

XXII Seminario de Ingeniería Biomédica
Núcleo de Ingeniería Biomédica
Facultades de Medicina e Ingeniería
UdelaR

Estudio articular de la rodilla basado en los Centros de Rotación Instantáneos, en Pacientes con Plastía del Ligamento Cruzado Anterior

"Monografía vinculada al trabajo realizado por Darío Santos en su Tesis de Maestría y presentado el 5 de Mayo de 2015.

Autor: Santiago Báez

e-mail del Autor: santiagob17@gmail.com

1. Introducción

Tras una reconstrucción del ligamento cruzado anterior, el objetivo es restablecer el mismo rango de movimiento que se tenía previo a la lesión.

Hasta el momento no existe en la clínica un método que evalúe el centro de rotación de la rodilla (CR) durante el movimiento de la AR (D. Santos [1]). Por lo tanto el objetivo de este trabajo es poder determinar el CR durante el movimiento de extensión de la rodilla reparada y compararlo con el de la rodilla no dañada.

1.1 Anatomía Funcional y Biomédica de la Rodilla

Estructuralmente la rodilla se compone de huesos, músculos, ligamentos y tendones. Los huesos son el fémur, la tibia, la rotula y el peroné. Ambos se combinan mediante una zona de contacto protegida por cartílago.

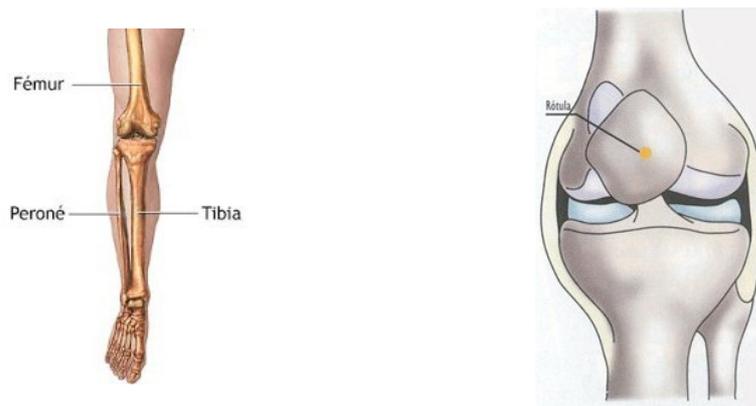


Figura 1 – Estructura de la rodilla
[Tomado de Puleva Salud (2)]

1.2 Ligamento Cruzado Anterior (LCA)

La función del LCA es controlar la estabilidad de la AR. Los estudios demuestran que su función consiste en limitar la traslación anterior de la tibia, especialmente desde los 30 grados de flexión hasta la extensión completa. (D. Santos [1])



Figura 3 – Estructura de la rodilla, visualizando los ligamentos cruzados anterior y posterior.
[Tomado de lesión del ligamento cruzado anterior de la rodilla – Dr. Joaquín Arregui (3)]

1.4 Reconstrucción quirúrgica

Una de las reconstrucciones que se practica es la denominada “hueso tendón hueso”, consiste en extraer un 1/3 del ligamento rotuliano y este es utilizado para remendar el LCA roto.

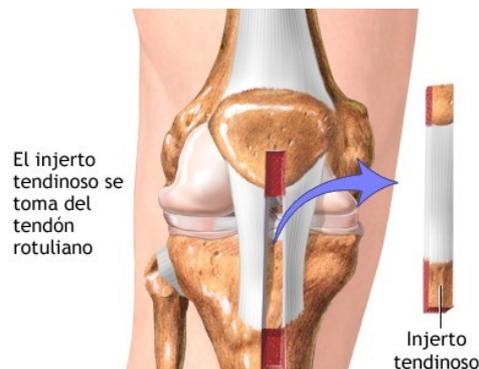


Figura 4 – Reconstrucción del ligamento extrayendo ligamento rotuliano
[Tomado de Lesiones del tendón rotuliano – Dr. Christian Melendez (4)]

2. Desarrollo

2.1 Centro de Rotación

Estudios indican que la articulación de la rodilla se mueve en torno a centros de rotación que van variando durante el movimiento de la articulación.

