

Rotación axial de rodilla, un estudio piloto

Axial knee rotation, a pilot study

Javier Martínez Torres¹, Yoly Carolina Soto Ballesteros², Claudia Patricia Carreño Díaz², Blanca Melia Candury Suárez², Manuel Quintero Motta³



1. Grupo "EL CUIDAR", Departamento de Enfermería, Universidad de Pamplona.
2. Estudiante de Fisioterapia; Universidad de Pamplona.
3. Fisioterapeuta. Docente Universidad de Pamplona.

Resumen

La rotación axial de la rodilla es uno de los movimientos que menos se ha documentado, describiéndose que no presenta una capacidad funcional aislada, pero el cual es importante para los procesos de rehabilitación ya que se afirma que está directamente relacionada con el estado de los ligamentos cruzados, colaterales, y la capsula articular. **Objetivo:** estimar el valor de la rotación activa axial interna y externa, de rodilla con flexión de rodilla de 90°. **Método:** se realizó un estudio trasversal, donde se tomó una muestra de 50 pacientes, a los cuales se les midió la rotación axial de rodilla con flexión de 90°, el instrumento que se utilizó fue diseñado por los autores del estudio y no está validado. **Resultados:** el 56% de la población eran hombres, la edad promedio fue $21,0 \pm 2,5$; se estimó que el valor de la rotación externa de rodilla con 90° de flexión fue de $26,7 \pm 4,9$, y la interna de $22,9 \pm 4,9$; no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las rotación interna del miembro inferior izquierdo con la rotación interna del miembro inferior derecho ($p > 0,05$), de igual manera sucede con la rotación externa ($p > 0,05$); sin embargo cuando se compara la rotación externa y la rotación interna en el mismo miembro, se encuentran diferencias significativas para ambos miembros inferiores ($p < 0,05$). Al realizarse comparaciones entre rotación interna y la rotación externa de los miembros inferiores entre hombres y mujeres, no se hallaron diferencias significativas ($p > 0,05$). **Conclusión:** los valores de rotación interna y rotación externa no divergen por género; sin embargo cuando se realizan comparaciones entre la rotación interna y rotación externa en el mismo miembro inferior, se encuentran diferencias siendo mayor la rotación externa ($p < 0,05$). **Palabras clave:** Rodilla, articulación de la rodilla, biomecánica, movimiento.

Abstract

Axial Rotation Knee is one of the movement least documented, which does not have an isolated functional capacity, but it is important to the rehabilitation process because it is directly related to the condition of the cruciate ligaments, collateral ligaments, and joint capsule. **Objective:** To estimate Internal and External Axial Rotation of knee, with flexion on 90°. **Method:** A sample of 50 patients was taken, where axial rotation knee flexions on 90° were measured; the instrument used was designed by the authors and it is not validated. **Results:** 56% of the population was male, aged between 18 and 28 years old, (21.0 ± 2.5), we estimated external rotation with knee flexion on 90° value for both lower limbs that was 26.7 ± 4.9 , and the internal one was 22.9 ± 4.9 ; there was no difference between left leg internal rotation with right leg internal rotation ($p > 0.05$), similarly it happens with external rotation ($p > 0.05$); however, when external and internal rotation were compared in the same leg, significant differences were found for both lower limbs ($p < 0.05$). When we compared internal and external rotation between men and women, no significant differences were found ($p > 0.05$). **Conclusion:** the values of internal and external rotation do not differ by gender, but when compared internal and external rotation, we found differences in which the external rotation is the greater one. ($p < 0,05$). . **Keywords:** Knee, Knee Joint, Biomechanics, Movement.

Key words: Knee, knee joint, biomechanics, movement.

Introducción

La Rotación Axial de Rodilla (RAR) es uno de los movimientos que menos se ha documentado en cuanto a la biomecánica de esta articulación, ya que este movimiento no presenta una capacidad funcional aislada, pero que se debe tener en cuenta para programas de rehabilitación, debido a que se ha descrito que los pacientes con inestabilidad tienen modificaciones en la RAR, documentándose diferencias en rotación desde los 5° de flexión de rodilla (1).

