



ORIGINAL

Estudio de la concordancia de un sistema de planificación preoperatoria digital en artroplastia total de cadera

X. Gallart^{a,*}, J.J. Daccach^a, J.Á. Fernández-Valencia^a, S. García^a, G. Bori^a, J. Rios^b y J. Riba^a

^a Unidad de Cadera, Servicio de CO y T, Institut Clínic d'Espesialitats Mèdico-Quirúrgiques (ICEMEQ), Hospital Clínic, Universitat de Barcelona, Barcelona, España

^b Biostatistics and Data Management Platform, Institut d'Investigacions Biomèdiques August Pi i Sunyer (IDIBAPS), Hospital Clínic, Barcelona, España

Recibido el 8 de marzo de 2012; aceptado el 2 de agosto de 2012

Disponible en Internet el 11 de septiembre de 2012

PALABRAS CLAVE

Planificación preoperatoria;
Prótesis total de cadera;
Software;
Concordancia

Resumen

Objetivo: Comprobar el grado de concordancia de un sistema informático de planificación preoperatoria, en comparación con el resultado final en la radiografía postoperatoria.

Material y método: Se analizaron 55 implantes de prótesis total de cadera. Se utilizó un programa informático de planificación comercializado NETEOUS® (Socinser®, Gijón, España). La valoración de la concordancia se realizó calculando el índice Kappa para el tipo de vástago o el índice de concordancia de Lin para el resto de medidas: talla de vástago y cotilo; cuello protésico; y distancia desde el centro de rotación a trocánter menor. También se describieron los porcentajes de aciertos.

Resultados: Tamaño de vástago: el acierto exacto o con error de solo una talla fue del 61,6%; cuantitativamente fue un Lin de 0,64 (sustancial). *Offset* horizontal: se obtuvo una concordancia satisfactoria (índice de Kappa de 0,75). En 6 casos (10,90%) se cambió a lateralizado durante la cirugía, para obtener mayor estabilidad articular. Tamaño del cotilo: la concordancia obtenida fue de 0,67 (sustancial) con un grado de aciertos del 43,6%. Longitud del cuello protésico: los aciertos exactos o con error de solo una talla se hallaron en un 50,9%, nivel de concordancia moderada. Distancia del centro de rotación a trocánter menor: se apreció una concordancia casi perfecta con un Lin de 0,95. El porcentaje de aciertos exactos o con discrepancia inferior a 5 mm fue del 74,5%.

Discusión y conclusión: En nuestras manos el sistema informático de planificación preoperatoria analizado ha proporcionado índices de concordancia aceptables al compararlo con el resultado postoperatorio. No obstante, hacen falta trabajos que sean verificados por observadores independientes.

© 2012 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: xgallart@clinic.ub.es (X. Gallart).

KEYWORDS

Preoperative templating;
Total hip arthroplasty;
Software;
Agreement

Study of the consistency of a system for preoperative planning digital in total arthroplasty of the hip

Abstract

Objective: Check the agreement of a preoperative digital templating, compared with the final result in the postoperative radiograph.

Material and method: The study was carried out on a 55 total hip prosthesis. A templating-software Neteous® (Socincer®, Gijón, Spain) was used. Agreement was measured using the Kappa Index for the stem offset or Lin Index for others variables: stem size, cup size, femoral neck length, and the distance from the center of rotation of the femoral head to the lesser trochanter. The percentage of accurate hits was also described.

Results: Stem size: The exact success or error of only one size was of 61.6%. Quantitatively the Lin Index was 0.64 (substantial). Horizontal offset: satisfactory agreement was obtained (Kappa index of 0.75). In 6 cases (10.90%) was changed to lateralized during surgery, for more joint stability. Size of the cup: the agreement obtained was 0.67 (substantial) with a hit grade of 43.6%. Prosthetic neck length: the exact hit or error of only one size were found in 50.9%, moderate level of agreement. Distance from the center of rotation to the lesser trochanter: was observed for almost perfect agreement with Lin Index of 0.95. The exact percentage of hits or gap error less than 5 mm was 74.5%.

Discussion and conclusion: In ours hands, the preoperative templating software analyzed, has provided acceptable agreement rates, when compared with the postoperative result. But it takes more works verified by independent observers.

