteum and muscle fascia. *Plast Reconstr Surg.* 2007; 119:1216. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17496593/>
13. Cavadas P, Landin L. Treatment of Recalcitrant Distal Tibial Nonunion Using the Descending Genicular Corticoperiosteal Free Flap. *J Trauma.* 2008; 64:144–150. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18188113/>
14. Lin CH, Wei FC, Chen HC et al. Outcome comparison in traumatic lower-extremity reconstruction by using various composite vascularized bone transplantation. *Plast Reconstr Surg.* 1999; 104:984 –992. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10654737/>

# Impresión 3D para la planificación preoperatoria avanzada en cirugía ortopédica y traumatología

## *3D printing for advanced preoperative planning in orthopaedic surgery and traumatology*

Voltes-Martínez, Ana<sup>2</sup>  
De la Concepción-Ruiz, Eva<sup>1</sup>  
López-Puerta, José María<sup>1,2</sup>  
Andrés-Cano, Pablo<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Universitario Virgen del Rocío, Universidad de Sevilla, Sevilla, España

<sup>2</sup> Trauma3D, I+D+i en Fabricación Aditiva Médica, Unidad Hospitalaria de Impresión 3D en Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Universitario Virgen del Rocío, Sevilla, España

[pabloanca@gmail.com](mailto:pabloanca@gmail.com)

Rev. S. And. Traum. y Ort., 2020; 37 (2/4): 58-68

Recepción: 06/09/2020. Aceptación: 13/11/2020

### Resumen

#### Objetivo del trabajo

El objetivo principal del estudio es la revisión de la casuística de modelos impresos en 3D para planificación quirúrgica en el Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital Universitario Virgen del Rocío (Sevilla).

#### Materiales y métodos

Se realizó un estudio epidemiológico, retrospectivo, descriptivo y analítico a partir de una base de datos encriptada sobre pacientes diagnosticada-

### Abstract

#### Purpose

*The main aim of this study is the collection and review of information about the application of 3D printed models for surgical planning of complex injuries in the Orthopedic Surgery and Traumatology service of "Virgen del Rocío" University Hospital (Sevilla).*

#### Materials and Methods

*An epidemiological, retrospective, descriptive and analytical study is carried out from an en-*

dos y tratados quirúrgicamente de lesión traumática junto con el uso de un biomodelo 3D.

## Resultados

Se analizaron 173 biomodelos 3D y se clasificaron según tipo de lesión, localización anatómica de la misma y unidad solicitante. El tipo de lesión implicada con mayor frecuencia fue la fractura compleja o secuelas de ésta. La meseta tibial y la pelvis son las localizaciones en las que se utilizó con mayor frecuencia los biomodelos 3D.

## Conclusiones

La impresión 3D en el campo de la Cirugía Ortopédica y Traumatología es una tecnología actual, en rápida evolución y permite a los cirujanos ortopédicos y traumatólogos comprender mejor los casos complejos, ayudando a la planificación quirúrgica de los mismos. Por tanto, podemos considerarla como un complemento para mejorar la atención al paciente por los beneficios que conlleva su uso.

**Palabras clave:** Biomodelo; cirugía ortopédica; impresión 3D; traumatología.

*rypted database of patients diagnosed and treated surgically with complex traumatic injury together with the use of a 3D anatomical biomodel.*

## Results

*The results of 173 patients classified by type of injury, anatomical location of the injury and requesting unit are obtained. The results suggest that the type of injury most frequently involved is complex fracture or its sequelae. The tibial plateau and the pelvis are the locations where 3D printing is most widely used due to its complexity.*

## Conclusions

*3D printing is a rapidly evolving field which allows surgeons to better understand complex cases, aiding in their surgical planning. Therefore, we should consider it as a complement to improve patient care due to the benefits of its use.*

**Key words:** Biomodel; orthopedic surgery; 3D printing; traumatology.

## Introducción

La impresión 3D (I3D) es uno de los avances tecnológicos que más se ha desarrollado en los últimos años. Esto se debe al cambio de paradigma en la medicina con la aparición de la industria 4.0, lo que ha supuesto la transformación digital de los procesos, orientando estos procesos asistenciales hacia una medicina personalizada que permite un diagnóstico y tratamiento más específico para cada paciente<sup>1</sup>. Esta tecnología aplicada al sector médico permite materializar las imágenes médicas o de diseño para crear objetos físicos tridimensionales con diversas aplicaciones. La aparición de impresoras domésticas o semi-profesionales con tecnología de fabricación aditiva ha hecho más accesible esta tecnología por su menor coste y mayor disponibilidad<sup>2,3</sup>.

La gran versatilidad de la I3D ha permitido su uso en medicina gracias a la fabricación de modelos anatómicos reales de diferentes especialida-

des<sup>4,5</sup> como son la otorrinolaringología, la cirugía cardiovascular<sup>6</sup>, la rehabilitación, o la cirugía ortopédica y traumatología<sup>7</sup>.

En cirugía ortopédica y traumatología, el uso de la I3D ha supuesto una revolución gracias a la posibilidad de fabricar biomodelos de lesiones traumáticas complejas o herramientas quirúrgicas personalizadas. La principal función de estos biomodelos es servir de apoyo para el estudio de la lesión y permitir una planificación quirúrgica avanzada, ya que permiten la simulación de la intervención, realizar mediciones precisas e incluso preparar y moldear los implantes antes de la intervención<sup>8</sup>. Los biomodelos se fabrican con materiales biodegradables que permiten esterilización, siendo los más empleados el ácido poliláctico (PLA) y las resinas biocompatibles.

El presente estudio tiene como objetivo el análisis de las utilidades de los biomodelos 3D en un

servicio de COT tras la implementación de la tecnología de I3D hospitalaria en el propio servicio de COT “in house”, también conocido como en el punto de manufactura “point of care (POC).

## Materiales y Métodos

### Materiales

Estudio epidemiológico retrospectivo, descriptivo y analítico llevado a cabo a partir de una base de datos encriptada sobre pacientes diagnosticados y tratados quirúrgicamente de lesión ortopédica o traumática compleja con segmentación, diseño e I3D previa en el propio servicio de COT.