Kendall describe que la articulación de la rodilla es de tipo gínglimo o en bisagra modificada, formada por la unión de los cóndilos del fémur con las mesetas de la tibia, pero no hace énfasis en el desarrollo de los movimientos de RAR (2). La rotación axial es factible debido a la existencia de un pivote llamado “*el macizo de las espinas tibiales*” que constituyen la vertiente externa de la glenoide interna y la vertiente interna de la glenoide externa; por este *pivote* central o más concretamente, por la espina tibial interna pasa el eje vertical “X”, a través del cual se efectúan movimientos de rotación axial o longitudinal; también se designa bajo el nombre de pivote central (3, 4). Un estudio realizado por Andersen (5) donde se analizan una serie de 40 cadáveres humanos indican que los ligamentos cruzados (LC) juegan un rol importante en la limitación de la RAR, señalando que cuando hay reconstrucción en cualquiera de los dos LC, las nuevas fuerzas de tensión que se aplican intrínsecamente en la rodilla produce restricción en los movimientos rotacionales de la rodilla.

La rotación de la rodilla alrededor de su eje longitudinal es un movimiento que solamente se puede realizar cuando esta está en flexión, mientras que cuando se encuentra en extensión se produce un bloqueo de la RAR (3). Genot (6) describe que la morfología de la rodilla es compleja, y que esta se encuentra influida considerablemente por la presencia de genu varu, *genu valgum* o *recurvatum*, que son variaciones que se encuentran con frecuencia en la población media; y que podrían llegar a modificar no solamente los valores para los movimientos de flexo-extensión, sino también el de la RAR. El estudio de la RAR aunque no se ha descrito profundamente, tiene conceptos que se han documentado tales como la ubicación de los ejes de movimiento descrito por Millares (7) quien afirma que el eje del movimiento de flexo-extensión se encuentra a nivel de los cóndilos femorales en la inserción de los

ligamentos medial y lateral, y el eje de la RAR se localiza a nivel de las espinas tibiales (8).

Materiales y métodos

Tipo y diseño de estudio: Se realizó un estudio descriptivo transversal, desarrollado como prueba piloto que permitió estimar el valor de RAR, y de igual manera evaluar las diferencias entre rotación externa (RE) y rotación interna (RI) intra-género, y diferencias entre RE y RI para cada uno de los miembros inferiores (MMII).

Población y Muestra: Se tomaron 50 sujetos, estudiantes universitarios aparentemente sanos, sin antecedentes de lesiones de tipo ortopédico, vascular, neurológicas a nivel central o periférico en los miembros inferiores. Los criterios de inclusión fueron: ser mayor de 18 años de edad y menores de 28 años, firmar el consentimiento informado, aceptar ser parte de la investigación. El muestreo fue a conveniencia de los autores.

Cálculo de la muestra: No se realizó cálculo del tamaño de la muestra, ya que corresponde a una prueba piloto donde se tomaron como se mencionó anteriormente un total de 50 sujetos (10).

Procesos de medición y recolección de la información:

La valoración de la RAR se realizó con el paciente en posición sedente con una silla graduable para que la rodilla estuviese flexionada a 90° que fueron comprobados con goniómetro; estas mediciones fueron realizadas por tres estudiantes de fisioterapia de sexto semestre, quienes fueron entrenados con el fin de estandarizar y unificar el proceso de valoración, la toma de datos fue supervisada por un docente de fisioterapia, y los datos fueron consignados en un formato destinado para tal fin; en el momento de realizar la medición, se estabilizó la rodilla por parte de unos de los evaluadores para evitar compensaciones de cadera, se tomaron cuatro mediciones por cada rotación en cada miembro inferior; para estimar el valor de la RE y RI de cada uno de los MMII se tomó el valor promedio de las tres últimas mediciones. La medición de las RAR se tomó por medio de un instrumento desarrollado por los investigadores el cual no está validado, que constó de una tabla de “triple” de 50 centímetros (cm) por 50 cm, donde se ubicó el eje de la rotación a una distancia de 40 cm de largo y 25 cm de ancho; para estabilizar el tobillo se usó

un tubo de PVC que fue calentado a una temperatura que permitió moldearlo y doblarlo de manera que quedó 15 cm para el largo del pie, y 25 cm para el largo de la pantorrilla y que estuvo a la altura de los gastrosoleos; se le abrieron orificios a una distancia de 4 cm de distancia a cada lado donde fue ubicado un velcro, que produjo la estabilización del tobillo; en la tabla se dibujaron los grados (Figura 1).



