

# **IMPORTANCIA DE LA CIRUGÍA ASISTIDA POR COMPUTADOR EN LA FORMACIÓN DEL CIRUJANO ARTICULAR DE CADERA Y RODILLA**

**WILLIAM RAFAÉL ARBELÁEZ ARBELÁEZ**

**Especialista Traumatología – Ortopedia**

**Sub-Especialista Cirugía Reconstructiva de Cadera y Rodilla**

**Ensayo como opción parcial para la obtención del título de  
Especialista en Educación**

**WILMAR PEÑA COLLAZOS**

**Tutor**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN Y HUMANIDADES  
ESPECIALIZACIÓN EN EDUCACIÓN  
BOGOTÁ, Diciembre de 2013**

# IMPORTANCIA DE LA CIRUGÍA ASISTIDA POR COMPUTADOR EN LA FORMACIÓN DEL CIRUJANO ARTICULAR DE CADERA Y RODILLA

Dr. William Rafael Arbeláez Arbeláez<sup>1</sup>

## RESUMEN

El presente ensayo pretende demostrar la importancia de utilizar las TIC para ayudar a formar al cirujano en reemplazo articular de cadera y rodilla, propone el uso del computador como un elemento didáctico y pedagógico, conocido como CAS (Cirugía Asistida por computador) para disminuir los errores frecuentes que se cometen en cirugía utilizando la educación convencional. El alineamiento de la rodilla, a pesar de verse como un procedimiento simple no lo es. Tiene seis grados de libertad para cada componente varo-valgo, flexión- extensión, rotación externa-interna, translación medial- lateral , translación anterior – posterior, tres ejes = 18 posibilidades de alteración en el eje por cada componente , para un total de 5832 posibilidades de alteración de ejes en la rodilla y algo similar sucede en la cadera.

**Palabras claves:** TIC, reemplazo articular, computador, cirujano de cadera y rodilla, alineamiento.

## ABSTRACT

The present essay is intended to demonstrate the relevance of using ICT, to help develop the surgeon for joint replacement in hip and knee, by suggesting the use of the computer as a teaching and learning tool, known as CAS (Computer Assisted Surgery), with the end of reducing de frequent errors that are committed during surgery, with the conventional education method. The alignment of the knee although it seems as a simple procedure it is not. It has six degrees of freedom for each component varus-valgus, flexion-extension, internal-external rotation, medial-lateral translation, anterior translation - rear, three-axis = 18 possibilities of alteration in the axis for each component, for a total of 5832 possibilities of alteration axis knee and something similar happens in the hip.

**Keywords:** ICT, Joint Replacement, Computer, Surgeon, Hip and Knee Alignment.

---

<sup>1</sup> Ortopedista – Traumatólogo, Cirujano Reconstructivo de cadera Y Rodilla, Jefe de Reemplazos Articulares HMC, williamarbelaez@yahoo.com

## CONTEXTO DEL PROBLEMA

La formación del cirujano articular de cadera y rodilla a través de la historia se ha fundamentado inicialmente como observador y ayudante del cirujano experto, lo que ha llevado a que la práctica real del alumno sea escasa y siempre en el paciente vivo, produciéndose errores de alineamiento que son verificados en las radiografías de control postoperatorio, además este sistema de formación no ha permitido un planeamiento adecuado de la cirugía. Es ilógico que se ponga al paciente en riesgo y mucho menos aceptable que sea utilizado para entrenar a los futuros cirujanos articulares. Por lo anterior se hace necesario aplicar nuevos métodos de enseñanza para el especialista en formación en cirugía de reemplazo articular en cadera y rodilla que le permitan entrenarse y asegurar mejores resultados previos al acto quirúrgico en el paciente vivo. El reemplazo articular es un procedimiento muy exigente, donde la orientación de los componentes metálicos que sustituyen la articulación obligan una orientación tridimensional, con el fin de que el paciente pueda realizar movimientos en todos los planos con su nueva articulación sin que la prótesis se luxa y dure el máximo de tiempo.

Actualmente con las TIC (Tecnologías en informática y comunicación) podemos aplicarlas en el entrenamiento y formación de nuestros cirujanos de cadera y rodilla. Dentro de este marco el uso del computador con software diseñado por Brian Lab sufre una continua evolución ampliando su gama de usos hasta el punto que la última versión del 2013, permite usar el iPhone para almacenar la información de todo lo que acontece en la cirugía. Todo esto facilita el aprendizaje en triangulación y en orientación tridimensional. Esta nueva tecnología permite a los cirujanos en formación practicar en modelos anatómicos previos a la cirugía y facilita al docente la enseñanza, convirtiéndose en una herramienta pedagógica muy potente y efectiva, que mejora los resultados y permite una evaluación objetiva, verificándose la orientación final y funcional de las prótesis colocadas en los pacientes.

