

Artroplastia total de rodilla con asistencia de navegación. Nuestra experiencia

FEDERICO G. MANFRIN* y RODRIGO MAESTU**

*CETO

** CETEA

RESUMEN

Introducción: A fines de la década de 1980 y principios de 1990 surgieron diferentes propuestas para asistir, mediante una computadora provista de un programa especial, a los cirujanos en la realización de las artroplastias totales de rodilla, utilizando imágenes topográficas obtenidas previamente. Al finalizar los años noventa se presentó el primer programa libre de imágenes previas (*image free*), cuya técnica de utilización y resultados se detallan en este trabajo.

Materiales y métodos: Entre diciembre de 2003 y enero de 2006 realizamos 40 artroplastias totales de rodilla en 38 pacientes utilizando el mismo implante (*Search Evolution*®, B-Braun/Aesculap), con asistencia de navegación para su implantación (*OrthoPilot*® software TK 4.0).

Se describe la técnica utilizada y los fundamentos conceptuales del programa de computación.

Resultados: Se presentan los resultados obtenidos tanto desde el punto de vista clínico como radiológico, utilizando los puntajes del HSS y de la *Knee Society* respectivamente, con un seguimiento mínimo de 18 meses y resultados entre excelentes y buenos con relación a los parámetros evaluados en el primero, y con valores predictivos de gran durabilidad en los evaluados en el segundo. No encontramos aflojamientos mecánicos tempranos y debimos realizar un rescate debido a una infección aguda.

Conclusiones: En la cirugía de RTR la asistencia de navegación aporta certeza y seguridad en los cortes. Contribuye a mejorar la orientación del implante y permite el control intraoperatorio. Además, facilita la reali-

zación del balance ligamentario, lo que reduce los errores de orientación y estabilidad y, con ello, la posibilidad cierta de aflojamientos mecánicos tempranos.

PALABRAS CLAVE: Artroplastia total de rodilla. Asistencia de navegación. Eje mecánico. Eje anatómico.

OUR EXPERIENCE IN TOTAL KNEE ARTHROPLASTY WITH NAVIGATION ASSISTANCE

ABSTRACT

Background: At the end of the eighties and the early nineties, various proposals arose in order to assist surgeons in performing Total Knee Arthroplasties (TKA) of different degrees of complexity, using an appropriate computer software. At the end of the nineties, the first image-free navigation system was presented.

We describe here the proper technique and the overall results obtained.

Methods: From December 2003 to January 2006, we performed 40 total knee arthroplasties in 38 patients using a computer-assisted navigation system (*Orthopilot/Software TK 4.0*) and the same prosthesis implant (*Search Evolution, B-Braun/ Aesculap*).

We describe the technique used and the conceptual foundations of the computer software.

Results: We present the clinical and radiographic results using the HSS and *Knee Society* scores respectively, at a minimum 18 month follow-up. According to the parameters evaluated by HSS, the results are between excellent and good, while *Knee Society* scores predict great durability.

We have found no early mechanical loosening in our navigated series, although a removal had to be performed due to an acute infection.

Conclusions: We conclude that the TKA surgery with computer-assisted navigation provides accuracy and

Recibido el 12-4-2008. Aceptado luego de la evaluación 7-7-2009.

Correspondencia:

Dr. FEDERICO G. MANFRIN
ceto@fibertel.com.ar

safety to surgical cuts. The use of the navigated technique significantly improves the implant alignment and allows doctors to control it intraoperatively. It also enables the surgeon to perform the ligament balancing which reduces technical errors of alignment and stability along with the certain chance of early mechanical loosening.

KEY WORDS: Total knee arthroplasty. Navigation assistance. Mechanical axis. Anatomical axis.

No cabe duda de que la última década fue clave en cuanto a los progresos con relación a la cirugía de la artroplastia total de rodilla. Los avances en los diseños protésicos, la depuración de la técnica quirúrgica, los conceptos sobre los materiales, etc., hicieron que en los grandes centros el número de RTR sea igual o, incluso, superior al de las RTC. En los Estados Unidos se realizaron, en 2006, cerca de 400.000 artroplastias totales de rodilla, coincidiendo con un número similar de cirugías de reemplazo articular de cadera.