### Procedimiento para fabricación del biomodelo

*Trauma3D* es una unidad hospitalaria de impresión 3D (UH-I3D) situada en el Hospital de Rehabilitación y Traumatología Virgen del Rocío (Sevilla) (Fig.1). Está formado por un equipo multidisciplinar de ingenieros de la salud (Bioingenieros), ingenieros de diseño industrial, radiólogos y especialistas en COT. En el propio laboratorio los miembros del equipo son los encargados de llevar a cabo la segmentación, diseño e impresión de los biomodelo 3D, así como de los diferentes útiles quirúrgicos (guías quirúrgicas, por ejemplo) atendiendo siempre a las indicaciones del cirujano prescriptor responsable del paciente.



Figura 1. Laboratorio I+D+i en fabricación aditiva médica - Trauma3D. Hospital de Rehabilitación y Traumatología Virgen del Rocío

mediante diseño previo de modelo 3D. Si se considera la cirugía como el tratamiento recomendado, y el paciente la acepta, se solicita el biomodelo de forma informática.

El proceso desde que un paciente es valorado por el cirujano hasta el momento de su cirugía se refleja en la Fig.2.

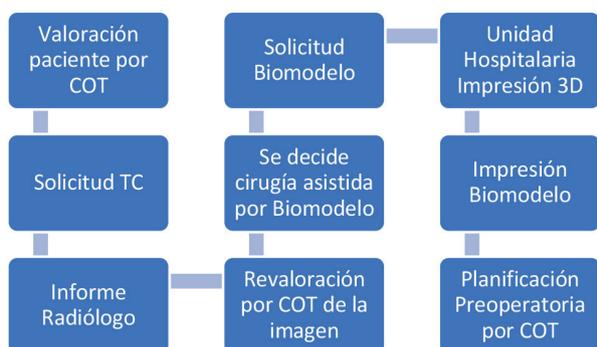


Figura 2. Diagrama del proceso de diseño de un biomodelo. TC: tomografía computerizada

### 1. Diagnóstico del paciente

Para el diagnóstico de lesión traumática compleja y solicitud del biomodelo, el paciente es valorado por el especialista en COT, el cual solicita una prueba de tomografía computerizada (TC) de la zona anatómica afectada. El radiólogo genera un informe radiológico. Dependiendo de los hallazgos radiológicos y las valoraciones hechas al paciente se plantea la posible solución quirúrgica

### 2. Solicitud de biomodelo

El cirujano puede solicitar el biomodelo a través de la página web de *Trauma3D*, a la que se puede acceder a través del enlace [www.trauma3d.com/biomodelo](http://www.trauma3d.com/biomodelo), debiendo rellenar los campos obligatorios para el diseño del biomodelo: nombre, e-mail del solicitante y unidad a la que pertenece, número único de historia de salud de Andalucía (NUHSA) del paciente, fecha límite de entrega y la escala del biomodelo deseada.

### 3. Generación del biomodelo

La generación del biomodelo comienza con la descarga de las imágenes de la prueba TC solicitada previamente desde la historia clínica del paciente, disponible en el PACS. Las imágenes son anonimizadas y descargadas en formato DICOM para un correcto procesado de las mismas a través de diversos softwares de libre distribución.

El flujo de trabajo que se le da a las imágenes DICOM puede agruparse en una serie de pasos como se detalla en la Fig.3.

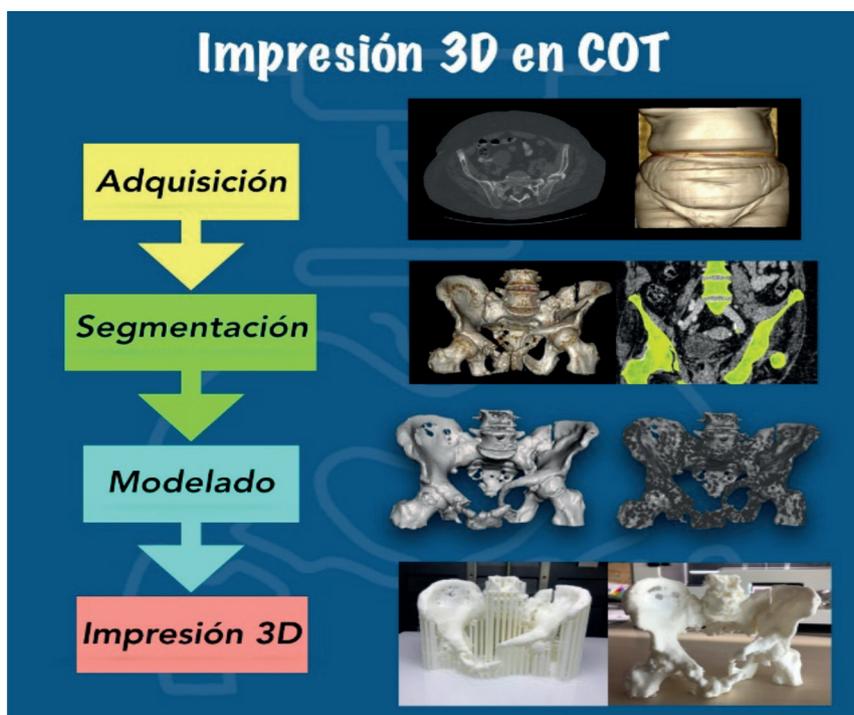


Figura 3. Flujo de trabajo en I3D en COT

Tras la adquisición de las imágenes se utiliza el software *InVesalius* (Centro de Tecnología da Informação Renato Archer, Campinas, SP, Brazil. <https://invesalius.github.io/>) para la segmentación, proceso que consiste en seleccionar y reconstruir en 3D las zonas de interés utilizando todos los cortes de imagen provenientes de los equipos de TC o resonancia magnética (RM).

El modelo 3D resultante pasa ahora a ser editado mediante el software de modelado asistido por ordenador (CAD) *MeshMixer Autodesk Inc, San Rafael, CA, USA*. (<https://www.meshmixer.com/>), en el cual se prepara y mejora el modelo reparando posibles imperfecciones que hayan podido quedar tras la segmentación. El archivo se guarda en formato STL (“StereoLithography”).

El último software necesario antes de imprimir la pieza debe ser un software de laminado que se encargue de adaptar el formato *STL* al lenguaje utilizado por la impresora en la que se vaya a imprimir el biomodelo (Gcode), que contiene las coordenadas en las que la impresora irá depositando el filamento de material en caso de impresoras de filamento (FDM).