La eficiencia mecánica del implante y su correcta alineación son condiciones relevantes que afectan la vida de las artroplastias (Dorr LD, Wan Z, 1997) (Jeffery RS, Morris RW, 1991)

Un error en el plano coronal de la posición del implante de más de 3° altera significativamente los grados de fallas de los mismos. Los puntos donde más se cometen errores son: la colocación de los bloques de corte, fijación de los bloques de corte, resección del hueso e implantación de la prótesis (Ritter MA, Faris PM, Keating EM, 1994) (Stulberg, 2004)

A continuación resumiré en tres tablas los efectos adversos más frecuentes que se presentan cuando existe mal alineamiento de cualquiera de los componentes protésicos que conforman la articulación de la rodilla:

En la Tabla No. 1 se puede apreciar lo que sucede con el mal alineamiento en el componente femoral

Malalineamiento	Consecuencias
Varo	sobrecarga ligamentaria y polietileno
valgo	sobrecarga ligamentaria y polietileno
extensión	hiperextensión y pinzamiento
flexión	disminución de la extensión sobrecarga polietileno
rotación interna	inestabilidad rotuliana
rotación externa	disminución de la fuerza extensión
desplazamiento anterior	deformidad en flexión fija, adelgazamiento polietileno, inestabilidad en flexión
desplazamiento posterior	pinzamiento, tenso en flexión
desplazamiento medial	ruptura LCM, inestabilidad patelar
desplazamiento lateral	usualmente no hay problema, riesgo de ruptura de LCL
desplazamiento proximal	suelto en extensión y tenso en flexión
desplazamiento distal	suelto en flexión y tenso en extensión

En la tabla No. 2, se aprecia lo que sucede con el mal alineamiento en el componente tibial:

Malalineamiento	Consecuencias
rotación interna	inestabilidad patelar
rotación externa	no hay problema
Varo	sobrecarga de polietileno, sobrecarga en valgo, subluxación patelar
flexión	flojo en flexión tenso en extensión
medial	pinzamiento del ligamento colateral medial subluxación patelar
lateral	no hay problema
proximal	tenso en flexión y suelto en extensión
distal	suelto en extensión y en flexión
anterior	ligamento cruzado posterior tenso talla menor
posterior	talla menor

En la tabla No. 3 se aprecia lo que sucede con el mal alineamiento en la rótula:

Malalineamiento	Consecuencias
lateral	subluxación patelar
medial	no hay problema
anterior	Fractura
posterior	disminución de la flexión de la rodilla
flexión, extensión	Fractura
rotación interna y externa	Mal alineamiento
proximal	inestabilidad patela Baja
distal	patela Baja disminución de la flexión

El alineamiento de la rodilla, a pesar de verse como un procedimiento simple no lo es. Tiene seis grados de libertad para cada componente varo-valgo, flexión- extensión, rotación externa-interna, translación medial- lateral , translación anterior – posterior, tres ejes = 18 posibilidades de alteración en el eje por cada componente , para un total de 5832 posibilidades de alteración de ejes en la rodilla y algo similar sucede en la cadera. Así que la sistematización del reemplazo articular en cadera y rodilla provee una mejor implantación por medio de registro digital basado en marcas o referencias anatómicas estandarizadas y analizadas por el computador, reduciendo las colocaciones individuales defectuosas y su efecto acumulativo.

Los sistemas computarizados diseñados para realizar cirugías de reemplazo articular en cadera y rodilla (CAS), se han convertido en un ejemplo muy real de las aplicaciones de TICS en medicina y están experimentando un gran avance en los últimos tiempos, principalmente impulsados por los grandes avances en la tecnología sistematizada encaminada a facilitar la cirugía, minimizando el trauma terapéutico de los pacientes y maximizando la precisión, eficacia, fiabilidad y efectividad de la tarea quirúrgica introduciendo técnicas alternativas a las de la cirugía tradicional.

## **IMPORTANCIA DE LAS TIC EN LA FORMACIÓN DE LOS CIRUJANOS ARTICULARES**

Si recordamos un poco de historia se pueden considerar las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) un concepto dinámico. Por ejemplo, a finales del siglo XIX el teléfono podría ser considerado una nueva tecnología según las definiciones actuales. Esta misma definición podría aplicarse a la televisión cuando apareció y se popularizó en la década de los 50 del siglo pasado. No obstante esto, hoy no se pondrían en una lista de TIC y es muy

posible que actualmente los ordenadores ya no puedan ser calificados de nuevas tecnologías. A pesar de esto, en un concepto amplio, se puede considerar que el teléfono, la televisión y el ordenador forman parte de lo que se llama TIC, tecnologías que favorecen la comunicación y el intercambio de información en el mundo actual.