Los informes indican un alto porcentaje de excelentes y buenos resultados en períodos iguales o mayores de 10 años.¹² No obstante, numerosas publicaciones refieren una proporción importante de complicaciones graves (5% a 8%) y uno aún mayor de leves (20% a 40%).⁴ Entre las graves, el aflojamiento mecánico atribuible a defectos de orientación es el más frecuente.²

Teniendo en cuenta estas variables, varios grupos intentaron reducir las fallas en la colocación del implante mediante el empleo de programas informáticos que asisten al cirujano, tanto en la orientación, como en el control intraoperatorio de los diferentes pasos.

A mediados de 1980 surgieron los primeros informes sobre programas que intentaron, con mayor o menor éxito, cumplir este propósito. En 1986, Kaiura presentó su tesis en la Universidad de Washington en la cual describió un software para tal cometido que requería imágenes de tomografía computarizada (TC) previas. En 1990, Kienzle y Stulberg describieron la importancia del centro de rotación de la cabeza femoral para la correcta determinación de los ejes mecánico y anatómico. Matsen, en 1993, reforzó este concepto, pero aún requería imágenes previas para poder cargar los datos en el sistema.¹³ Es en Grenoble, Francia, en 1997, donde se presentó el primer software libre de imágenes previas (*image free*), de la mano de Saragaglia y Picard. Este es el primer programa "activo", ya que todos los datos referentes al paciente se cargan intraoperatoriamente.^{15,16} Los datos se obtienen en forma cinemática y siguiendo un algoritmo requerido por el programa.²⁰

Básicamente el navegador está compuesto por dos partes: el hardware, que comprende todos los elementos físicos del sistema: computadora con sistema operativo Windows (CPU, teclado, monitor, etc.); transmisores

LEDS (infrarrojos), conectados con el sistema mediante cables o en forma inalámbrica, que se fijan al paciente mediante cuerpos rígidos con tornillos; cámara infrarroja, que recibe la información de los mencionados emisores; y un pedal, que maneja el cirujano y hace las veces de teclado, permitiéndole avanzar o retroceder en el programa según lo requiera. El software es un programa que integra imágenes y algoritmos matemáticos con herramientas y técnicas quirúrgicas.²⁰

Materiales y métodos

Esta presentación se basa en nuestra experiencia, desde diciembre de 2003 hasta enero de 2006, en la realización de artroplastias totales de rodilla utilizando el mismo implante (*Search Evolution®*, *B-Braun/Aesculap*), con la asistencia de un navegador provisto por la casa fabricante (*OrthoPilot®*, con software TK 4.0).

En el período mencionado realizamos 40 reemplazos articulares en 38 pacientes mediante la técnica referida. En la actualidad hemos superado el centenar de casos. El motivo de esta presentación son nuestros primeros 40, ya que tienen un seguimiento mínimo de 18 meses.

Fueron tratados 22 mujeres y 16 varones, con una edad promedio de 67,15 años (58 a 77 años).

Técnica quirúrgica

Mediante la utilización de tornillos bicorticales de 4,5 mm y de largo según medida, se colocan los cuerpos rígidos con los emisores LEDS en el fémur distal y la tibia proximal, teniendo en cuenta que no interfieran en el instrumental de corte, y con la orientación requerida hacia la cámara infrarroja. Hay que fijarlos en forma bicortical y nunca modificar su orientación en el transcurso de la intervención, ya que ello produciría errores de interpretación en el programa.

Un emisor móvil (*Pointer*), manejado por el cirujano, marca los puntos anatómicos requeridos.

En la pantalla del monitor aparece la información solicitada siguiendo el algoritmo predeterminado en el programa. Así, se marca el punto intercondíleo primero (coincidiendo con el que suele utilizarse para ubicar la guía endomedular femoral) y se continúa con la carga de los datos cinemáticos, que le permiten al programa determinar el eje mecánico. La rotación de cadera, que determina el centro de rotación de la articulación, única información que es enviada por un solo emisor LED, razón por la cual no puede modificarse la ubicación de la cámara; la movilidad de la rodilla en flexión-extensión y rotaciones y, por último, la movilidad del tobillo, que se toma agregando una banda elástica al dorso del pie.