© 2012 SECOT. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

La planificación preoperatoria es una acción que debe llevarse a cabo de manera rutinaria dentro del proceso de la artroplastia total de cadera. Identifica factores biomecánicos, anatómicos y de técnica quirúrgica que son de gran utilidad durante la cirugía para, así, incrementar la funcionalidad y longevidad de la artroplastia. El éxito de una artroplastia de cadera depende primordialmente del adecuado posicionamiento de los componentes para lograr optimizar los resultados de la cirugía¹.

La planificación preoperatoria además, permite seleccionar adecuadamente el tamaño de los componentes, disminuye el riesgo de fracturas periprotésicas intraoperatorias, ayuda a restaurar el *offset* global de la cadera (femoral y acetabular), permite disminuir la probabilidad de discrepancia de longitud en los miembros inferiores y de la luxación protésica. También facilita que el cirujano disponga de los componentes a utilizar, minimizando los costes del inventario².

Hoy en día, el sistema de planificación preoperatoria sobre radiografía convencional, utilizando las plantillas de acetato provistas por las casas comerciales, ha entrado en desuso. La gran mayoría de estas plantillas tienen una magnificación de un 15-20%, lo cual se asume como «normal» en las radiografías convencionales, llevando así a un margen de error significativo³. La incapacidad de determinar de manera precisa la magnificación en una radiografía, es quizás el gran problema en la planificación preoperatoria ya que, plantillas convencionales con magnificaciones pre-establecidas, no permiten modificaciones o compensaciones⁴. Conn et al.⁵ determinaron que la planificación preoperatoria clásica concuerda con la selección de los componentes únicamente en un 69%.

En la planificación preoperatoria digital, las medidas de magnificación tanto de las plantillas como de las radiografías digitales, pueden ser unificadas. Esto nos ha hecho plantear a manera de hipótesis, que al utilizar una planificación digital protocolizada sobre radiografías digitales, obtendríamos una concordancia final más elevada. Esta combinación tiene el potencial de eliminar errores asociados a la manipulación manual de plantillas y radiografías⁶.

El objetivo de este trabajo es comprobar de forma retrospectiva, el grado de concordancia de un sistema de planificación preoperatoria digital, que valora el tamaño de los componentes, el *offset* horizontal y vertical de una artroplastia total de cadera.

Material y método

Se realizó un estudio retrospectivo de pacientes operados de artroplastia total de cadera no cementada, durante los años 2005 hasta 2011. En ellos se efectuó la planificación preoperatoria con el *software* NETEOUS® (Socinser®, Gijón, España). El diagnóstico principal que motivó la implantación de una prótesis total fue la coxartrosis de cadera. No se incluyeron pacientes con secuelas de necrosis de cabeza de fémur, artritis reumatoide, fracturas ni secuelas de proceso infeccioso o neoplásico, con el fin de obtener un grupo homogéneo con relación a la morfología de la cadera.

Todos los pacientes fueron operados por un único cirujano sénior de la Unidad de Cadera de nuestro hospital. La intervención se realizó mediante acceso lateral modificado por Hardinge⁷. Todas las prótesis fueron no cementadas del modelo PROSIC® (Socinser®, Gijón, España).

Se realizó la planificación de manera secuencial y protocolizada según técnica desarrollada por uno de los

cirujanos de nuestra Unidad, tras su inclusión en el programa NETEOUS® (Socinser®, Gijón, España) y que se detalla a continuación.

Primer paso

Todas las radiografías se realizaron en proyección antero-posterior de pelvis, con centrado en la sínfisis pubiana y en rotación interna de ambas caderas. El sistema informático general del hospital guarda todas las imágenes, en formato estándar DICOM (*Digital Imaging and Communication in Medicine*), en un sistema de almacenaje denominado PACS (*Picture Archiving and Communication System*).

La radiografía preoperatoria del paciente es capturada del fichero PACS e incorporada al *software* de planificación y se determina el grado de magnificación o calibración de la misma. Esto se realiza incorporando un marcador externo, de dimensión conocida y situado cerca de la sínfisis pubiana entre los muslos del paciente, en el momento de hacer la radiografía. Nosotros utilizamos el marcador denominado «hip scaler» (www.hipscaler.com)⁸. Esto permite escalar el tamaño de la radiografía adaptándolo, a su vez, al de las plantillas digitales de los componentes protésicos.

Segundo paso

Se ubica el centro de rotación de la cadera sana utilizando un círculo modificable según el tamaño de la cabeza femoral. Si lleva cabeza protésica también se puede hacer lo mismo. Para cabezas muy deformadas, se puede utilizar el acetábulo como referencia.

