



# Guía de instrucción programada de biomecánica de Rodilla

Este cuadernillo consta de una primera parte de información sobre el tema y una segunda parte de ejercitación de la información adquirida en modalidad choice. Esta se intercala luego de cada bloque de información, el cual debe realizar una vez comprendido el tema, dado que NO se puede volver al texto una vez que se inicia la actividad práctica.

Se recomienda al alumno que para su mayor comprensión acerca de la biomecánica de las articulaciones, lea de la bibliografía oficial los conceptos básicos de **artrología, miología y generalidades anatómicas**.

**Recuerde que No se debe escribir en el cuadernillo. Las actividades se realizan en hoja aparte.**

## Usted debe:

1. Leer detenidamente el bloque de información que se encuentra previo a la ejercitación.
2. Al momento de la ejercitación ya no se puede volver a la información.
3. Se discute en forma grupal la respuesta.

Se prohíbe la difusión de este y todos los documentos hechos por la Cátedra III de Anatomía, por cualquier medio electrónico, a excepción del Aula Virtual de la Cátedra. Quedando sujetos a sanción académica quienes lo hagan.



## Rodilla

La rodilla es la articulación intermedia del miembro inferior (véase figura 1). Es un **complejo articular** formado por tres carillas articulares, la femoral, la tibial y la patelar. Se considera también **compleja** porque tiene dos meniscos interpuestos entre los cóndilos. En el presente trabajo, se tomará como rodilla a la articulación fémorotibial, dejando de lado la acción de la rótula.



Figura 1. Rx de Rodilla de Perfil (izquierda) y de frente (derecha). Gentileza del Área de Anatomía Viviente de la Cátedra III de Anatomía.