Para analizar la artrocinemática de la AR, se estudian los contornos del fémur y de la tibia a través de imágenes obtenidas por medio de video-fluoroscopia.

Algunos métodos que se utilizan son el “método de reuleaux”, “método de la intersección de los ligamentos cruzados”, “método del punto de contacto”, “método de los ejes finitos helicoidales”. (D. Santos [1])

En la práctica diaria se necesita un mecanismo que consuma poco tiempo, que se aproxime a la realidad y proporcione datos cuantitativos (D. Santos [1]), por lo que se optó por el Método del Punto de Contacto.

2.2 Método del Punto de Contacto

Consiste en determinar el CR por el punto de contacto entre las superficies. En el caso de la AR, se define como el punto medio de la menor distancia entre las superficies articulares del platillo tibial y del cóndilo femoral. Este punto queda determinado ubicando los 5 puntos fiduciaros que se muestran en la figura 5 (D. Santos [1]).

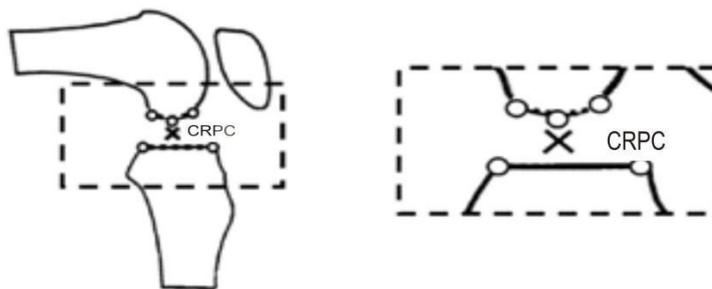


Figura 5 – Esquema del Fémur y Tibia, visualizando los 5 puntos fiduciaros.

[Imágen obtenida de la Tesis de Maestría de Darío Santos (1)]

2.3 Determinación del Centro de Rotación

Fue necesario encontrar un dispositivo que cumpliera con las siguientes características:

- disponibilidad para pacientes ambulatorios
- que permitiera documentar la evolución del CR en las distintas etapas
- de fácil manejo
- con calibración en cada paciente, para que las medidas sean confiables
- que sea un procedimiento reproducible

Se utilizó un dispositivo llamado Arco en C

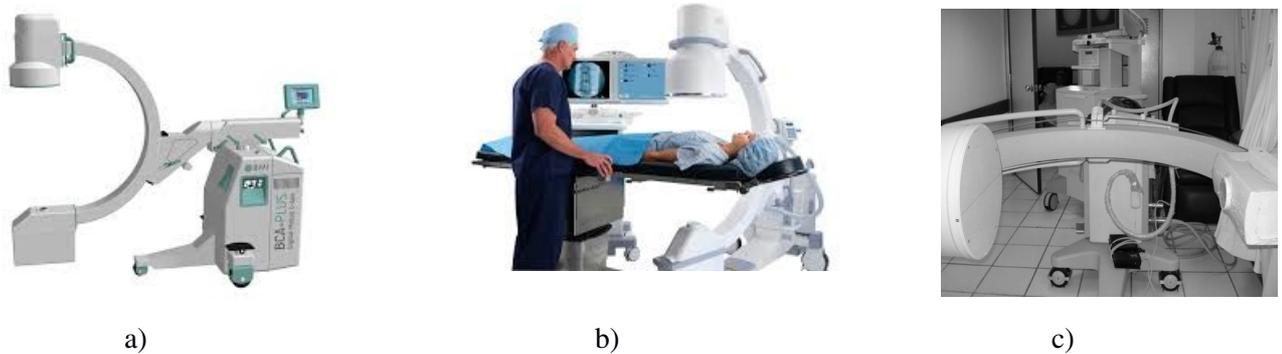


Figura 6 – Arco en C

a) y b) Utilización en pacientes para otros estudios clínicos.