Tercer paso

Se dibuja una línea sobre el centro del canal medular femoral del fémur sano (eje anatómico femoral), ajustando su extremo superior a la punta del trocánter mayor. Esto nos dará información sobre la altura a la que se encuentra el centro de rotación de la cadera sana (centro del círculo dibujado en el paso anterior) con relación a la punta del trocánter mayor.

Cuarto paso

Se mide el *offset* femoral horizontal (distancia desde centro de rotación de la cadera hasta eje anatómico femoral) de la cadera sana. A continuación el programa solicita que se coloque un eje de simetría en el centro de la pelvis, con el fin de extrapolar (de forma automática) las mediciones realizadas en la cadera sana hacia la cadera enferma. Este paso precisa de un ajuste manual final por parte del usuario con el fin de que las referencias se sitúen exactamente sobre la punta del trocánter mayor y en el centro del canal medular femoral de la cadera enferma (fig. 1).

Quinto paso

De la base de datos de plantillas que el *software* incorpora, se selecciona el vástago deseado y se coloca sobre el eje anatómico diafisario. El cuello medio (cuello 0) ha de coincidir



Figura 1 Una vez calibrada la magnificación de la radiografía, se extrapolan los datos de la cadera sana a la cadera a operar. Medición del *offset* femoral horizontal (distancia desde centro de rotación de la cadera hasta eje anatómico femoral) de la cadera sana (cadera derecha en la figura). Extrapolación hacia la cadera enferma (cadera izquierda en la figura). Este paso precisa de un ajuste manual final por parte del usuario con el fin de que las referencias se sitúen exactamente sobre la punta del trocánter mayor y en el centro del canal medular femoral de la cadera enferma.

con el centro de rotación, ajustando talla, *offset* horizontal y altura con relación a la punta del trocánter mayor (fig. 2).

Sexto paso

Se traza la línea bilacimal (sobre la base de las 2 imágenes en lágrima de Köhler) con el fin de orientar el eje pélvico transversal y tener un patrón de referencia para comparar la longitud de los miembros inferiores. Si no se identifican dichas imágenes en lágrima, se pueden utilizar las tuberosidades isquiáticas o los agujeros obturadores aunque, en estos casos, la medición podría resultar menos exacta, en función de la calidad de la proyección radiográfica. Este eje transversal sirve para calcular el ángulo deseado de inclinación (o abducción) del componente cotiloideo, colocando la plantilla del implante en una adecuada posición con respecto a la pelvis y al trasfondo acetabular (fig. 3). Al mismo tiempo, también se determina la talla del cotilo.

Séptimo paso

Se mide la distancia desde el centro de rotación a la parte superior del trocánter menor, en la cadera sana (fig. 4). Esta medida de longitud deberá respetarse de forma exacta en la cadera a operar para así, evitar disimetría⁹.

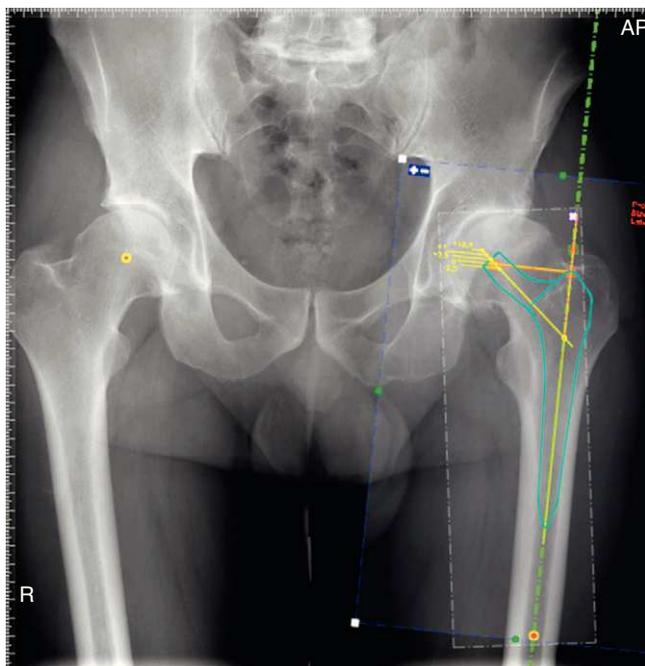


Figura 2 Vástago óptimo para este paciente según planificación. Obsérvese que se ha ajustado la talla, el *offset* horizontal y la altura con relación al trocánter mayor para el cuello medio (cuello 0).