Después de la invención de la escritura, los primeros pasos hacia una sociedad de la información estuvieron marcados por el telégrafo eléctrico, después el teléfono y la radiotelefonía, la televisión, Internet. La telefonía móvil y el GPS han asociado la imagen al texto y a la palabra «sin cables», Internet y la televisión son accesibles en el teléfono móvil que es también una máquina de hacer fotos.

El acercamiento de la informática y de las telecomunicaciones, en el último decenio del siglo XX se ha beneficiado de la miniaturización de los componentes, permitiendo producir aparatos «multifunciones» a precios accesibles, desde los años 2000.

Los usos de las TIC no paran de crecer y de extenderse, sobre todo en los países ricos, con el riesgo de acentuar localmente la brecha digital y social y la diferencia entre generaciones. Desde la agricultura de precisión y la gestión del bosque, a la monitorización global del medio ambiente planetario o de la biodiversidad, a la democracia participativa (TIC al servicio del desarrollo sostenible) pasando por el comercio, la telemedicina, la información, la gestión de múltiples bases de datos, la bolsa, la robótica y los usos militares, sin olvidar la ayuda a los discapacitados (ciegos que usan sintetizadores vocales avanzados), las TIC tienden a tomar un lugar creciente en la vida humana y el funcionamiento de las sociedades (“Tecnologías de la información y la comunicación en la enfermedad,” 2010)

Como lo manifiesta Kofi Annan en su discurso en Ginebra en el año 2003 sobre las tecnologías de la información y la comunicación (TIC para Nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación o IT para «Information Technology») agrupan los elementos y las técnicas utilizadas en el tratamiento y la transmisión de las informaciones, principalmente de informática, internet y telecomunicaciones. Expresa como Las tecnologías de la información y la comunicación no son ninguna panacea ni fórmula mágica, pero que pueden mejorar la vida de todos los habitantes del planeta (Annan, 2003)

Por mi experiencia personal pienso que para el médico en formación en esta subespecialidad del reemplazo articular es fundamental, brindarle educación teórico-práctica muy precisa que le permita hacer diagnósticos adecuados y que le facilite planear determinados procedimientos y ejecutarlos con alta precisión. El

uso de los computadores con software especializados como los diseñados por Brain Lab para: Braun Medical (Orthopilot), Johnson y Johnson (CAS) y Zimmer (Navitrac), son un excelente instrumento para el docente y el alumno que les permite lograr todos los objetivos propuestos.

Sin embargo no es un tema fácil de manejar y como lo publican en la revista cubana Gonzales A y Sigler A, el desconocimiento de las posibilidades que tiene las nuevas TICS provoca que su introducción en el desarrollo de la salud sea recibida con desconfianza. Las limitaciones económicas y de información acerca del tema, la falta de experiencia y el desconocimiento de las posibilidades de la informática por parte del personal de la salud son dificultades a las que se enfrenta el empeño de informatizar paulatinamente la actividad de la Salud Pública. Por ello, se necesitan profesionales para el procesamiento cuidadoso y estudiado de la información médica más completa y estandarizada posible. De la misma manera para la utilización responsable, adecuada y optimizada de las tecnologías de información y comunicaciones en este sector tan sensible para el bienestar del ser humano y de la sociedad (A & A., 1996)

Los sistemas de navegación quirúrgica en reemplazo total de cadera y rodilla ofrecen la posibilidad de una vez completada la planificación preoperatoria-realizar simulación de los diferentes movimientos que el paciente tendría en el post operatorio. Podemos, entonces, predecir los arcos de movilidad que el paciente va a tener con un sistema protésico determinado y realizar los cambios a los que hubiere lugar si la simulación no satisface las expectativas o los criterios de excelencia en RTC (Nolte, L. Regazzoni, 2001)

El procedimiento de RTC se realiza de manera semejante al tradicional con algunas diferencias. Todo el procedimiento debe ser realizado dentro del área de visión de una cámara infrarroja, la cual monitoriza al paciente en todo momento. Esta cámara no depende de radiaciones ionizantes para su uso, por lo que permanece activa durante todo el procedimiento. Una vez realizado el abordaje, se procede a implantar los faros. Se trata de marcas en lugares anatómicos estandarizados usando para ello dispositivos que son visibles en el sistema. Estos faros, fabricados con material altamente reflectivo de la radiación infrarroja, permanecen en el mismo lugar durante todo el procedimiento, por lo que la navegación, una vez empezada, es independiente de la posición que el paciente pueda adoptar a posteriori, esto elimina una de las principales preocupaciones del cirujano en los procedimientos no asistidos. La colocación del componente acetabular permite ver en pantalla dos dimensiones simultáneas: Antero posterior y Axial de la pelvis a tiempo real, esto permite que la orientación del inserto cotiloideo se realice con visión directa, con valores de inclinación y anteversión permanentemente visibles en pantalla.