En el laboratorio de fabricación hospitalaria *Trauma3D* se dispone de las impresoras FDM Ultimaker 3 Extended, Ultimaker S3 y Ultimaker S5, cuyo precio ronda los 4000€, 5000€ y 7000€ respectivamente y BQ Witbox 2, con un precio aproximado de 2000€. También se dispone de una impresora SLA de resina Anycubic Photon Zero. El software de laminado utilizado es el software gratuito Ultimaker Cura Ultimaker Cura (Ultimaker BV <https://ultimaker.com/es/software/ultimaker-cura>) en el cual se seleccionan las opciones de impresión, como pueden ser el tamaño de la pieza, la temperatura a la que se extruye el filamento, la altura de capa de la pieza, la velocidad de impresión, etc. Todo el proceso está supervisado por los especialistas médicos, aunque los Bioingenieros e Ingenieros de Diseño Industrial son los expertos tecnológicos.

Las impresoras utilizan el método de fabricación aditiva por deposición fundida (FDM)<sup>9,10</sup> en la que el objeto se va creando mediante la superposición de capas del material elegido siguiendo el diseño creado por ordenador.

El material más utilizado en *Trauma3D* es PLA, con un precio medio de 20€ por kilogramo

de material. El precio final de cada biomodelo dependerá del tamaño de la pieza, la configuración de impresión y, por tanto, del tiempo de impresión del biomodelo. Así, para la fabricación de una meseta tibial de un paciente adulto el biomodelo puede tardar en imprimirse unas 4 o 5 horas utilizando unos 60 gramos de material, mientras que, si necesitamos imprimir un biomodelo de pelvis de paciente adulto, la pieza requerirá más de 24 horas de impresión y consumirá, al menos, medio kilogramo de material.

#### 4. Esterilización del biomodelo 3D

Una vez finalizado el proceso de fabricación, y en caso de se vaya a dar un uso intraoperatorio al biomodelo, éste debe ser enviado al servicio de esterilización del hospital.

El protocolo de esterilización debe consensuarse en cada centro teniendo en cuenta que si el biomodelo se ha fabricado utilizando un polímero termosensible, como PLA o acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), se emplearán métodos de esterilización sin calor, ya que no soportan las altas temperaturas. El peróxido de hidrógeno o el óxido de etileno son métodos químicos de esterilización que pueden ser utilizados.

### Resultados

Se recogieron y analizaron datos de 173 pacientes diagnosticados de lesión ortopédica o traumática compleja que han sido candidatos a intervención quirúrgica asistida con biomodelos 3D en el Hospital Universitario Virgen del Rocío.

Los datos recogidos comprenden un periodo entre abril de 2017, cuando se introdujo la técnica en el propio Servicio de COT del HU Virgen del Rocío, y diciembre de 2019.

A continuación, se detallan los casos en función del tipo de lesión, localización anatómica de la misma y unidad clínica solicitante del servicio de COT.

De los 173 casos estudiados y clasificados por tipo de lesión se observa que el 49’1% de los biomodelos 3D fueron por fracturas complejas, 32’9% de los biomodelos se utilizaron para replicar secuelas ortopédicas de traumatismos previos,

un 11'6% para deformidades congénitas, un 4% por tumores óseos musculoesqueléticos, y por último, un 2'3% fueron modelos anatómicos utilizados para docencia o comunicación.

Respecto a las regiones anatómicas en las que se utilizó con mayor frecuencia la tecnología de I3D se observó que la región anatómica de la que más biomodelos se realizaron fue la rodilla, representando un 26'6% del total, seguida de la cadera (19'7%), pelvis-acetábulo (12'7%), tibia (8'7%), pie (5'2%), columna (4'0%), hombro (4'0%), codo (2'9%), escápula (2'9%), calcáneo (2'3%), cráneo (2'3%), húmero (2'3%), tobillo (2'3%), fémur (1'7%), y en último lugar con tan solo un 1'2% están los biomodelos de mano y radio.

Las unidades que más han solicitado y utilizado los biomodelos impresos en 3D son las unidades de Trauma y Cirugía Reconstructiva (57'8%), Ortopedia Infantil (19'1%), Miembro Superior (6'4%), Miembro Inferior (5'2%), Pie y tobillo (4'0%), Tumores (4'0%) y Columna (3'5%).

### Casos clínicos de interés

Se describen tres casos clínicos de fracturas, uno de meseta tibial y otro de acetábulo, así como

un caso de ortopedia infantil. Estas lesiones suelen presentar gran complejidad en su abordaje quirúrgico y, como se ha mencionado anteriormente, son las más frecuentes a la hora de requerir apoyo de biomodelo 3D.

### 1. Caso 1: Fractura de Meseta Tibial

Varón de 37 años que sufre una caída desde una escalera de 2 metros de altura con traumatismo sobre la rodilla derecha y diagnóstico de fractura de meseta tibial compleja con afectación posterolateral<sup>11</sup>.

El paciente requirió una actuación quirúrgica en dos fases. En una primera se aplicó la fijación externa para control de la fractura y la lesión de partes blandas alrededor de la misma.

Se decidió intervenir quirúrgicamente apoyándose en un biomodelo 3D para la planificación de la cirugía, elección de la placa de osteosíntesis y diseño de una de guía quirúrgica personalizada para asistir en la elevación del fragmento articular (Fig.4).

A la semana se realiza la segunda fase quirúrgica con reducción abierta y fijación interna (Fig.5).



Figura 4. a) Reconstrucción 3D de hueso y diseño de guía. b) Elección de placa de osteosíntesis utilizando como apoyo biomodelo 3D de la fractura



Figura 5. Imágenes intraoperatoria y escopia

## 2. Caso 2: Fractura Acetabular

Varón de 66 años que sufre caída en domicilio desde una altura de 2 metros de altura con diagnóstico de fractura cerrada de acetábulo izquierdo<sup>12</sup> con afectación principal de la columna anterior.

Se realiza una cirugía asistida por el biomodelo 3D el cual se utiliza durante la intervención para premoldear la placa de osteosíntesis, seleccionar los tornillos más adecuados y la longitud de los mismos (Fig.6). Se realiza un abordaje anterior mediante dos ventanas (media y lateral) del abordaje ilioinguinal.