Figura 4 Medición de la distancia del centro de rotación al borde superior del trocánter menor en la cadera sana (en este caso 41 mm). Esta medida de longitud deberá respetarse, de forma exacta, en la cadera a operar para, así, evitar dismetría.

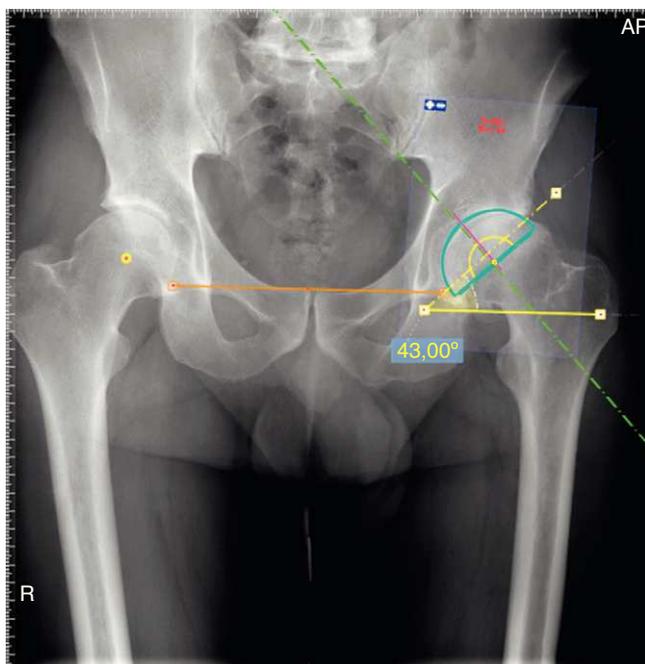


Figura 3 Planificación del componente cotiloideo (ajuste de talla y ángulo de inclinación). El eje transversal sirve para calcular el ángulo deseado de inclinación (o abducción) del componente, colocando la plantilla del implante en una adecuada posición con respecto a la pelvis y al trasfondo acetabular.

Octavo paso

El *software* permite recortar el conjunto fémur-vástago planificado y posicionarlo por simple deslizamiento, de tal manera que la distancia centro de rotación-trocánter menor coincida con la medida de la cadera sana. En función de cada caso, se debe modificar la talla del cuello protésico si se requiere aumentar o disminuir la longitud de la extremidad.

Noveno paso

Se añade un texto a la planificación donde se anota el tipo de vástago, su tamaño, el *offset* a utilizar (estándar o lateralizado), el tipo y tamaño del cotilo, el tamaño del cuello, la lateralidad de la cirugía y, opcionalmente, el nombre del paciente (fig. 5). Con este paso la planificación se da por finalizada.

Tras la cirugía, para la realización del estudio del grado de concordancia, se realizó una radiografía anteroposterior de pelvis de la misma forma que la preoperatoria. En ella, utilizando el mismo *software* de planificación, se valoraron las siguientes variables: 1) tamaño de los componentes, tanto para el cotilo como para el vástago; 2) el *offset* horizontal (cuello estándar o lateralizado); 3) la longitud del cuello *per se*; y 4) el valor de la distancia del centro de rotación de la cadera a la parte proximal del trocánter menor. Para esta última medición, se acepta un margen de error ≤ 5 mm debido a que en nuestra opinión, pequeños cambios en la incidencia del rayo sobre la pelvis en el momento de realizar las radiografías (pre y postoperatoria) pueden ocasionar variaciones no reales de la distancia medida.