Una vez introducidos estos datos, el sistema requiere la carga de los parámetros anatómicos. Comenzando por la tibia proximal (platillos medial y lateral, centro de las espinas tibiales), el fémur distal (parte más posterior de los cóndilos lateral y medial, cortical anterior, y epicóndilos medial y lateral) y, por último, la tibia distal (ambos maléolos y centro de la tibia distal).

Completada la toma de datos, en la pantalla se constata el eje y la movilidad en forma cinemática, lo que permite evaluar la

concordancia de lo informado por el sistema con la medición preoperatoria y la clínica del paciente (Fig. 1).

A continuación se realizan los cortes. Para ello se pueden utilizar guías que se fijan groseramente y luego, con perillas, se le da al corte la orientación exacta en los diferentes planos (varo/valgo, altura del corte, inclinación posterior del platillo tibial) o, como lo efectuamos nosotros, a mano alzada guiándonos en la pantalla con una guía ad hoc que fijamos una vez obtenida la orientación deseada. Se realiza entonces el balance ligamentario evaluando la tensión de los compartimientos medial y lateral en extensión y flexión de 90°, con la ventaja sobre la técnica sin asistencia de navegación, que suele utilizar espaciadores luego de los cortes femorales, dándonos la posibilidad de hacerlo antes de ello y tener así una opción más para el correcto equilibrio de los gaps de extensión y flexión (Figs. 2 y 3). Además, en forma virtual, el cirujano puede variar los tamaños del componente femoral y del inserto tibial, evaluando el efecto de una altura mayor del inserto, por ejemplo, o de un tamaño mayor o menor del componente femoral, como también su rotación, sobre la estabilidad, el tracking patelar, la movilidad, el eje, el balance ligamentario, etc. (Fig. 4).

Sobre la base de los datos del planeamiento virtual se procede a practicar el corte femoral distal en forma similar a la tibia. Los cortes posterior, anterior y chanfles se realizan con una plantilla similar a la técnica sin asistencia de navegación y no se controlan con el software.

Colocados los implantes de prueba, en la pantalla se constata el eje, la extensión, la flexión y la estabilidad en forma dinámica, lo que permite controlar todas estas variables y efectuar eventuales correcciones.

Para finalizar, se procede a cementar en la forma habitual, teniendo la posibilidad de un último control con el implante definitivo.

En nuestra serie no realizamos reemplazo patelar, excepto en AR, "desnervándola" con electrobisturí, sumándole la limpieza de los osteofitos y la resuperficialización con bisturí.³

Se graban los datos que quedan en el archivo con la posibilidad de consultar y evaluar cuando se lo desea.

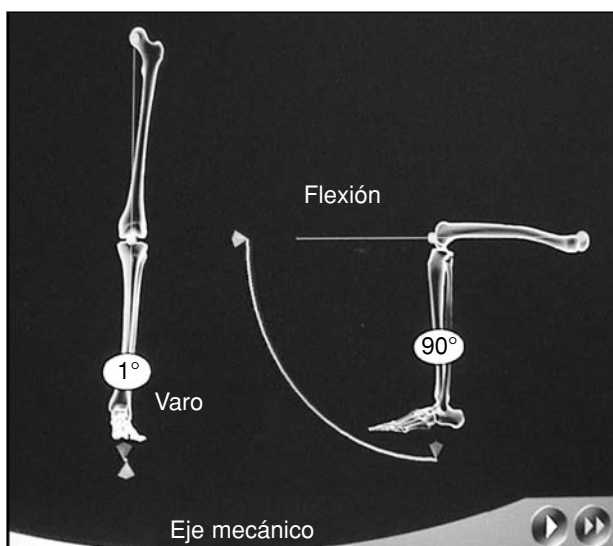


Figura 1. Pantalla de control preoperatorio y posoperatorio.