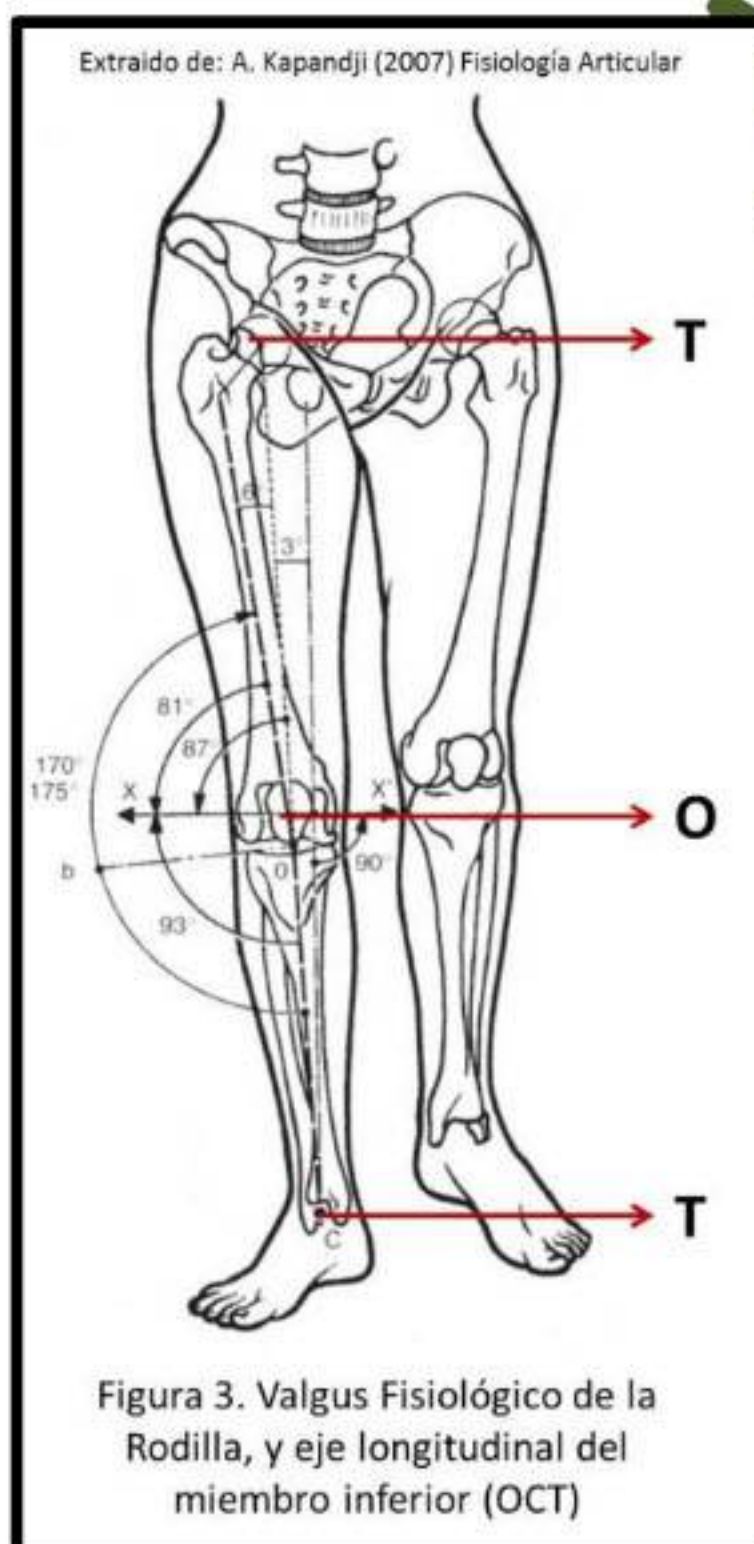
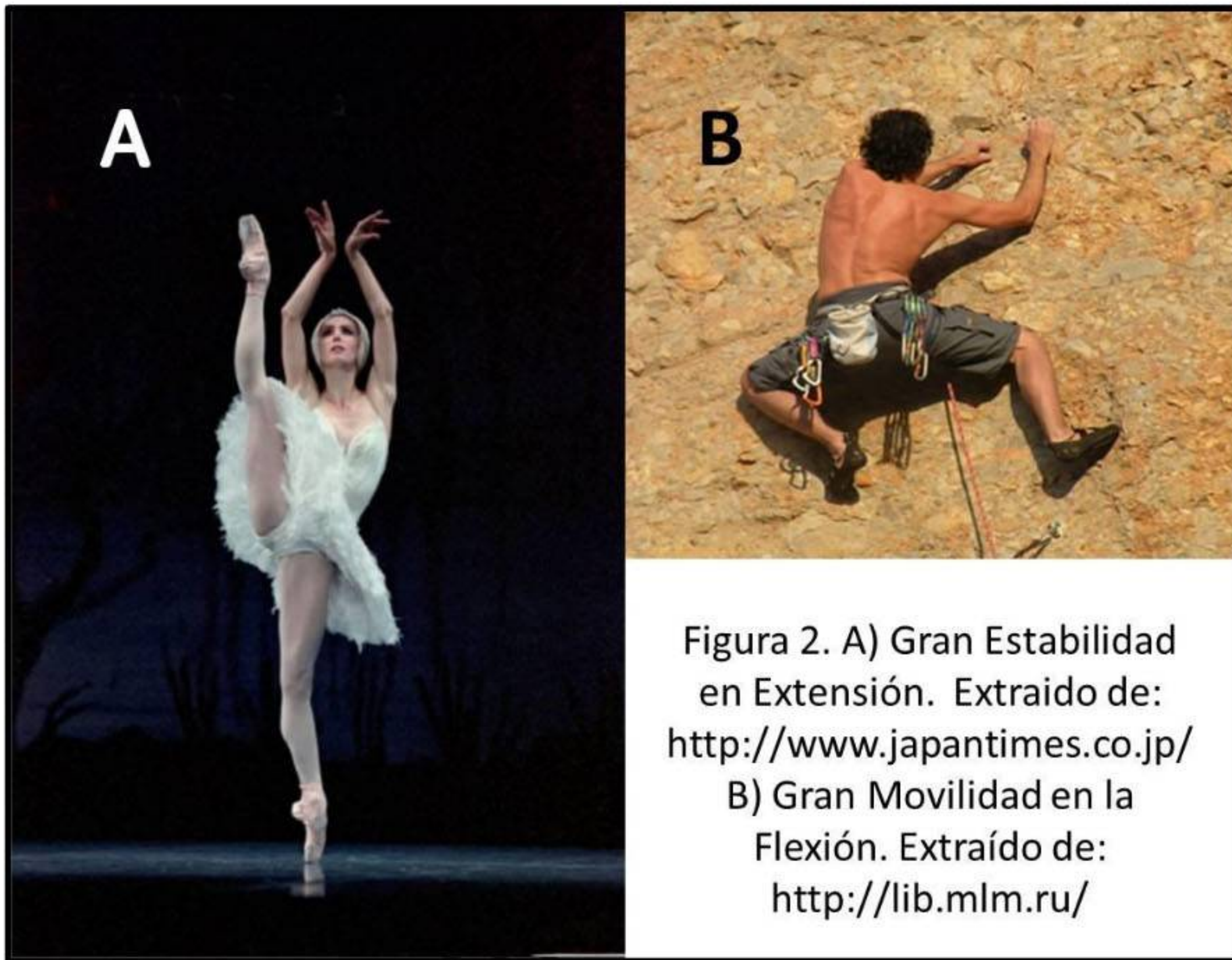
La articulación fémorotibial es de tipo **sinovial**, y de género **bicondílea doble** ("bicondílea" porque las carillas articulares corresponden al cóndilo del fémur y al cóndilo de la tibia y "doble" porque son dos pares de cóndilos en la misma articulación). Tiene dos grados de libertad, o sea, realiza los movimientos de flexo-extensión, y rotación, aunque los movimientos principales sean los primeros.