Para el tratamiento estadístico de los resultados, los análisis fueron realizados con SPSS® v18 para Windows (SPSS®

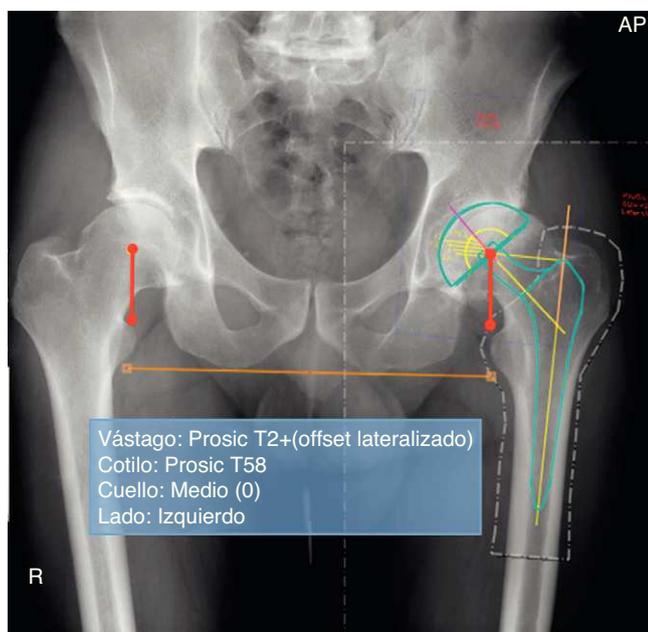


Figura 5 Planificación final con recuadro del texto informativo. Obsérvese como, el cuello medio, es la mejor opción para que se reproduzca la distancia centro de rotación-trocánter menor y, así, evitar la disimetría.

Inc., Chicago, IL, EE. UU.) y el nivel de confianza se determinó en un 95% para los intervalos de confianza (IC).

Los resultados se presentan como media \pm desviación estándar (DE) o frecuencias absolutas y porcentaje para datos cuantitativos o cualitativos respectivamente. La valoración de la concordancia entre ambas valoraciones de *offset* se realizó mediante el índice de concordancia Kappa⁹ al tratarse de una valoración dicotómica. La valoración principal de concordancia entre el resto de las determinaciones cuantitativas se ha realizado mediante el índice de concordancia de Lin^{10,11} y su correspondiente IC 95%, con el objetivo de cuantificar el grado de concordancia y magnitud de la precisión entre ambos valores. El índice de concordancia de Lin mide el grado de concordancia y la precisión con la que ambos valores difieren de una recta de regresión que expresaría la concordancia perfecta, esta es la que pasa por las coordenadas (0,0) y tiene como pendiente 45°, que implica una pendiente igual a uno. Valores próximos a uno de este índice implican una concordancia y precisión casi perfecta, valores cercanos a 0 implican falta de concordancia y/o imprecisión.

La interpretación del nivel de concordancia se realizó conforme a la siguiente gradación: 0: pobre; 0-0,2: leve; 0,21-0,40: razonable; 0,41-0,60: moderado; 0,61-0,80: sustancial; y 0,81-1,00: casi perfecto.

Resultados

Se obtuvieron datos de un total de 55 pacientes operados de prótesis total de cadera durante el periodo de estudio. La distribución por género fue de 22 mujeres (40%) y 33 varones (60%). La edad media en el momento de la intervención fue de 63 años (rango: 26-84) y presentaban un índice de masa corporal medio de 28 kg/m² (rango: 18,99-41,40).

Tabla 1 Valoración de la concordancia

| Parámetro | Índice de concordancia | IC 95% | Valoración |
|------------|------------------------|--------------|---------------|
| Cotilo | 0,67 | (0,50; 0,79) | Sustancial |
| Vástago | 0,64 | (0,46; 0,76) | Sustancial |
| Cuello | 0,59 | (0,39; 0,74) | Moderada |
| CRT | 0,95 | (0,93; 0,97) | Casi perfecta |
| Offset (*) | 0,75 | 0,088 | Sustancial |

Resultados presentados como índice de concordancia de Lin¹⁰ con su intervalo de confianza al 95% excepto (*) que se trata de una variable dicotómica y se valora mediante el índice de concordancia Kappa⁹ con su error estándar.

CRT: distancia desde el centro de rotación al trocánter menor.

Los niveles de concordancia alcanzados entre la planificación preoperatoria y la valoración radiográfica tras la implantación quirúrgica de las prótesis se muestran en su conjunto en la [tabla 1](#). De forma más detallada, a continuación, analizamos cada una de las variables estudiadas.

Tamaño de vástago

Se obtuvo un índice de concordancia de Lin de 0,64 (IC 95%: 0,46-0,76) lo cual, nos da un nivel de concordancia sustancial. El acierto del número de tamaño exacto fue del 49,09% (27 casos) pero, a pesar de esto, otro 16,36% (9 casos) presentó una medida de un tamaño por encima o por debajo del planificado. Se observó una tendencia a la colocación de vástagos de talla más grande que la prevista, con un promedio de 0,9. La desviación estándar fue de 3,27 que es la medida de margen dentro del cual se distancian la mayoría de los vástagos.

