

Método de Fluoroscopia de la rodilla en movimiento para la evaluación de la cinemática articular usando el instrumento CINARTRO

Esquerra V¹, Santos D², Rodriguez M³, Olivera W³, Gigirey V⁴ y Simini F⁵

1- Asistente Director de Licenciatura en Imagenología, EUTM, Facultad de Medicina, Universidad de la República, Montevideo - Uruguay

2 - Profesor Adjunto de Rehabilitación (Biomecánica Clínica), Hospital de Clínicas.

3 - Ingeniero en Computación, Núcleo de Ingeniería Biomédica.

4 - Profesora Adjunta de Imagenología Médica, Hospital de Clínicas.

5 - Profesor de Ingeniería Biomédica, Núcleo de Ingeniería Biomédica.

Introducción

La Articulación de la Rodilla (AR) es una de las articulaciones más complejas, debido a su estructura anatómica, a su fisiología y a sus características biomecánicas. El estudio artrocinemático de la AR describe el movimiento entre las superficies articulares (tibio-femoral) y estudia la migración del Punto de Contacto Tibio Femoral (PCTF) mediante el método de Baltzopoulos (Baltzopoulos, 1995). Se estudia habitualmente la AR mediante imágenes estáticas (RNM, TAC rX) que muestran estructuras anatómicas. Se prefiere la videofluoroscopia que produce información dinámica de la AR a lo largo de la extensión.

El estudio de la migración del PCTF permite cuantificar la artrocinemática de la AR y de esta forma evaluar su función, como en el caso de inestabilidad articular por rotura del ligamento cruzado anterior, o en pacientes con prótesis de rodilla. Informamos aquí sobre la aplicación de un prototipo de instrumento (llamado CINARTRO) (Simini, Santos, & Francescoli, 2015), para determinar el PCTF en imágenes de fluoroscopia.

OBJETIVO

Nuevo método diagnóstico para evaluar en forma dinámica el punto de contacto tibio-femoral en la superficie articular de la rodilla.

METODOLOGIA

Fueron estudiados tres deportistas de sexo masculino de 25 años (+2) de edad cuyo ligamento cruzado anterior roto, luego de lesiones ocurridas 3 (+1) meses antes. El procedimiento de calibración resultó fácil de ejecutar previo a la obtención de imágenes seriadas.