[Tomado de Clínica Foianini – Equipo de Arco en C (5)]

c) Arco en C, adaptado para obtener imágenes de la AR

[Imágen obtenida de la Tesis de Maestría de Darío Santos (1)]

Se empleó un fantoma para calibrarlo. O sea en el equipo en su interior contiene elementos o mediciones de una imagen original pre-establecida.

Es necesario corregir la distorsión no lineal que sufren las imágenes obtenidas por RX a través de un detector curvo. Esta corrección se hace por software sugiriéndole al usuario que indique con el mouse una cierta cantidad de esferas que ve en la pantalla. La aplicación evalúa la diferencia entre los puntos teóricos del fantoma y los señalados por el usuario.

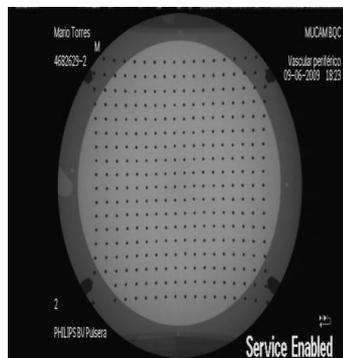


Figura 7 – Imágen radiográfica del fantoma. Muestra la curvatura de la superficie de detección.

[Imágen obtenida de la Tesis de Maestría de Darío Santos]

Luego se aplica el mismo error en sentido inverso a la imagen obtenida, en particular sobre los 5 puntos fiduciales de la AR, detallados en la figura 5. Obteniendo así una imagen corregida y con esto la ubicación del centro de rotación (D. Santos [1]).



Figura 8 –Fluoroscopia después de la operación, mostrando posición relativa de la tibia respecto al fémur.

[Imagen obtenida de la Tesis de Maestría de Darío Santos]

3. Conclusiones

Se realizaron pruebas obteniendo una serie de imágenes comparando la trayectoria de los CR en la rodilla sana, la rodilla lesionada y la rodilla luego de la reconstrucción. Estas comparaciones se aplicaron a unos 6 pacientes masculinos.

Para que las diferencias entre las dimensiones de los pacientes no afectara los resultados, se expresó la ubicación del CR como un porcentaje del platillo tibial. Comparando contra otros autores los valores de medida fueron diferentes (debido a los instrumentos de medición, condiciones, etc.), sin embargo muestran tendencias comunes. Como muestra la Tabla 1, para Scarvel los valores medios entre rodilla sana y reconstruida son 51% y 46%. Para Santos los valores medios son de 62% y 60% respectivamente.

	Rodilla Sana			Rodilla Lesionada			Rodilla Reconstruida		
	90°-63°	60°-33°	30°-0°	90°-63°	60°-33°	30°-0°	90°-63°	60°-33°	30°-0°
Baltzopoulos	45%	53%	72%						
Scarvel	42%	48%	62%	44%	46%	58%	42%	40%	58%
Freeman	48%	50%	45%						
Santos	60%	61%	64%	66%	66%	67%	60%	61%	60%

Tabla 1 - [Resultados obtenidos de la Tesis de Maestría de Darío Santos]

En conclusión el método sugiere cuantificar el movimiento del CR para tener evidencia ante toma de decisiones, en especial en procesos de rehabilitación de una rotura de LCA.

4. Bibliografía

XXII Seminario de Ingeniería Biomédica
Núcleo de Ingeniería Biomédica
Facultades de Medicina e Ingeniería
UdelaR

[1] D. Santos, “Estudio de los centros de rotación instantáneos de la rodilla en pacientes con plastía del ligamento cruzado anterior” Tesis de Maestría, Mar., 2014.

[2] <http://www.pulevasalud.com>

[3] <http://www.drarregui.com/noticias/lesinnn-del-ligamento-cruzado-anterior-de-la-rodilla.html>

[4] <http://drcmelendez.com/tendon-rotuliano.html>

[5] <http://www.clinicafoianini.com/sitio/seccion/arco-en-c/>