Desde el punto de vista mecánico, la articulación se considera un caso sorprendente, debido sus dos características más importantes:

- Posee una gran Estabilidad en extensión máxima, posición en la que la rodilla mantiene el peso del cuerpo (véase figura 2 A). En esta posición se vuelve vulnerable a fracturas articulares y roturas ligamentosas.
- Adquiere una gran Movilidad a partir de cierto ángulo de flexión, movilidad necesaria para la orientación óptima del pie en relación a las irregularidades del terreno (véase figura 2 B). En esta posición se vuelve vulnerable a lesiones meniscales y ligamentosas.



Sin embargo, en la flexión, la rodilla se vuelve inestable, exponiéndose al máximo a lesiones ligamentosas y meniscales.



Teniendo en cuenta la forma en “voladizo” del cuello femoral el eje longitudinal de la diáfisis femoral no está situado en la prolongación del eje de la pierna y forma con este un ángulo obtuso (cuyo vértice se ubica en la rodilla) abierto hacia lateral de alrededor de 170°-175° que se denomina **valgus fisiológico** de la rodilla. Aún así, los tres centros articulares de la cadera (C), de la rodilla (O), del tobillo (T) están alineados en una misma recta **COT** que representa el **eje mecánico del miembro** (véase figura 3)

Se prohíbe la difusión de este y todos los documentos hechos por la Cátedra III de Anatomía, por cualquier medio electrónico, a excepción del Aula Virtual de la Cátedra. Quedando sujetos a sanción académica quienes lo hagan.





**Actividad 1:**

1. **Ubique los principales accidentes óseos que puede ver en la Radiografía de la Figura 1**
2. **Marque la opción INCORRECTA**
  - a. La rodilla posee gran estabilidad en la extensión
  - b. La rodilla posee gran movilidad en la flexión
  - c. La rodilla puede rotar en extensión
  - d. La rodilla puede rotar en flexión
3. **El valgus fisiológico es, marque la correcta:**
  - a. Un sinónimo de "rodilla"
  - b. El ángulo que forman el eje de la pierna y el muslo, cuyo vértice se encuentra en la rodilla.
  - c. Un ángulo agudo que mira hacia medial.
  - d. El ángulo que forma la cadera y el tobillo, obtuso y mira hacia afuera.

CATEDRA III DE ANATOMÍA

Se prohíbe la difusión de este y todos los documentos hechos por la Cátedra III de Anatomía, por cualquier medio electrónico, a excepción del Aula Virtual de la Cátedra. Quedando sujetos a sanciones académicas quienes lo hagan.



## Movimientos de la Articulación de la rodilla:

La rodilla realiza el movimiento de flexión-extensión sobre un eje transversal (véase figura 4 eje X,X') en un plano sagital; y rotación sobre un eje longitudinal (véase figura 4 eje Y,Y') en un plano axial.