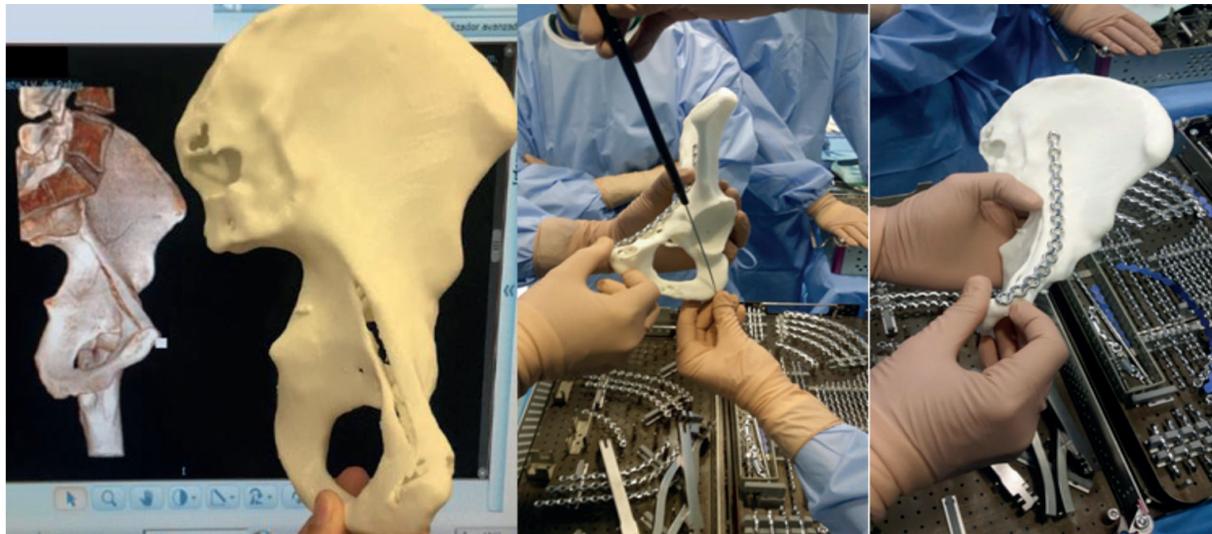


Figura 6. TC y biomodelo 3D. Adaptación de placas y tornillos intraoperatorio

## 2. Caso 3: Osteotomía Femoral Pediátrica

Varón de 14 años afecto de parálisis cerebral infantil tipo tetraparesia espástica y luxación neurológica de cadera izquierda tratada previamente mediante osteotomía femoral varizante. Presenta dolor y limitación para el aseo.

Nuevo episodio de luxación indicándose cirugía paliativa mediante osteotomía femoral valguzante y de resección de cabeza femoral (osteotomía de McHale). Se realiza un biomodelo 3D para simulación de la cirugía y premoldeado de la placa de osteotomía (Fig.7).



Figura 7. Moldeado de placa de osteomía previo a cirugía gracias a biomodelo 3D

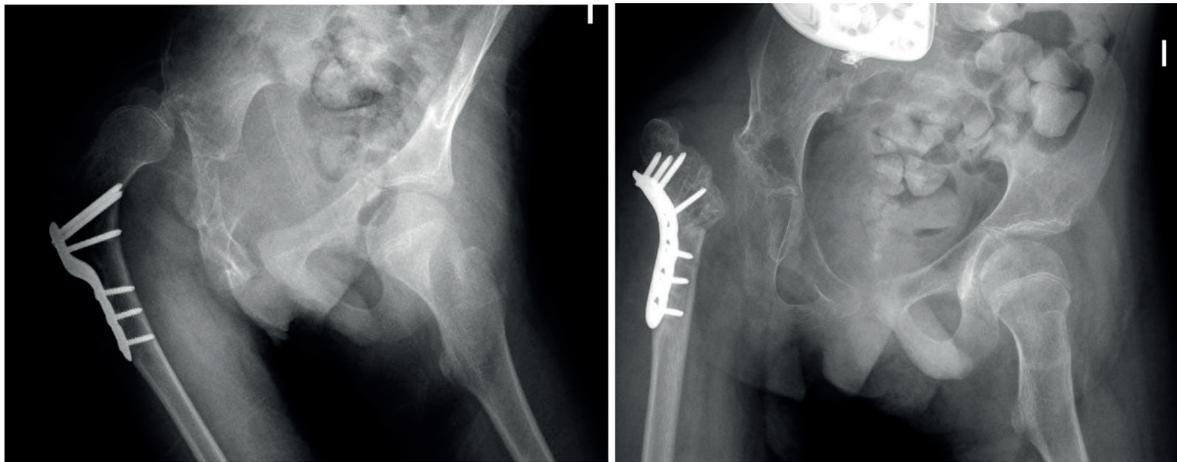


Figura 8. Control radiológico antes y tras la intervención

#### 4. Discusión

En el presente estudio, se hace una revisión de la aplicación de la tecnología de I3D para lesiones traumáticas complejas en un servicio de COT analizando 173 casos consecutivos.

En el artículo publicado por *Morgan et al.*<sup>13</sup> se realiza un meta-análisis sobre el empleo de la I3D en COT en una serie de 922 casos, llegando a sugerir que el uso de la I3D en la planificación preoperatoria reduce el tiempo quirúrgico, la pér-

didada de sangre intraoperatoria y la cantidad de radiación. Recomiendan hacer subgrupos dentro de las especialidades de la COT para sucesivos análisis usando como variables el tipo de patología y la demografía del paciente.

Por otro lado, en un estudio observacional con una muestra de 91 pacientes publicado por *Mishra et al.*<sup>14</sup> se valoró la satisfacción de los cirujanos con el uso de la I3D en la planificación quirúrgica empleando unas encuestas de satisfacción. Siendo la puntuación máxima un 6, el grado de satisfac-

ción de los cirujanos fue de 4'5, lo que sugiere un papel positivo de la técnica en COT. La curva de aprendizaje inicial para comprender y ejecutar la planificación preoperatoria virtual y la I3D fue el aspecto en el que más dificultades encontraron los especialistas.

El estudio desarrollado por *Lou et al.*<sup>15</sup> se basa en un estudio comparativo entre la cirugía tradicional y la cirugía asistida por tecnología de I3D para el tratamiento de fracturas en la meseta tibial. Para ello, un total de 72 pacientes se dividieron en dos grupos de forma aleatoria; 38 se incluyeron en el grupo de cirugía tradicional y 34 en el grupo que utilizaba biomodelos 3D. El tiempo de operación, la pérdida de sangre y la cantidad de fluoroscopia intraoperatoria fueron registrados. Se observó diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) con disminución de las tres variables en el grupo que usó los biomodelos con respecto al de cirugía tradicional. El resultado de la encuesta de satisfacción, siendo 0 la puntuación mínima y 10 la máxima, obtuvo una puntuación media de  $8'5 \pm 0'1$  por parte de los cirujanos y de  $7'3 \pm 0'1$  por parte de los pacientes, por lo que llegaron a la conclusión de que el uso de la I3D en el tratamiento de fracturas de meseta tibial aporta numerosas ventajas clínicas y mejora la comunicación médico-paciente.