Tipo de vástago con relación al *offset* horizontal

En cuanto al *offset* horizontal, al ser una variable dicotómica (*offset* estándar o lateralizado), se obtuvo un valor del índice de Kappa de 0,75 (error estándar: 0,088). En 31 casos (56,36%) se planificaron vástagos lateralizados (*high offset*) y se colocaron como tal. En otros 17 casos (30,90%) se planificó y acertó el uso de vástagos estándar. En 6 casos (10,90%) se cambió a lateralizado durante la cirugía, al considerar que proporcionaba mayor estabilidad articular. En un caso el cambio fue de *offset* lateralizado a *offset* estándar al observarse, durante la cirugía, un exceso de tensión en partes blandas. Así pues, el índice de concordancia con relación al tipo de *offset* fue satisfactorio.

Tamaño del cotilo

En cuanto al tamaño del cotilo el índice de concordancia de Lin fue de 0,67 (IC 95%: 0,50-0,79) que, según la tabla de gradación es una concordancia sustancial. El 43,63% de las medidas (24 casos) acertaron y el 25,45% (14 casos) tuvo una planificación de talla por encima o por debajo de lo implantado.

Longitud del cuello protésico

Para la longitud del cuello utilizado, el índice de concordancia de Lin¹⁰ fue de 0,59 (IC 95%: 0,39-0,74) que indica una concordancia moderada. Los aciertos exactos se hallaron en un 52,72% (29 casos). Los casos en los que el tamaño del cuello implantado tuvo una variación de, como mínimo, una talla por encima o por debajo de lo planificado, fueron 28 (50,90%). En los otros 3 casos, la variación fue igual o superior a 2 tallas.

Distancia del centro de rotación a trocánter menor

Finalmente, se valoró el índice de concordancia de Lin para la distancia desde el centro de rotación de la cadera protésica al borde superior del trocánter menor que es la medida que determina la diferencia de longitud entre ambos fémures. Obtuvimos un índice de 0,95 (IC 95%: 0,93-0,97), una concordancia casi perfecta. Se apreció un porcentaje de aciertos del 76,36% entre lo planificado y el resultado postoperatorio (42 casos). En esta medición se aceptan como válidas variaciones iguales o menores que 5 mm.

Discusión

Se pueden encontrar comercializados diferentes programas informáticos de planificación digital en prótesis total de cadera. El programa que se ha utilizado en este estudio NETEOUS® (Socincer®, Gijón, España) y la técnica que hemos desarrollado, proporcionan al cirujano una previsión organizada del inventario protésico que va a necesitar durante la cirugía, además, de los parámetros biomecánicos y anatómicos especiales de cada caso. Estas mediciones realizadas en el preámbulo de la cirugía misma suponen un paso crítico para el éxito de la artroplastia.

Existen autores^{6,13,14} que demuestran que la planificación preoperatoria clásica, sobre radiografías convencionales y mediante plantillas de acetato, es más acertada en cuanto a tallas de los componentes y más rápida en su ejecución, comparándose con sistemas de planificación digital. Pero no saben explicar cuál es el motivo de este hallazgo. No obstante, la tendencia en estos últimos años y en la mayoría de hospitales del mundo, por motivos económicos, es realizar la planificación con herramientas y radiografías digitales¹².

Sabemos que la magnificación de la imagen en radiología simple de pelvis, es una constante y depende de la distancia (siempre variable) entre el esqueleto del paciente y la placa radiográfica. Por dicho motivo, sea cual sea el sistema de planificación que empleemos, es necesario introducir en la placa un objeto radio-opaco de medida conocida (calibrador) en el momento de la toma de la imagen. En nuestro estudio se ha utilizado el calibrador «hip scaler» cuya validez ya fue demostrada por Wimsey et al.⁸. Estos autores, no obstante, colocaban el dispositivo junto al trocánter mayor. Nosotros lo hemos colocado entre los muslos del paciente, a nivel proximal para conseguir que el calibrador se sostenga, imitando el sistema preconizado por Crooijmans et al.⁴, quienes lo colocan a nivel púbico. Los niveles de prevalencia de aciertos en el trabajo de Crooijmans y en el nuestro son muy parecidos, lo cual confirma la fiabilidad del método propuesto.