Es prácticamente imposible errar en la orientación espacial del inserto cotiloideo, minimizando los riesgos de complicaciones por luxación, limitaciones de arcos de movilidad y potenciando, desde luego, la duración de los elementos protésicos en el tiempo. La colocación del componente femoral se controla, permanentemente, durante la inserción del vástago, su orientación con respecto al eje de la diáfisis femoral y el grado de anteversión fisiológica que debe tener el cuello. Del mismo modo podemos controlar la profundidad del componente femoral para evitar o corregir discrepancias de longitud del miembro afectado. Una vez colocados los implantes y realizada la reducción, el procedimiento se realiza de modo clásico con manejo prudente de las partes blandas y cierre por planos, dejando drenaje por aspiración y colocando una ortesis abductora (Nolte, L. Regazzoni, 2001) (Strikland, 1996)

Las complicaciones descritas en RTC referentes al manejo de partes blandas, infecciones y complicaciones sistémicas como los fenómenos tromboembólicos y otras, no están ausentes de los procedimientos asistidos por computadora.

Los sistemas de navegación quirúrgica ofrecen la posibilidad de asistir al cirujano en todos aquellos procedimientos en los que una perfecta orientación tridimensional es requerida para lograr los objetivos planteados, esto aplica en cirugía ortopédica a los procedimientos de reconstrucción articular en cadera y rodilla. Sin embargo otras especialidades quirúrgicas pueden beneficiarse de este tipo de tecnología: Neurocirugía, ORL, cirugía maxilofacial y otras (Escalante, 1999)

Los componentes del sistema ocupan un espacio físico que no implica realización de modificación alguna en la infraestructura del área quirúrgica. Las dimensiones de los equipos son semejantes a las que tiene un aparato portátil de Rayos X o un intensificador de imágenes. La tecnología proveedora de los datos de digitalización del paciente no requiere mayor inversión dado que lo más probable es que el centro asistencial ya cuente con uno o más de ellos: TAC, RMN, Intensificador de Imágenes, Scanner (Nolte & Ganz, 2000) (Clavijo, Naquira, Restrepo, & Pineda, 2004)

## **ANTECEDENTES DE LA CIRUGÍA ASISTIDA POR COMPUTADOR EN EL HMC**

La utilización del primer sistema de navegación en el Hospital Militar Central fue con el equipo OrthoPilot de la casa Braun como herramienta en la implantación de prótesis de cadera y rodilla, iniciándose en Diciembre del 2001 y se utilizó hasta Junio de 2002, empleándose el Software 2.2, y se reinició su uso en Julio de 2003 hasta Septiembre 2003 con el Software 3.0. La diferencia importante entre los dos radicaba en que el 2.2 utilizaba un sensor adicional en la pelvis que ubicaba el

centro de rotación de la cadera para establecer el punto del eje mecánico calculado por el ordenador.

Este procedimiento alargaba el tiempo quirúrgico en 20 minutos en promedio, además del alistamiento del paciente en el lavado quirúrgico hasta la pelvis haciéndose necesario para algunos cirujanos la esterilización del mango del torniquete o la suspensión de su uso. Con la llegada del nuevo software, el procedimiento se facilitó en gran medida al obviar estos pasos.

Durante los años siguientes se usaron otros navegadores como el sistema CAS de Jhonhon y Jhonson y posteriormente el sistema Navitrac de Zimmer, el cual aún es utilizado en nuestro hospital. Y han sido muchos los cirujanos que hemos podido entrenar aplicando estas nuevas tecnologías. (Clavijo et al., 2004)

En lo personal, considero que esta tecnología ha llegado para imponerse y si bien es cierto que la inversión en este tipo de equipos es difícil en nuestro medio, el avance de la medicina es indetenible en un mundo globalizado. De tal manera que además de ser un excelente recurso para lograr mejores resultados en nuestros pacientes podemos utilizarlo en la formación de nuestros cirujanos facilitándose el proceso de enseñanza y aprendizaje acortándose los tiempos de formación y entrenamiento, permitiendo también evaluar el aprendizaje y detectar las áreas en que debe ser reforzada la enseñanza. Estoy seguro que en la medida que se popularicen los sistemas de navegación en cirugía de reemplazo articular no solo para los procedimientos quirúrgicos sino también como una importante herramienta de enseñanza, se bajaran los altos costos actuales y serán acesibles estos sistemas en muchas universidades y hospitales