Resultados

Evaluamos nuestros casos de tres formas. Una clínica, utilizando el puntaje de rodilla del HSS, que analiza diferentes variables y les otorga puntos, obteniendo los siguientes resultados:

Dolor:	45.5/50
Amplitud de movimiento:	23.5/25
Estabilidad:	24/25
Total:	89/100

Con respecto a la función los resultados fueron:

Caminar:	39/50
Escaleras:	41/50
Total:	80/100

La otra evaluación fue radiológica y utilizamos el puntaje de la *Knee Society*, que otorga puntos según la presencia de radiolucidez periprotésica, dándole a esto valor predictivo en cuanto a expectativa de durabilidad del implante.⁵

Todos los pacientes evaluados en la serie presentaban valor 4 o mayor, por lo tanto, no significativo, en lo que a riesgo de aflojamiento se refiere.

Pero la evaluación que consideramos quizá de mayor valor con relación a la técnica fue la medición comparativa de los ejes preoperatorio y posoperatorio. En los genu varo utilizamos la clasificación de Ahlbäck¹ (Fig. 5).

En síntesis, 80% de nuestros implantes se ubicaron entre 0° y 3° de valgo y 100% presentaron orientaciones absolutamente tolerables en cuanto a las expectativas de durabilidad.^{2,5,9,20}

Si bien este estudio no compara la serie con artroplastias realizadas mediante la técnica convencional, cabe mencionar la poca repercusión en el tiempo real de la cirugía que tiene la aplicación del sistema, así como la escasa cantidad de procedimientos que debimos abortar. En total se suspendieron 3 (7,5%), que debieron continuarse con técnica convencional. Entre ellos resaltamos la cuidadosa colocación de los cuerpos rígidos en donde colocamos los emisores LEDS, teniendo en cuenta la calidad del hueso, ya que la movilidad de aquellos implica el fracaso del procedimiento por errores en la información al programa.

En la serie presentada no hemos encontrado aflojamiento de tipo mecánico o séptico. Hubo una infección aguda que obligó al rescate del implante y cirugía en dos tiempos.

Discusión

La bibliografía consultada coincide en señalar las ventajas de la cirugía de artroplastia total de rodilla utilizando la asistencia de navegación en comparación con las técnicas clásicas.^{2,4,6,10,11,17,18,19,21} La mayoría realiza estudios comparativos de series con asistencia o sin ella efectuadas por el mismo equipo quirúrgico. La coincidencia en la mayor precisión en los cortes y en la orientación de los componentes obtenida en las cirugías efectuadas mediante la asistencia de navegación es alta, refiriendo hasta dos y tres grados de diferencia con respecto a las cirugías no navegadas.

En el Simposio realizado en el Día de las Especialidades del Meeting de la AAOS en Chicago, Stulberg coincide con estas ventajas haciendo hincapié en que aumenta la precisión pero no la complejidad de la cirugía, conclusión con la que coincidimos plenamente.²¹

Krackow, en el mismo Simposio, le agrega la ventaja de la aplicación en pacientes obesos y con grandes defectos óseos, cirugías muy demandantes técnicamente con el método convencional.¹⁰

Citamos numerosos autores que señalan las características ventajosas del sistema utilizado en esta serie (*OrthoPilot, B-Braun-Aesculap*), refiriendo que es sencillo de aplicar y confiable, si bien coinciden en observar la necesaria curva de aprendizaje para su aplicación, y que no prolonga los tiempos de la cirugía, reiterando las ventajas de aumentar la precisión en los cortes y la orientación de los componentes, además de permitir el control intraoperatorio de todas las variables.^{7,8,14,19,20,21}

Conclusiones

La experiencia presentada en esta serie de cirugías de RTR, todas realizadas con la asistencia de navegación utilizando el mismo implante (*Search Evolution, Aesculap*) e idéntico software (TKR 4.0) y navegador (*OrthoPilot*), nos permite sacar conclusiones a partir de la observación de los resultados, así como de la propia actividad quirúrgica.