Figura 1. Instrumento de valoración

En esta tabla se marcaron los ángulos para realizar la medición, el paciente partía del punto neutro al cual se llamó “primer rayo” con un valor de 0°, posterior a esto se le indicaba que rotara de manera activa con una orden verbal correspondiente a “lleve los dedos hacia fuera o adentro sin doblar el tobillo”; el punto de medición final conocido como “segundo rayo” era el grado donde el paciente refería que no podía rotar más, siendo punto donde se tomó el valor de la rotación. Se debe tener en cuenta que al ser un instrumento no validado, está limitado posibles sesgos en el desarrollo de la medición.

Análisis estadístico: Se inició, con un análisis exploratorio donde se calcularon estadísticas descriptivas (medidas de tendencia central y de dispersión). Para estimar la normalidad de las variables se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk; las diferencias entre las rotaciones se hicieron por medio de estadística no paramétrica, con los test de U-Mann Withney y Wilcoxon, adicional se usó la prueba de Ji2 de Pearson. Se realizaron comparaciones por género para cada una de las rotaciones; diferencias entre RE y RI intra-género; diferencias entre RE y RI para cada MMII, los análisis fueron realizados en SPSS versión 20 para Mac y se consideró como significativo un valor $P < 0.05$.

Consideraciones éticas: El estudio se desarrolló de acuerdo a las normas establecidas en la Resolución

8430 de 1993 del Ministerio de Salud; de acuerdo con su artículo 11, este estudio se clasifica como una investigación “sin riesgo”. La participación fue voluntaria y quienes aceptaron formar parte del estudio firmaron un consentimiento informado. Los datos fueron manejados con estricta confidencialidad y anonimato sin realizarse análisis individuales, el formato de valoración estaba numerado con un código el cual sólo fue útil para el proceso de tabulación y el cual estaba separado del registro de consentimiento informado.

Resultados

La muestra estuvo constituida por 50 estudiantes universitarios aparentemente sanos; de la cuales el 56% eran hombres sin diferencias significativas para los géneros ($p < 0,396$); entre 18 y 28 años de edad ($21,0 \pm 2,5$ IC95% 20,3-21,7). Se encontró que el valor promedio en la rotación externa de rodilla con flexión de 90° para ambos MMII fue de $26,7 \pm 4,9$, y la rotación interna de rodilla con flexión de 90° para ambos MMII fue de $22,9 \pm 4,9$; en la tabla 1, se muestra cómo se comportan las rotaciones por cada uno de los MMII, donde se evidencia que no hay diferencias entre las RI del miembro inferior izquierdo (MII) con la RI del miembro inferior derecho (MID) ($p > 0,05$); de igual manera sucede con las RE ($p > 0,05$); sin embargo cuando se comparan la RE y la RI en el mismo miembro se muestran diferencias significativas para ambos casos ($p < 0,05$).

Al realizarse comparaciones entre RI y RE de los MMII entre hombres y mujeres, no se hallaron diferencias significativas ($p > 0,05$); cabe resaltar que cuando se comparó la RE con la RI del miembro inferior izquierdo (MII) en las mujeres se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$), sin embargo en el grupo masculino no se encontraron estas diferencias ($p > 0,05$); similar tendencia se encontró en el MID para el caso de las mujeres donde se encontró que no hay diferencias estadísticamente significativas entre la RI y la RE ($p > 0,05$).

Discusión

El objetivo de este estudio fue examinar los valores de la RAR, y las posibles diferencias estadísticas entre el valor de la RE y RI intra-género; diferencias entre RE y RI para cada MMII, en una muestra piloto de estudiantes universitarios sanos. Estudios previos

realizados, mostraron resultados similares a lo reportado en este trabajo (1, 10-14). Los resultados de este estudio muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas en el valor de la RE y la RI entre hombres y mujeres, y adicional muestran que la RE es mayor que la RI en el mismo MMII.