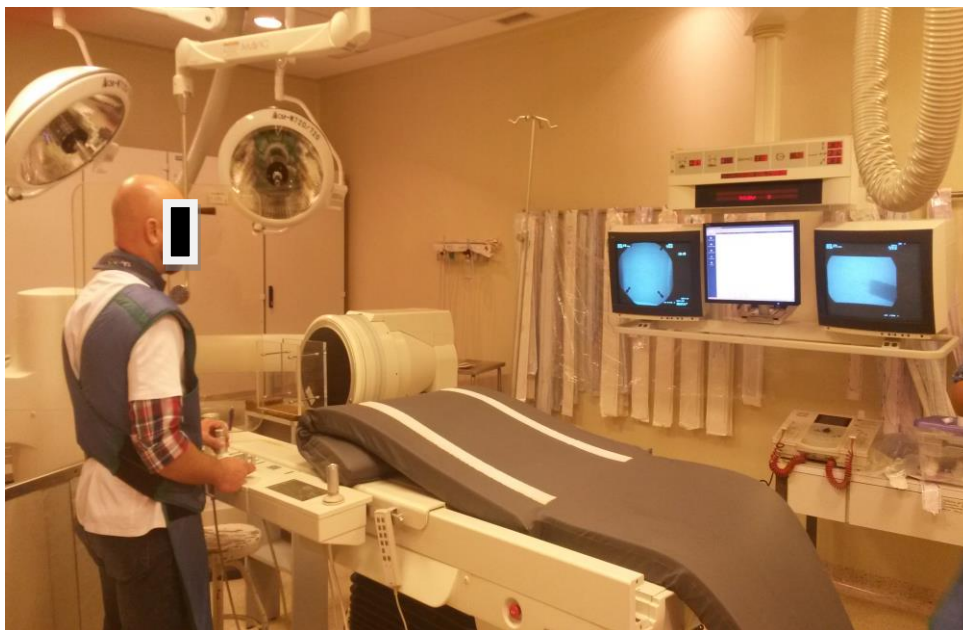


Figura 1- Angiógrafo utilizado para la adquisición de videofluoroscopia de la articulación de la rodilla. Notar el fantoma de acrílico transparente colocado a 8 cm del intensificador de imágenes.

La fluoroscopia de la AR es parte de la propuesta CINARTRO, compatible con diversos sistemas de adquisición como el que usamos (Angiografo Siemens Angiostar Plus). La corrección de distorsión ("pin cushion effect") fue realizada calibrando con un fantoma (**Fig. 1**). CINARTRO:

1. digitaliza imágenes de videofluoroscopia
2. determina los puntos del fantoma
3. determina los puntos anatómicos (platillo tibial y perfil condileo)
4. calcula PCTF y lo expresa en porcentaje de migración con respecto al platillo tibial.



Figura 2- Paciente con pierna extendida. Notar las protecciones de plomo que viste el paciente y la imagen fluroscópica en el monitor del angiógrafo.

Se le solicita al paciente que realice la extensión desde 90° hasta la extensión total y retorne a los 90° (**Fig. 2**). El paciente recibe entre 550 y 800 μGy y la dosis efectiva en la AR es de 630 $\mu\text{Sv}\pm 60$. Se obtienen imágenes de rX con 56KV y 0.9 mA.

Las imágenes son un “perfil estricto” de rodilla y son almacenadas en formato DICOM y AVI a 15 cuadros por segundo. En cada imagen, CINARTRO permite marcar tres puntos sobre el cóndilo femoral medial y dos puntos sobre el platillo medial (**Fig. 3**). Procesando, CINARTRO determina la menor distancia entre superficies: el punto medio es el PCTF.

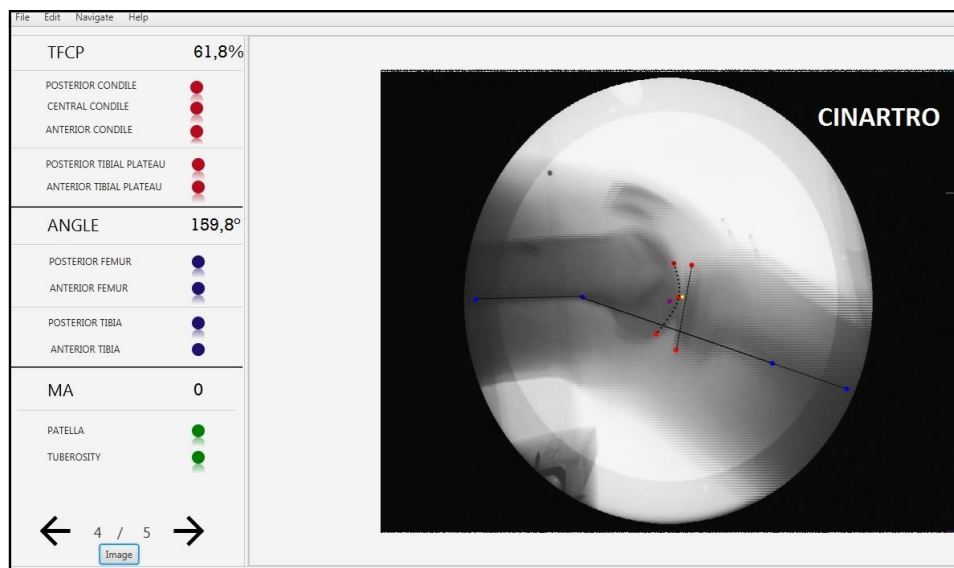


Figura 3 – Pantalla de CINARTRO con articulación de la rodilla. Notar tres puntos sobre el cóndilo femoral, dos puntos en las extremidades del platillo tibial. El punto de contacto tibio femoral es determinado automáticamente así como el ángulo de flexión correspondiente a la imagen.