## **A MODO DE CONCLUSIÓN**

Realmente en pleno siglo XXI es fundamental aplicar los avances tecnológicos que están dirigidos a lograr mejores resultados en los tratamientos y manejos de patologías articulares, en aras de dar mayor calidad de vida a los pacientes. Cada día los diseños protésicos están más evolucionados y cumplen con altos estándares de calidad, sin embargo su adecuada colocación depende del cirujano articular. Lo anterior se convierte en la base que justifica el utilizar sistemas computarizados para la enseñanza y entrenamiento de los futuros profesionales en reemplazo articular de cadera y rodilla, convirtiéndose en una herramienta didáctica y pedagógica que facilita además la evaluación de los alumnos en formación y sus respectivos avances previos a permitirles realizar actos quirúrgicos en los pacientes vivos.

Como se demuestra en el presente ensayo las posibilidades de errores en los reemplazos articulares son muy altas, afectando los resultados a mediano y largo

plazo. Observándose mejores resultados en aquellos médicos que han recibido entrenamiento en modelos anatómicos y en aquellos entrenados con sistemas computarizados.

El uso de sistemas computarizados a nivel mundial en reemplazos articulares han demostrado mejores resultados en la colocación de implantes de cadera y rodilla, llevando esto a dar mayor calidad de vida a los pacientes.

Los sistemas computarizados no pretenden reemplazar la experiencia y conocimientos del cirujano, sino en convertirse en un instrumento más para mejorar los resultados en la práctica quirúrgica y en la formación de los especialistas en reemplazo articular. Guardadas las proporciones los sistemas computarizados en cadera y rodilla son similares a un simulador de vuelo con el que entrenan a los pilotos, esto ha demostrado las grandes ventajas que brinda su uso para enseñanza y aprendizaje de los mismos.

La utilización de los sistemas computarizados previos al reemplazo articular además de permitir definir tamaños de los componentes protésicos y orientación de los mismos, hacen que maestros cirujanos y alumnos preparen mejor sus casos simulando hallazgos y probables complicaciones.

En el Hospital Militar Central contamos con dichos sistemas computarizados para operar a nuestros pacientes, algunas veces son usados para dar docencia, sin embargo la propuesta en nuestro servicio es el poder utilizarlos rutinariamente para entrenar a nuestros cirujanos articulares en formación.

## BIBLIOGRAFIA

A, G., & A., S. (1996). Automatización de las estadísticas de neuropatía epidémica en un hospital provincial. *Rev. Cubana Oftalmol*, 9(2).

Annan, K. (2003). Discurso inaugural de la primera fase de la WSIS. *Ginebra*.

Clavijo, E., Naquira, L., Restrepo, F., & Pineda, G. (2004). Artroplastia Total de Rodilla Primaria asistida por computador descripción de la técnica quirúrgica y resultados. *Revista Colombiana De Ortopedia Y Traumatología*, 18(4), 85–89.

Dorr LD, Wan Z, G. T. (1997). Functional results in total hip replacement in patients 65 years and older. *Clin Orthop Relat Res*, 336(1), 143–51.

Escalante, I. (1999). Reemplazo total de cadera asistido por computadora. *Memoria y Cuenta, servicio ortopedia y traumatologia hospital universitario de caracas*.

- Jeffery RS, Morris RW, D. R. (1991). Coronal alignment after total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br.*, 73(5), 709–14.
- Nolte, L.-P., & Ganz, R. (2000). Computer assisted orthopaedic surgery. *Hogrefe & Huber*.
- Nolte, L. Regazzoni, P. (2001). 1st Annual Meeting International Society for Computer Assited Orthopaedic Surgery. *Davos, Switzerland*.
- Ritter MA, Faris PM, Keating EM, M. J. (1994). Postoperative alignment of total knee replacement. Its effect on survival. *Clin Orthop Relat Res.*, 299, 153–6.
- Strikland, J. (1996). American Academy Of Orthopaedic Surgeons Annual Meeting, 63.
- Stulberg, S. (2004). The rationale for using computer navigation with minimally invasive THA. *Orthopedics.*, 27(9), 942–946.
- Tecnologias de la informacion y la comunicacion en la enfermedad. (2010). *tics en la medicina*.