Creemos que esta técnica aumenta la precisión de la cirugía y si bien requiere una curva de aprendizaje, esta no es prolongada. En manos de cirujanos expertos simplifica pasos pero, lo que es más importante, aumenta la seguridad en cuanto a precisión, orientación y estabilidad, y permite el control intraoperatorio de estas variables. Una vez realizada la curva de aprendizaje no aumenta el tiempo de cirugía real, ya que su manejo es sencillo.

Además, posibilita la realización de abordajes más pequeños (la asociación de MISS y CAOS se informó en numerosas presentaciones con muy buenos resultados).^{19,21,22}

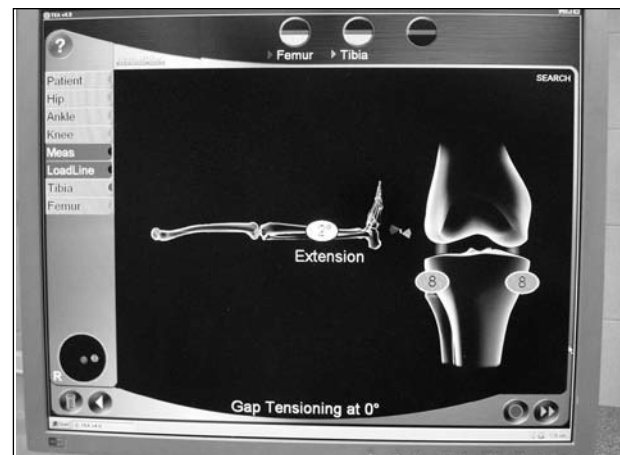


Figura 2. Evaluación de la tensión del espacio en extensión.

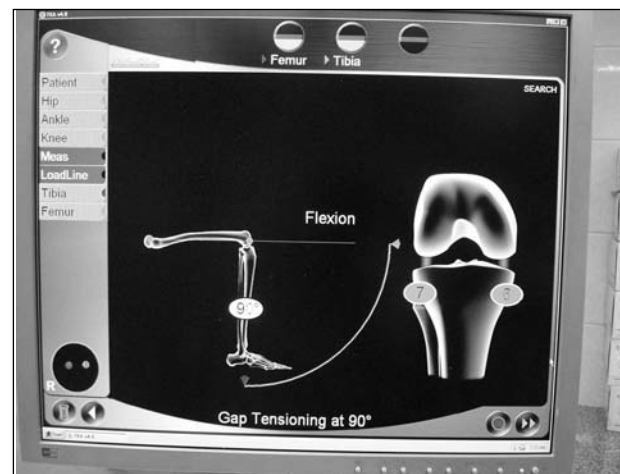


Figura 3. Evaluación de la tensión del espacio en flexión de 90°.



Figura 4. Planificación virtual del implante, modificando el tamaño del componente femoral se observa: altura del corte femoral, altura del inserto tibial, balance de ambos gaps y posicionamiento femoral con relación a la rotación, la cortical anterior y la flexión-extensión.



Figura 5. Medición del eje mecánico.

Cabe mencionar que al comienzo de la serie evitábamos rodillas con severos deseos u otras alteraciones que a priori se reconocieran como complejas, lo que nos permitió cumplir con la necesaria curva de aprendizaje. Hemos ido aumentando progresivamente la complejidad y hoy aplicamos el sistema en todos los pacientes.

Muchas veces hemos escuchado que un cirujano experto en reemplazos articulares de rodilla no necesita la asistencia de un programa de computación para lograr el éxito de su práctica.

No dudamos de lo cierto de esta expresión. Sólo creemos que, así como el conductor de un auto, por más experto que sea, utiliza el cinturón de seguridad sin que ello actúe en desmedro de su capacidad conductiva, la asistencia de navegación otorga una seguridad y precisión tan importantes que nos aventuramos a decir que, en el futuro, será condición corriente realizar los implantes con esta técnica.