La impresión de biomodelos 3D en COT permite una reducción de los riesgos inherentes a procedimientos quirúrgicos complejos, las placas necesarias en la cirugía se pueden moldear y adaptar el hueso del paciente, se puede medir el material de osteosíntesis que se vaya a utilizar en la cirugía, se puede fabricar material quirúrgico personalizado adaptándolo a las necesidades de cada caso, facilitando la comunicación médico-paciente e incluso se pueden usar en docencia para formación y entrenamiento de los cirujanos.

Estudios previos han analizado el estado en el que se encuentra la aplicación de la I3D en COT. Las posibilidades son extensas tanto en docencia<sup>16,17</sup> como a nivel hospitalario, con la fabricación de biomodelos, guías quirúrgicas<sup>18,19,20,21</sup>, instrumental<sup>19</sup>, órtesis<sup>22,23,24</sup>, implantes<sup>19,21,25</sup>, o la bioimpresión para ingeniería tisular<sup>26,27</sup>. La colaboración con equipos de investigación pertenecientes tanto a entidades públicas, como son algunas universidades, como con empresas privadas es fundamental para continuar desarrollando y

puliendo esta técnica. Su inclusión en el modelo de trabajo habitual en el servicio de COT presenta grandes beneficios a los hospitales, grupos de investigación y, sobre todo, a los pacientes.

Es importante contar con el apoyo de ingenieros de la salud e ingenieros de diseño con conocimientos de anatomía que sean los encargados de la parte técnica del procedimiento como son la segmentación, el diseño y la impresión 3D del modelo. La ventaja que aportan los ingenieros en el grupo multidisciplinar es que poseen conocimiento suficiente para poder comunicarse y adaptarse a las indicaciones del profesional sanitario, consiguiendo así la fabricación de biomodelos lo más exactos posible, y de instrumentación y guías quirúrgicas con la angulación y resistencia adecuadas para un uso eficaz de las mismas. Una correcta comunicación médico-ingeniero facilita y acelera la planificación quirúrgica.

Las limitaciones o inconvenientes de la I3D que se destacan son la necesidad de estudios previos de TC o RM, la excesiva complejidad de algunos modelos anatómicos, los errores de impresión que se pueden ocasionar, el coste de implementación en el ámbito médico, el tiempo elevado necesario para determinados biomodelos, y la necesidad de una regulación legal para este tipo de productos sanitarios.

Como futura línea de investigación en el servicio de COT y a raíz de los resultados del presente estudio, se puede plantear el análisis de estas mismas variables (tiempo quirúrgico, pérdida de sangre intraoperatoria y uso de fluoroscopia) con el objetivo de cuantificarlas, así como proporcionar encuestas de valoración a los cirujanos que utilicen la técnica y encuestas de satisfacción a los pacientes intervenidos con modelo 3D.

## Conclusiones

Como respuesta al objetivo de describir la experiencia con el uso de modelos 3D en el Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatológica del Hospital Universitario Virgen del Rocío se concluye que la implantación de la técnica está demostrando una mejora en la calidad de la atención médica y facilita al cirujano el abordaje en patologías complejas.

El tipo de lesión dónde más frecuentemente se ha utilizado la I3D en COT sido la fractura alrededor de la rodilla y la pelvis, seguida de las deformidades ortopédicas, especialmente en patología de ortopedia infantil y los tumores musculoesqueléticos.

Las localizaciones anatómicas que han presentado una frecuencia más elevada de uso del biomodelo 3D previo a cirugía han sido la meseta tibial, acetábulo y cadera. Las fracturas en estas localizaciones son por lo general de elevada complejidad y la planificación preoperatoria avanzada con biomodelos 3D proporciona un valor añadido a la cirugía.

En el uso para la planificación quirúrgica hay cada vez más evidencias de que estos biomodelos 3D pueden mejorar los resultados quirúrgicos, permitiendo al cirujano adelantarse de manera eficaz a la toma de decisiones intraoperatoria, por lo que se puede concluir que la impresión 3D se ha convertido en una herramienta útil y precisa para un cambio de paradigma en la medicina actual, más orientada a un tratamiento personalizado y basado en las necesidades de cada paciente.