Para usar cualquier herramienta de planificación dentro de un acto quirúrgico, su principal característica debe de ser la fiabilidad. Para analizar la precisión entre lo previsto y lo realizado, hemos usado el índice de concordancia (para variables cuantitativas) de Lin¹⁰, excepto en el caso de la valoración del *offset* en que, al ser variable dicotómica, se realizó mediante el índice de concordancia Kappa⁹. En términos generales, valores próximos a uno de estos índices implican una concordancia y precisión casi perfecta, valores cercanos a 0 implican falta de concordancia y/o imprecisión.

Los valores obtenidos fueron de: 0,64 para el acierto en el tamaño del vástago; 0,67 para el del tamaño del cotilo; 0,59 para la longitud de cuello utilizado; 0,95 para la distancia del centro de rotación al trocánter menor (*offset* vertical); y 0,75 para el *offset* horizontal. Al mirar estos resultados los índices de concordancia no aparentan ser favorables, exceptuando el *offset* vertical. Pero analizándolos con detenimiento, el 65,45% acertó o presentó un error menor a 2 tamaños, para el componente femoral. Lo mismo ocurre para el tamaño del cotilo, en donde el 69,08% estuvo acertado o varió en una talla por encima o por debajo de lo esperado. En nuestra opinión, el hecho de variar una talla durante la cirugía, el tamaño de los componentes planificados no tiene gran repercusión en el resultado final y, en cada caso, dependerá de la calidad del hueso y del estado del utillaje empleado en la preparación del mismo. Iorio et al.⁶, encontraron que la planificación analógica (clásica) del fémur estuvo acertada (utilizando un tamaño de más) en un 77% y en un 74% si se realizó la planificación de forma digital, también con un tamaño de más. En cuanto al cotilo se encontró que acertaron en un 78% de manera analógica y un 60% de manera digital, ambas con la salvedad de permitir un tamaño de más o de menos.

González Della Valle et al.¹⁴ encontraron que el tamaño exacto del vástago concordó en un 69% de los casos cuando se planificaba analógicamente y en un 98% cuando se asumía el margen de error de una talla, ya sea mayor o menor. La planificación digital encontró un acierto del 58% y un acierto del 94% permitiendo un tamaño mayor o menor.

En cuanto al cotilo, este mismo autor, encontró que el componente exacto fue medido en un 51% de manera analógica y en un 25% de manera digital. Si se diera la permisibilidad de un tamaño mayor o menor a estos valores, los aciertos ascendían al 97 y 81% respectivamente. Nuestros resultados muestran también cuando aplicamos la permisibilidad de una talla mayor o menor, este incremento en la concordancia del método que presentamos. Otros autores también aceptan como muy útil un sistema de planificación digital que acierte con el resultado final, con error de una talla por encima o por debajo¹⁵.

Lo que sí tiene una incidencia real en el comportamiento biomecánico de la cadera es el grado de lateralización o medialización que se le da al centro de rotación de la cadera y la longitud final de la extremidad, en comparación con la del lado sano. En nuestro estudio, el tipo de vástago con relación al grado de lateralización del eje femoral (*offset* horizontal) tuvo un gran porcentaje de aciertos; todos los casos excepto 7. En 6 de ellos, el cirujano optó por ampliar la lateralidad planificada del vástago, en aras de mejorar la estabilidad de la cadera. En otro caso se optó por reducirla para mejorar el balance tensional de las partes

blandas periprotésicas. Esta situación fue debida a una excesiva medialización del componente acetabular (aumento del *offset* acetabular). La concordancia en el *offset* del vástago femoral ha sido satisfactoria.

La distancia entre el centro de rotación y la parte superior del trocánter menor, para González Della Valle et al.¹⁴, mostró una diferencia de 2 mm (en la planificación manual) en un 66% de los casos y una diferencia de 5 mm en un 14% de los casos. Estos resultados no fueron estadísticamente significativos. Nuestra serie da un nivel de concordancia menor (76,36%). Nos parece que esta distancia está sujeta a un cierto margen de error, debido a la posibilidad de que las radiografías comparadas (preoperatoria y postoperatoria), pueden tener distintas incidencias del rayo sobre la pelvis del paciente.