Bibliografía

1. Ahlbäck S. Osteoartritis of the knee. A radiographic investigation. *Acta Radiol, Diagn.* 1968;277:72-7.
2. Bargren JH, Blaha J D, Freeman MA. Alignment in total knee arthroplasty. Correlated biomechanical and clinical observations. *Clin Orthop Relat Res.* 1983;(173):178-83.
3. De Araujo Barbosa, et al. Influencia do grau de artrose femoropatelar no resultado da artroplastia total do joelho sem o uso do componente patelar. *Rev Bras Ortop.* 2003;38(8).
4. Delp SL, Stulberg SD, Davies B, et al. Computer assisted knee replacement. *Clin Orthop Relat Res.* 1998;(354):49-56.
5. Ewald FC. The Knee Society Total Knee Arthroplasty. Roentgen graphic evaluations and scoring System. *Clin Orthop.* 1989;(248):9-12.
6. Han HS, Seong SC, Lee S, et al. Rotational alignment of femoral components in total knee arthroplasty. Non image based navigation system versus conventional technique. *Orthopedic.* 2006;29(10 Suppl):s148-51.
7. Jenny JY, Boery C. Navigated implantation of total knee prostheses. A comparison with conventional techniques. *Orthopedic.* 2001;139:117-9.
8. Jenny JY, Boeri C. Computer assisted implantation of total knee prostheses; a case control comparative study with classical instrumentation. *Comput Aided Sur.* 2001;6(4): 217-20.
9. Keyes GW, Carr AJ, Miller RK, et al. The radiographic classification of medial gonarthrosis. Correlation with operation methods in 200 knees. *Acta Orthop Scand.* 1992;63(5):497-501.
10. Krackow K. Use of computer assisted surgery in difficult total knee reconstruction. Symposium IV. Computer Assisted and Minimally Invasive Total Knee Replacement. Combined Speciality Day Meeting. Saturday, March 25, 2006. *Annual Meeting AAOS.* Chicago IL.
11. Laskin RS. Computerized navigation in Total Knee Replacement past, present and future. Symposium IV. Computer Assisted and Minimally Invasive Total Knee Replacement. Combined Speciality day Meeting. Saturday, March 25, 2006. *Annual Meeting AAOS.* Chicago IL.
12. Mafei A, Kistensen O, Knudson HM, et al. Survivorship analysis of cemented total condylar knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1996;(11);7-10.
13. Matsen F A 3rd, Garbini JL, Sidles JA, et al. Robotic assistance in orthopaedic surgery. A proof of principle using distal femoral Arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1993;(296):178-86.
14. Mielke RK, Clemens U, Jens JH, et al. Navigation in der Knee Arthroplasty- Preliminary Clinical Experience and Comparative Study in Comparison with Conventional Technique. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 2001;139(2):109-16.
15. Picard F, Leitner F, Saragaglia D, et al. Mise en place d'une prothese totale du genou assistee par ordinateur. A propos de 7 implantations sur cadaver. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1997;83:s31.

16. **Picard F, Moody J, Jaramaz B, et al.** A classification proposal for computer assisted Knee systems. Proceedings 4th Annual North American Program on Computer Assisted Orthopedic. *Surgery*. 2000;99-100.
17. **Ranawat CS, Flynn MF, Saddler S, et al.** Long term results of total condylar knee arthroplasty. A 15 years survivorship study. *Clin Orthop*. 1993;286; 94-102.
18. **Saragaglia D, Chaussard C, Rubens-Duval B.** Navigation as a predictor of soft tissue release during 90 cases of computer assisted. Total Knee Arthroplasty. *Orthopedics*. 2006;29(10 Suppl):S137-8.
19. **Song E K, et al.** Functional results of navigated minimally invasive an conventional Total Knee Arthroplasty. A comparison in bilateral cases. *Orthopedics*. 2006;29(10 Suppl):S145-7.
20. **Sparmann M, Wolke B, Czupalla H, et al.** Positioning of Total Knee Arthroplasty with an without navigation support. *J Bone Joint Sur Br*. 2003;85:830-5.
21. **Stulberg D.** Use of the computer as a teaching tool in knee replacement surgery. Symposium IV. Computer assisted an minimally invasive Total Knee Replacement. Combined Speciality Day Meeting. *Saturday, March 25, 2006. Chicago, IL.*
22. **Zanasi S.** Minimally invasive computer assisted total knee arthroplasty through a subvastus *Approach*. *Orthopedics*. 2006; 29(10Suppl):S142-4.