## Bibliografía

1. Feußner H, Park A. *Surgery 4.0: the natural culmination of the industrial revolution?* J Innov Surg Sci. 2017;2(3):105–8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6754015/>
2. Dipaola M. *3D Printing in Orthopaedic Surgery*. Elsevier. 2019. <https://www.elsevier.com/books/3d-printing-in-orthopaedic-surgery/dipaola/978-0-323-58118-9>
3. Javaid M, Haleem A. *Additive manufacturing applications in orthopaedics: A review*. J Clin Orthop Trauma [Internet]. 2018;9(3):202–6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2018.04.008>
4. Vaish A, Vaish R. *3D printing and its applications in Orthopedics*. J Clin Orthop Trauma [Internet]. 2018;9:S74–5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2018.02.003>
5. Lal H, Patralekh MK. *3D printing and its applications in orthopaedic trauma: A technological marvel*. J Clin Orthop Trauma. 2018;9(3):260–8. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30202159/>
6. I GGV. *Carta al editor*. Rev Española Cardiol [Internet]. 2019;72(3):275. Available from: <https://www.revespcardiol.org/es-impresion-3d-revista-espanola-cardiologia-articulo-S0300893218305578>
7. Garg B, Mehta N. *Current status of 3D printing in spine surgery*. J Clin Orthop Trauma. 2018;9(3):218–25. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30202152/>
8. Levesque JN, Shah A, Ekhtiari S, et al. *Three-dimensional printing in orthopaedic surgery: a scoping review*. EFORT Open Rev. 2020;5(7):430–441. Published 2020 Aug 1. doi:10.1302/2058-5241.5.190024. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32818070/>
9. Michalski MH, Ross JS. *The shape of things to come: 3D printing in medicine*. JAMA - J Am Med Assoc. 2014;312(21):2213–4. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25461994/>
10. Skelley NW, Smith MJ, Ma R, et al. *Three-dimensional Printing Technology in Orthopaedics*. J Am Acad Orthop Surg. 2019;27(24):918–25. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31268868/>
11. Markhardt BK, Gross JM, Monu JU. *Schatzker classification of tibial plateau fractures: use of CT and MR imaging improves assessment*. Radiographics. 2009;29(2):585–597. doi:10.1148/rg.292085078. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19325067/>
12. Estrems-Díaz V. *Tratamiento Quirúrgico De Las Fracturas De Acetábulo : Resultados clínicos y radiológicos a corto y mediano plazo*. [Tesis de Doctorado] Universidad Autónoma de Barcelona. 2010. [https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2011/hdl\\_2072\\_172943/TR\\_EstremsDiaz.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2011/hdl_2072_172943/TR_EstremsDiaz.pdf)
13. Morgan C, Khatri C, Hanna SA, et al. *Use of three-dimensional printing in preoperative planning in orthopaedic trauma surgery: A systematic review and meta-analysis*. World J Orthop. 2020;11(1):57–67. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6960300/>
14. Mishra A, Verma T, Vaish A, et al. *Virtual preoperative planning and 3D printing are valuable for the management of complex orthopaedic trauma*. Chinese J Traumatol - English Ed [Internet]. 2019;22(6):350–5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cjtee.2019.07.006>
15. Lou Y, Cai L, Wang C, et al. *Comparison of traditional surgery and surgery assisted by three dimensional printing technology in the treatment of tibial plateau fractures*. Int Orthop. 2017;41(9):1875–80. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28396929/>
16. Lim PK, Stephenson GS, Keown TW, et al. *Use of 3D printed models in resident education for the classification of acetabulum fractures*. Journal of Surgical Education. 2018;75(6):1679–1684. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29929817/>
17. Weidert S, Andress S, Suero E, et al. *3D-Druck in der unfallchirurgischen Fort- und Weiterbildung: Möglichkeiten und Anwendungsbereiche [3D printing in orthopedic and trauma surgery education and training: Possibilities and fields of application]*. Unfallchirurg. 2019;122(6):444–451. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31053925/>
18. Chana-Rodríguez F, Pérez-Mañanes R, Rojo-Mañante, J, et al. *3D surgical printing and pre contoured plates for acetabular fractures*. Injury. 2016;47(11):2507–2511. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27599393/>
19. Wong TM, Jin J, Lau TW, et al. *The use of three-dimensional printing technology in orthopaedic surgery*. J

Orthop Surg. 2017;25(1):230949901668407. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28142354/>

20. Kim JW, Lee Y, Seo J, et al. *Clinical experience with three-dimensional printing techniques in orthopedic trauma*. J Orthop Sci. 2018;23(2):383-388. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29325763/>

21. Fang C, Cai H, Kuong E, et al. *Surgical applications of three-dimensional printing in the pelvis and acetabulum: from models and tools to implants*. Unfallchirurg. 2019;122(4):278-285. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30887060/>

22. Abreu de Souza M, Schmitz C, Marega Pinhel M, et al. *Proposal of custom made wrist orthoses based on 3D modelling and 3D printing*. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2017;3789-3792. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29060723/>

23. Wojciechowski E, Chang AY, Balassone D, et al. *Feasibility of designing, manufacturing and delivering 3D printed ankle-foot orthoses: a systematic review*. J Foot Ankle Res. 2019;12(1):11. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30774718/>

24. Wu PK, Shih YC, Chen CM, et al. *Printing a 3-dimensional, Patient-specific Splint for Wound Immobilization: A Case Demonstration*. Ostomy Wound Manage. 2018;64(7):28-33. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30059337/>

25. Wu AM, Lin JL, Kwan KYH, et al. *3D-printing techniques in spine surgery: the future prospects and current challenges*. Expert Rev Med Devices. 2018;15(6):399-401. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29848086/>

26. Huang Huang Y, Zhang X, Gao G, et al. *3D bioprinting and the current applications in tissue engineering*. Biotechnol J. 2017;12(8):1600734-n/a. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28675678/>

27. Roseti L, Parisi V, Petretta M, et al. *Scaffolds for Bone Tissue Engineering: State of the art and new perspectives*. Mater Sci Eng C Mater Biol Appl. 2017;78:1246-1262. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28575964/>

# Cómo evitar el efecto ad latum en Osteotomías con Fijación Externa Monolateral

Pedro González Herranz\*  
Xoan García Fuentes\*\*  
Ángel López González\*

\*COT Infantil – Hospital Materno-Infantil Teresa Herrera - CHU A Coruña

\*\* COT Hospital Virgen Macarena - Sevilla

[pgonher@gmail.com](mailto:pgonher@gmail.com)

Rev. S. And. Traum. y Ort., 2020; 37 (2/4): 69-74

ISSN-0212-0771

ISSNe-1578-9756

## Resumen

El desplazamiento epifisario medial o lateral –ad latum– es un problema no deseado que altera el eje mecánico de la extremidad en las correcciones progresivas de deformidades angulares mediante osteotomías con aparatos de fijación externa monolateral.

Los autores explican este fenómeno en modelos anatómicos y proponen una sencilla recomendación técnica para evitar dicho fenómeno.

## Técnica

Tras la correcta colocación de los tornillos del fijador externo, el cabezal epifisario no se aprieta completamente para que permita el deslizamiento de los tornillos que se insertan en la epífisis en la mordaza del aparato.

## Abstract

*Medial or lateral epiphyseal displacement –ad latum– is an undesired problem that alters the mechanical axis of the limb in progressive corrections of angular deformities by osteotomies with monolateral external fixation devices.*

*The authors explain this phenomenon in anatomical models and propose a simple technical recommendation to avoid it.*

## Technique

*After a proper placement of the screws, the epiphyseal head of the external fixator is not fully tightened in order to allow the sliding of the screws that are inserted into the epiphysis in the clamp of the device.*

## Conclusiones

Esta sencilla recomendación evita el efecto ad latum no deseado cuando se realiza una osteomía y corrección gradual con fijación externa monolateral.

**Palabras clave:** Ad Latum, Fijador Externo Monolateral, Osteotomía

## Conclusion

*This simple recommendation avoids the undesired ad latum effect when performing an osteomy and gradual correction with monolateral external fixation.*

*and survival status. Combined with current hip fracture management guidelines, exchange perioperative management and postoperative rehabilitation experience.*

**Key Words:** Ad Latum, Monolateral External Fixator, Osteotomy

---

## Introducción

Las deformidades angulares (DD AA) de los miembros inferiores constituyen un motivo de consulta frecuente en Ortopedia. Algunas de ellas pueden requerir tratamiento quirúrgico en función de la etiología, progresión, dolor y pronóstico.