Los primeros análisis de la RAR se desarrollaron en 1853 por Meyer, donde se encontraron 52° de RI a los 60° grados de flexión de rodilla, 42° de RI a los 90° grados de flexión, 38° de RI a los 120° grados de flexión, 32° de RI a los 150° grados de flexión, pero él no reporto el número de casos examinados (10). En un estudio desarrollado con cuatro cadáveres por Mushall y cols, en el cual para la medición se utilizó una bota que realizaba la RAR de manera pasiva, y donde se encontró que la RI a los 90° de flexión de rodilla es similar a la encontrada en nuestro estudio (27.33 ± 0.15), sin embargo cabe resaltar que el valor de la RE mostró valores diferentes a los hallados en el nuestro (18.78 ± 0.33) (11). En otro estudio que fue realizado por Ouellet (12) se encontró que en posición sedente con una flexión de rodilla de 90° la RE en el MID fue de 40° y en el MII donde se halló 43°.

Bertram (1) desarrolló un estudio donde comparativo para cuantificar la RAR, donde se estudió 17 sujetos con rodillas sanas, y 19 con inestabilidad. En los sujetos normales se pudo analizar que la RAR con 90° de flexión de rodilla mostró una RE aproximada de 45° y una RI 25°. Mientras que en los pacientes que presentaban inestabilidad de la rodilla se encontró para la RE 41° y para la RI 14°, dando como resultado diferencias estadísticamente significativas.

En otro estudio donde se tomaron 103 sujetos con edades entre 20-79 años, quienes fueron filmados por medio un sistema optoelectrónico mostró que no se encontraron diferencias significativas entre la RI (22.9 ± 0.7) y la RE (22.3 ± 1.0), de igual manera no se encontraron diferencias entre hombres y mujeres (13), resultados similares se encontró en un estudio desarrollado por Favre *et al* (14).

La RAR es importante dentro de los procesos de rehabilitación, ya que se ha descrito que estas rotaciones están relacionados con el desarrollo de lesiones de rodilla, y estas se dan cuando los meniscos que se desplazan de manera pasiva, arrastrados por los cóndilos son desplazados de manera anormal (3). Otro autor afirmó que la RAR está directamente relacionada con el estado de los ligamentos cruzados, colaterales, y la capsula articular (15). Se recomienda realizar estudios que permitan evaluar la relación entre distintas alteraciones de la rodilla y los valores de la RAR. El presente estudio tiene las limitaciones propias de los estudios transversales (16, 17).

Cabe resaltar que la bibliografía disponible no es muy amplia para el análisis de las rotaciones, su impacto biomecánico y kinesiopatólogico en la articulación; generando una serie de incógnitas que incentivan a la búsqueda o cuantificación más precisa de las rotaciones y a una posible ligación etiológica con procesos degenerativos, la mayoría de estudios que tiene como tópico central la rehabilitación de rodilla se limitan a la flexo-extensión de esta articulación (18, 19).

Tabla 1. Valores de las Rotaciones Internas y Externas para ambos Miembros

	Miembro inferior Izquierdo (X±DE)	Miembro inferior Derecho (X±DE)	Valor p
Rotación Externa	27,1±6,1	26,6±5,1	0,230 ^a
Rotación Interna	24,1±5,4	23,6±4,9	0,607 ^a
Valor p	0,000 ^a	0,001 ^a	

X±DE = promedio ± DE

^a Valor de p según la prueba de Wilcoxon.

Tabla 2. Distribución de rotaciones y lateralidad según sexo

Variable		Sexo		Comparación por sexo Valor de p
		Hombre (n=28) (X±DE)	Mujer (n=22) (X±DE)	
Edad años		20,9±2,5	21,0±2,5	0,767 b
Miembro inferior Izquierdo	Rotación Externa	27,7±6,8	26,5±5,0	0,457 b
	Rotación Interna	25,2±5,6	22,7±4,9	0,241 b
	Valor de p	0,101 a	0,002 a	
Miembro inferior Derecho	Rotación Externa	27,6±5,3	25,3±4,7	0,153 b
	Rotación Interna	24,1±4,5	22,9±5,4	0,264 b
	Valor de p	0,003 a	0,053 a	

X±DE = promedio ± DE

a Valor de p según la prueba de Wilcoxon.

b Valor de p según la prueba U de Mann-Whitney

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés, esta investigación ha sido desarrollada dentro del marco de “proyectos de aula”, la cual no tuvo ningún patrocinio institucional.