Como limitaciones a nuestro estudio podemos decir que durante la intervención quirúrgica se asumen los riesgos de infradimensionar o sobredimensionar los componentes protésicos en función de la calidad ósea percibida por el cirujano, y no se realiza ningún esfuerzo para cumplir con lo planificado. La decisión final sobre el tallaje de los componentes protésicos se lleva a cabo intraoperatoriamente, a criterio del cirujano en ese momento. Se asume también que esta elección es la mejor opción. Además, solo hacemos la planificación sobre una sola proyección radiográfica de pelvis (anteroposterior) y no se tienen en cuenta las proyecciones axiales o laterales. Otra limitación es que el cirujano o la institución donde realiza su actividad asistencial, están obligados a la adquisición comercial de un *software* de planificación y a asumir su coste económico.

Los resultados en la literatura siguen exponiendo mayor certeza y mayor predictibilidad en métodos analógicos de planificación, pero la tendencia mundial es a llevar a cabo planificación digital por cuestiones de coste-beneficio y seguramente coste-efectividad, lo cual aún no se ha comprobado. Lo que sí se sabe, es que planificar una artroplastia de cadera de manera digital, no supone riesgo para el paciente⁶ ya que, al final, lo único que prevalece es el criterio del cirujano en el momento de la intervención, quedando lo planificado como estimación orientativa de ayuda.

En general se acepta que la planificación preoperatoria en artroplastia total de cadera es absolutamente necesaria, aportando información relevante para que el implante tenga éxito. Dado que la magnificación de la imagen radiográfica es muy variable de un paciente a otro, el uso de un dispositivo calibrador es incuestionable.

A modo de conclusión podemos decir que el método de planificación preoperatoria propuesto, utilizando el *software* NETEOUS® (Socinser®, Gijón, España) ha proporcionado índices de concordancia aceptables (sustanciales), en relación con el resultado radiográfico postoperatorio. No obstante, hacen falta trabajos que se evalúen por observadores independientes.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Bono JV. Digital templating in total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg (Am)*. 2004;86 Suppl. 2:S118-22.
2. Kosashvili Y, Backstein D, Ziv YB, Safir O, Blumenfeld A, Mirovsky Y. Digital versus conventional templating techniques in preoperative planning for total hip arthroplasty. *Can J Surg*. 2009;52:6-11.
3. White SP, Bainbridge J, Smith EJ. Assessment of magnification of digital pelvic radiographs in total hip arthroplasty using templating software. *Ann R Coll Surg Engl*. 2008;90:592-6.
4. Crooijmans HJ, Laumen AM, van Pul C, van Mourik JB. A new digital preoperative planning method for total hip arthroplasties. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467:909-16.
5. Conn KS, Clarke MT, Hallett JP. A simple guide to determine the magnification of radiographs and to improve the agreement of preoperative templating. *J Bone Joint Surg (Br)*. 2002;84:269-72.
6. Iorio R, Siegel J, Specht LM, Tilzey JF, Hartman A, Healy WL. A comparison of acetate vs digital templating for preoperative planning on total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2009;24:175-9.
7. Hardinge K. The direct lateral approach to the hip. *J Bone Joint Surg (Br)*. 1982;64:17-8.
8. Wimsey S, Pickard R, Shaw G. Accurate scaling of digital radiographs of the pelvis. A prospective trial of two methods. *J Bone Joint Surg (Br)*. 2006;88:1508-12.
9. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 1977;33:159-74.
10. Lin LI. A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. *Biometrics*. 1989;45:255-68.
11. Lin LI. A note on the concordance correlation coefficient. *Biometrics*. 2000;56:324-5.
12. Patel SR, Toms AP, Rehman JM, Wimhurst J. A reliability study of measurement tools available on standard picture archiving and communication system workstations for the evaluation of hip radiographs following arthroplasty. *J Bone Joint Surg (Am)*. 2011;93:1712-9.
13. Berstock JR, Webb JC, Spencer RF. A comparison of digital and manual templating using PACS images. *Ann R Coll Surg Engl*. 2010;92:73-4.
14. González Della Valle A, Comba F, Taveras N, Salvati EA. The utility and precision of analogue and digital preoperative planning for total hip arthroplasty. *Int Orthop*. 2008;32:289-94.
15. Ranco-Ferrando N, Malik A, González-Della Valle A, Salvati EA. La planificación preoperatoria del reemplazo protésico en las fracturas de cadera del anciano. *Rev Ortop Traumatol*. 2010;54:136-45.