La indicación de la cirugía y tipo se realiza en función del lugar donde asienta la deformidad (Ápex o CORA) pudiendo requerir cirugía de la fisis en pacientes inmaduros (des-epifisiodesis + interposición, hemiepifisiodesis, distracción fisaria asimétrica o hemicondrodiatasis<sup>1</sup>) o si el paciente ha alcanzado la madurez ósea o bien, presenta daño fisario irreversible, el tratamiento de elección sería la osteotomía, ya sea de adición o mas raramente de sustracción.

Existen diferentes modalidades de osteotomía, de adición con injertos autólogos o heterólogos o de sustracción y distintas modalidades de osteosíntesis (placas atornilladas, clavos intramedulares y fijadores externos). La elección de cada uno de ellos se realiza tras una planificación quirúrgica detallada y según la experiencia del cirujano.

En ocasiones no se puede realizar una osteotomía convencional, debido a la mala

calidad ósea, de las partes blandas, o porque existen dismetrías asociadas o porque la deformidad angular es tan severa que una corrección aguda causaría problemas vasculares y/o neurológicos. En estas situaciones en las que se recomienda realizar una corrección gradual o realizar una doble osteotomía (una para corregir y otra para alargar) el empleo de la fijación externa puede ser de especial utilidad siguiendo los principios de la callotasis<sup>2</sup>.

Reconociendo de antemano la mala aceptabilidad que tienen para los pacientes los sistemas de fijación externa, para J. de Pablos<sup>3</sup> ofrecen una serie de ventajas a tener en cuenta y que debemos recordar:

1. Progresividad: corrección gradual, especialmente relevante en deformidades severas en las que una corrección aguda puede ser difícil y peligrosa.
2. Ajustabilidad hasta la consolidación de la osteotomía.
3. Posibilidad de elongación en la osteotomía correctora o en una 2ª osteotomía.
4. Procedimiento mínimamente invasivo.
5. Control fragmentario en osteotomías múltiples o en la distracción fisaria.

## 6. Preservación de la fisis.

Se pueden emplear tanto fijadores circulares como monolaterales o hexápodos. Cada uno de ellos presentan sus ventajas e inconvenientes. Indudablemente el empleo de los novedosos hexápodos nos permite hacer correcciones y ajustes graduales cuando comprobamos radiológicamente que la corrección no es la deseada, aunque requiere de una dedicación y tiempo que en ocasiones no disponemos en nuestra consulta externa para la nueva introducción de datos del paciente en el software del sistema.

Los sistemas circulares requieren la perfecta colocación de la bisagra en el ápex o CORA de la deformidad y si empleamos un fijador monolateral, como es el motivo de esta presentación, la bisagra del fijador monolateral debe encontrarse en la bisectriz de la deformidad que vamos a corregir para evitar el desplazamiento medial de la epífisis, y por consiguiente una traslación no deseada del eje mecánico de la extremidad, conocido como efecto ad latum<sup>4,5</sup>

Las localizaciones mas habituales en las que se observa este fenómeno son en el valgo del fémur distal desplazándose la epífisis distal femoral hacia medial y en el tobillo varo<sup>6</sup>,

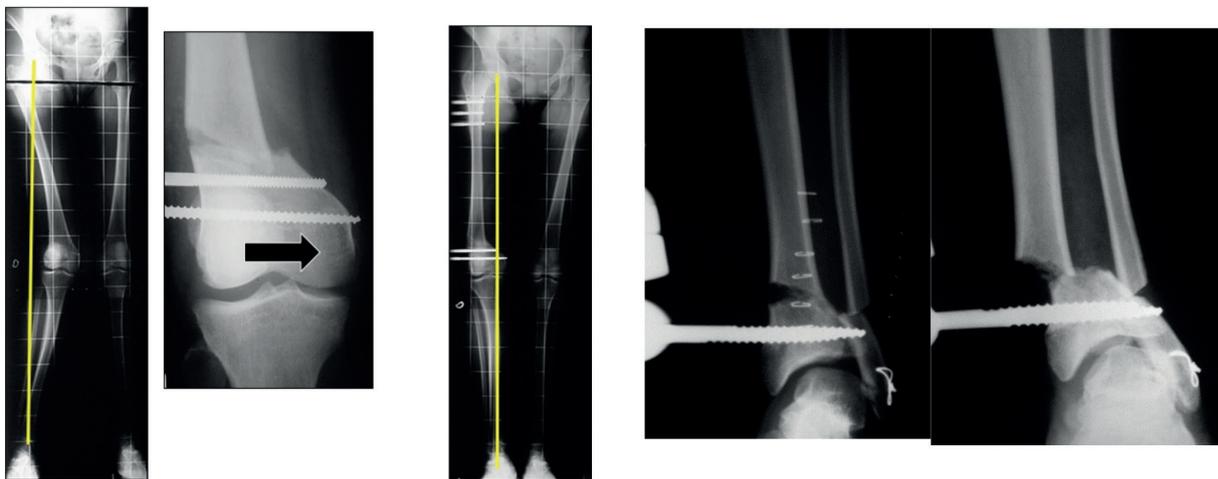
que se produciría una traslación a externo de todo el tobillo (Fig. 1 y 2). Hasta la actualidad las recomendaciones técnicas dadas para la realización de osteotomías graduales de adición, hemicallotasis, con fijación externa monolateral eran:

1. Preservar de la cortical mas alejada (medial en fémur distal y externa en el tobillo)
2. Colocar adecuadamente la bisagra del fijador externo en la bisectriz de la deformidad.

Los autores de este trabajo muestran una sencilla forma de evitar el efecto ad latum en correcciones angulares graduales de Genu Valgum del fémur distal y en la tibia distal para el tobillo varo cuando se emplea un fijador externo monolateral.