Referencias

- Bertram Z. Rotational motion of the knee. *Am J Sports Med.* 1983;11:152-6.
- Kendall FP, Kendall McCreary E, Geise Provance P. *Músculos, Pruebas, Funciones Y Dolor Postural.* Cuarta Edición. Buenos Aires: Editorial Marban; 2000.
- Kapandji AI. *Fisiología Articular.* Tomo II, Miembro Inferior. Sexta Edición. México DF: Editorial Panamericana; 2012.
- Christel P. Anterior cruciate ligament and rotation stability. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2005; 91:18–22.
- Andersen HN, Dyhre-Poulsen P. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 1997; 5(3):145-9.
- Génot C, Neiger H, Leroy A, Pierron G, Dufour M, Pézinou G, et al. *Kinesioterapia.* Tomo I, Principios. Miembros inferiores. Evaluaciones. Técnicas pasivas y activas del aparato locomotor. México DF: Editorial Panamericana; 1988.
- Millares R, Puig C. *Biomecánica clínica del aparato locomotor.* Primera edición. Barcelona: Masson SA; 2000.
- Houck JR, Duncan A, De Haven KE. Knee and hip angle and momento adaptations during cutting tasks in subjects with anterior cruciate ligament deficiency classified as noncopers. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005;35:531-40.
- Ross RF: A quantitative study of rotation of the knee joint in man. *Anat Rec.* 1932;52:209-22.
- Hertzog MA. Considerations in determining sample size for pilot studies. *Res Nurs Health.* 2008;31:180-91.
- Musahl V, Bell KM, Tsai AG, Costic RS, Allaire R, Zantop T, et al. Development of a simple device for measurement of rotational knee laxity. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2007;15:1009-12.
- Ouellet R, Levesque HP, Laurin CA: The ligamentous stability of the knee: an experimental investigation. *Can Med Assoc J.* 1969;100:45-50.

13. Lovecchio N, Galante D, Turci M, Sforza, Ferrario VF. Quantitative Analysis of Rotational Movements of Knee in Healthy Subjects During Treadmill Barefoot Walking. *Ope Sport Med J*. 2008, 2, 28-33.
14. Favre J, Luthi F, Jolles BM, Siegrist O, Najafi B, Aminian K. A new ambulatory system for comparative evaluation of the threedimensional knee kinematics, applied to anterior cruciate ligament injuries. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006;14:595-604.
15. Mossberg, k. Smith Ik. Axial rotation of the knee in women. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1983;4:236-40.
16. Szsκλο M, Nieto J. *Epidemiology, Beyond the Basics*. Chicago: Aspen Publishers Inc; 2000.
17. Hernández-Ávila M. *Epidemiología: diseño y análisis de estudios*. México, DF: Editorial Médica Panamericana; 2007.
18. Medical Advisory Secretariat. *Physiotherapy rehabilitation after total knee or hip replacement: an evidence-based analysis*. Ontario Health Technology Assessment Series 2005; 5(8).
19. Ramos JJ, López-Silvarrey FJ, Segovia JC, Martínez H.; Legido JC.. *Rehabilitación del paciente con lesión del ligamento cruzado anterior de la rodilla (LCA)*. Revisión. *Rev Int Med Cie Act Fís y Dep*. 2008;8:62-92

Correspondencia:

Javier Martínez Torres
E-mail: epid_javier@hotmail.com

Recibido para publicación: diciembre 23 de 2013

Aprobado para publicación: abril 30 de 2014

Forma de citar:

Martínez-Torres J, Soto-Ballesteros Y, Carreño-Díaz C, Candury-Suárez B.M, Quintero-Motta M. Rotación axial de rodilla, un estudio piloto. Revista ces mov. salud 2014; 2(1):17-22



UNIVERSIDAD CES

Un Compromiso con la Excelencia
Resolución del Ministerio de Educación Nacional No. 1371 del 22 de marzo de 2007