Resultados

La Tabla 1 contiene las acciones del método que hemos puesto a punto. Se presenta a modo de una “check list” como resultado del trabajo, que consiste en una lista a ser aplicada a los pacientes de las casuísticas previstas en los protocolos de validación y de uso clínico para el instrumento CINARTRO.

1° - El paciente se ubica en un banco de forma tal que la AR pueda ser analizada en perfil estricto por el videofluoroscopia en el plano sagital.
2° - Se ajustan los parámetros de radiación y del campo del videofluoroscopia para que la AR sea captada por la fuente receptora
3° - Se solicita al paciente que haga un movimiento de flexo-extensión con una excursión de 90°
4° - Movimiento con velocidad regular de 45° por segundo, controlada por una pauta hablada pregrabada (“uno, dos, tres,... uno, dos, tres”)
5° - Manteniendo los parámetros de radiación, se coloca el fantoma exactamente en el lugar ocupado por la AR del paciente que realizó el movimiento y se obtiene una imagen de calibración.
6° - Los archivos de videofluoroscopia en formato DICOM y AVI resulta de 3 G Bytes con 30 imágenes cada uno.

Conclusiones

Este método responde a la necesidad de cuantificar el estado de la AR en movimiento, innovando respecto a los métodos empíricos de uso clínico actual. Con CINARTRO se logra satisfacer esta necesidad, generando un documento para la historia clínica electrónica. Las imágenes videofluoroscópicas fueron adquiridas con angiògrafo, pero pueden ser obtenidas con arco en C, de menor costo. De fácil ejecución, mínima molestia para el paciente y gran precisión para el clínico, CINARTRO constituye un aporte a la calidad de los cuidados y una objetivación de la rehabilitación de la AR (Santos, Massa, & Simini, 2015).

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración del Centro Cardiovascular y en particular de su director Prof. Dr. Diego Freire por permitir desarrollar esta investigación en el laboratorio de hemodinamia. El Prof. Dr. Luis Dibarboure, Director del Departamento de Imagenología por el involucramiento docente en esta pesquisa y el nexa con la licenciatura en Imagenología. Se agradece el apoyo del Prof. Dr. Luis Francescoli, Director del Departamento de Ortopedia de Adultos. Se le agradece a la Prof. Dra. Teresa Camarot por el impulso acordado en todo momento en su Departamento de Rehabilitación y M F. Los autores reconocen el aporte del Lic. en Imagenología Marcelo Blanco, por los ajustes y ejecución de las tomas videofluoroscópicas. Las fases iniciales del desarrollo de esta tecnología contaron con el aporte del Prof. Ing. Jefferson Loss de la Universidad Federal de Rio Grande Do Sul (UFRGS), de los estudiantes Florencia Arbó, Braian Elliot y Mauricio Bouza del Núcleo de Ingeniería Biomédica de la Universidad de la Republica, que reciben todos el agradecimiento de los autores.

Referencias

- Baltzopoulos, V. (1995). A videofluorography method for optical distortion correction and measurement of knee-joint kinematics. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 10(2), 85–92.
- Santos, D., Massa, F., & Simini, F. (2015). Evaluation of anterior cruciate ligament reconstructed patients should include both self-evaluation and anteroposterior joint movement estimation? *Physical Therapy and Rehabilitation*, 2(1), 3. <http://doi.org/10.7243/2055-2386-2-3>
- Simini, F., Santos, D., & Francescoli, L. (2015). Videofluorography Instrument to Identify the Tibiofemoral Contact Point Migration for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Follow-up: CINARTRO. Xx *Congreso Argentino De Bioingeniería, 012056*, OP Conference Series, in press. <http://doi.org/10.1088/1742-6596/705/1/012056>