## Técnica Quirúrgica

Tras la colocación de los tornillos epifisarios paralelos a la interlínea articular de la rodilla o el tobillo se colocarán los tornillos diafisarios, perpendiculares a su eje diafisario. Se realiza una osteotomía metafisaria incompleta en el ápex o CORA de la deformidad según la técnica habitual y colocamos el fijador



Figuras 1 y 2. Ejemplos clínicos de deformidad ad latum en correcciones de fémur distal por genu valgum y tobillo distal por deformidad en varo

externo monolateral con la bisagra o zona de rotación en la zona distal, coincidiendo con la bisectriz de la deformidad que queremos corregir. (Fig. 3)

En el caso de una mala colocación de la bisagra (Fig. 4), se producirá una traslación del fragmento distal, en el fémur distal hacia interno y en el tobillo a externo, es decir hacia



Figura 3. Corrección gradual progresiva con fijador monolateral en la que se muestra que cuando la bisagra del fijador coincide con la bisectriz de la deformidad al corregirla no se produce el efecto ad latum

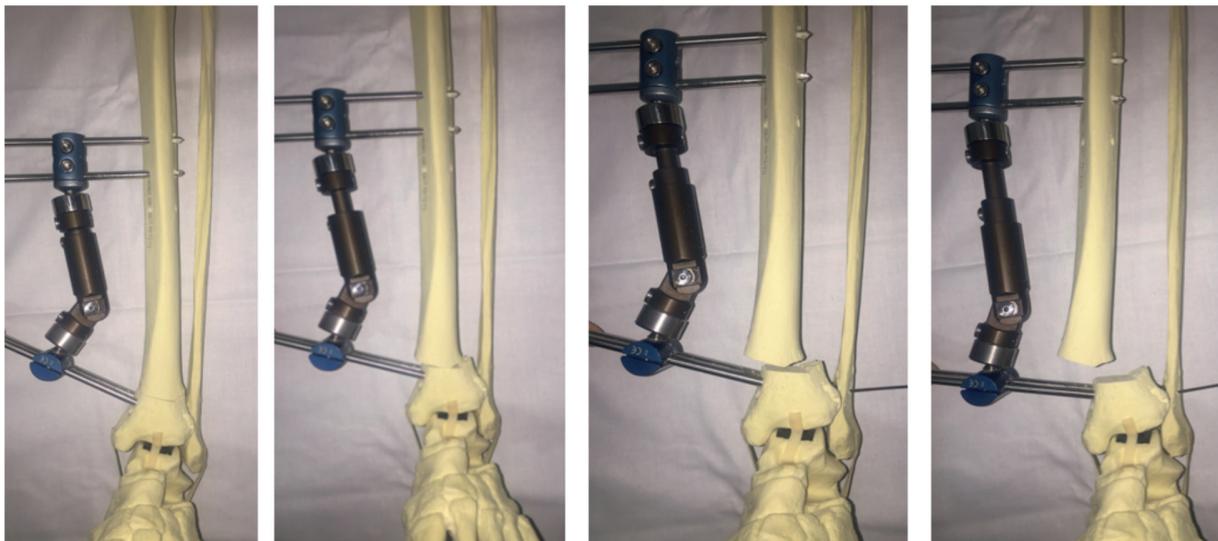


Figura 4. Corrección gradual progresiva con fijador monolateral en tobillo en la que se muestra que cuando la bisagra del fijador no coincide con la bisectriz de la deformidad a corregir se produce una traslación externa de toda la epifisis y hay ad latum.

el lado contrario de donde está colocado el fijador externo.

Algunos dispositivos disponen de una ranura para minimizar el efecto ad latum pero no siempre esta pequeña ranura es suficiente,

ya que la traslación depende de la magnitud de la deformidad y de la distancia entre el hueso y el cuerpo del fijador externo. En estas situaciones la recomendación que proponemos es dejar sin apretar la mordaza o clamp dis-

tal del fijador externo, permitiendo un cierto deslizamiento de los tornillos a través del cabezal, pero sin llegar a ocasionar un montaje inestable. Comprobaremos cómo a medida que vamos distrayendo el fijador externo y la corrección angular va corrigiéndose, los torni-

llos epifisarios se deslizan dentro del cabezal como se muestran en la imagen (Fig. 5). Una vez conseguida la corrección deseada el cabezal del fijador es apretado y ajustado hasta la consolidación de la osteotomía.



Figura 5. Corrección gradual progresiva con fijador monolateral en tobillo en el que la bisagra del fijador externo no se encuentra en la bisectriz y en la que se muestra que cuando el cabezal distal permite el deslizamiento de los tornillos epifisarios (véase la marca del tornillo distal) no se produce ad latum.

## Conclusiones

En correcciones angulares, el empleo de fijadores externos monolaterales es, con diferencia, técnicamente más simple que el uso de hexápodos o sistemas circulares tipo Ilizarov. Una complicación no desdeñable de los monolaterales es el efecto ad latum fruto de una mala colocación de la bisagra del fijador, a veces de forma iatrogénica o porque el ápex o CORA de la defromidad no coincide con el punto de rotación que proporciona el fijador externo. Con este trabajo, los autores describen una simple técnica con la cual evitaremos ese perjudicial efecto que puede alterar la alineación mecánica del miembro. Al no apretar los tornillos de la mordaza distal del aparato de fijación externa, se permite un pequeño deslizamiento sobre los mismos que evita el desplazamiento ad latum de la epífisis hasta

la corrección de la deformidad, momento en el cual apretamos el cabezal. Este trabajo simplifica el uso de estos fijadores al permitir pequeños errores en la colocación de la bisagra.

## Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés relacionado directa o indirectamente con el contenido del artículo”.

## Bibliografía

1. Aldegheri R, Trivella G, Lavini F. Epiphyseal distraction. Hemichondrodiatasis. Clin Orthop Relat Res. 1989; 241:128-36.
2. De Bastiani G, Aldegheri R, Renzi-Brivio L, Trivella G. Limb lengthening by callus distraction (callotaxis). J Pediatr Orthop 1987; 7:129-34

3. De Pablos J. Deformidades angulares de las EE II en la edad infantil y adolescencia 2ª Edición. Ed Global Help, 2010.

4. De Pablos J. Corrección de las deformidades angulares de la rodilla con fijación externa monolateral. En La Rodilla Infantil, Ed Ergon, Majadahonda -Madrid , pp:437-449.

5. Paley D. Osteotomía de corrección en la región de la rodilla . En La Rodilla Infantil, Ed Ergon , Majadahonda -Madrid , pp:401-435.

6. Fontao L, González Herranz P. Deformidad en varo del tobillo del niño: corrección mediante fijación externa. Rev Esp Cir Ortop Traumatol 2011; 55:181-6.



**S.A.T.O.**

**Revista de la Sociedad Andaluza de Traumatología y Ortopedia**

[www.portalsato.es](http://www.portalsato.es)