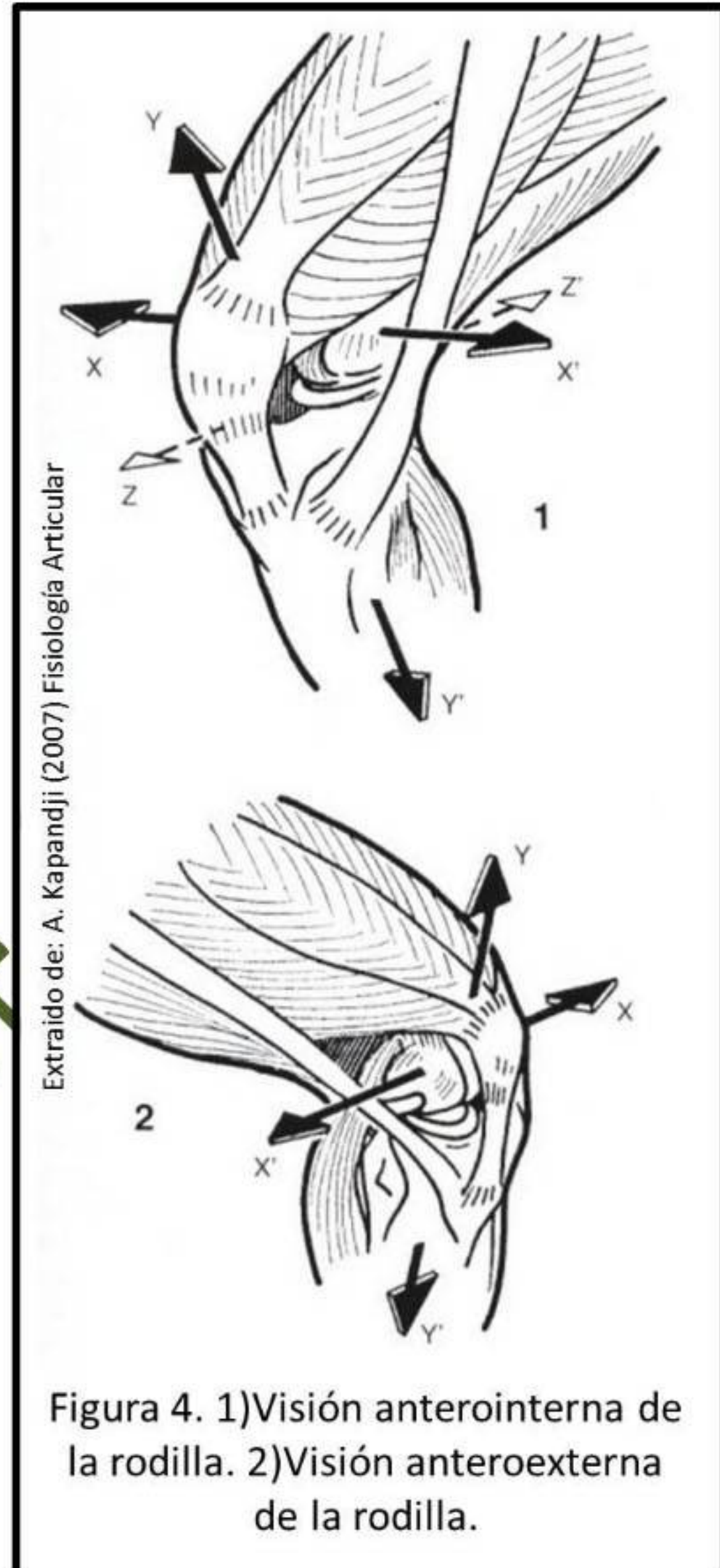
### Flexoextensión de la rodilla:

Este movimiento es el principal de la rodilla. Su amplitud se mide a partir de la posición anatómica de referencia que corresponde a la rodilla extendida. Entonces, **el único movimiento absoluto será la flexión, mientras que la extensión se considerará a partir de algún grado de flexión de la rodilla, es decir, es relativa.**

La **extensión** (véase figura 5 A) se define como el movimiento que aleja la cara posterior de la pierna de la cara posterior del muslo. Si bien, como se aclaró en el párrafo anterior, es un movimiento relativo, en algunas patologías puede extenderse más allá de la posición de referencia, llamándose este signo "genu recurvatum". La **extensión relativa** (véase figura 5 B) es, como se dijo, el movimiento que completa la extensión de la rodilla, a partir de cualquier posición de flexión. Se trata del movimiento normal que se produce durante la marcha o al momento de levantarse.

La **flexión** es el movimiento que aproxima la cara posterior de la pierna a la cara posterior del muslo. Existen movimientos de **flexión absoluta** a partir de la posición de referencia y movimientos de **flexión relativa** a partir de cualquier posición de flexión.

La **flexión activa** alcanza los 140° si la cadera está previamente flexionada (véase figura 5 C) y llega a los 120° si la cadera está en extensión (véase figura 5 D). Esta diferencia de amplitud se debe a una disminución de eficacia de los músculos isquiotibiales. La **flexión pasiva** alcanza una amplitud de 160° (véase figura 5 E) y permite que el talón contacte con la nalga.

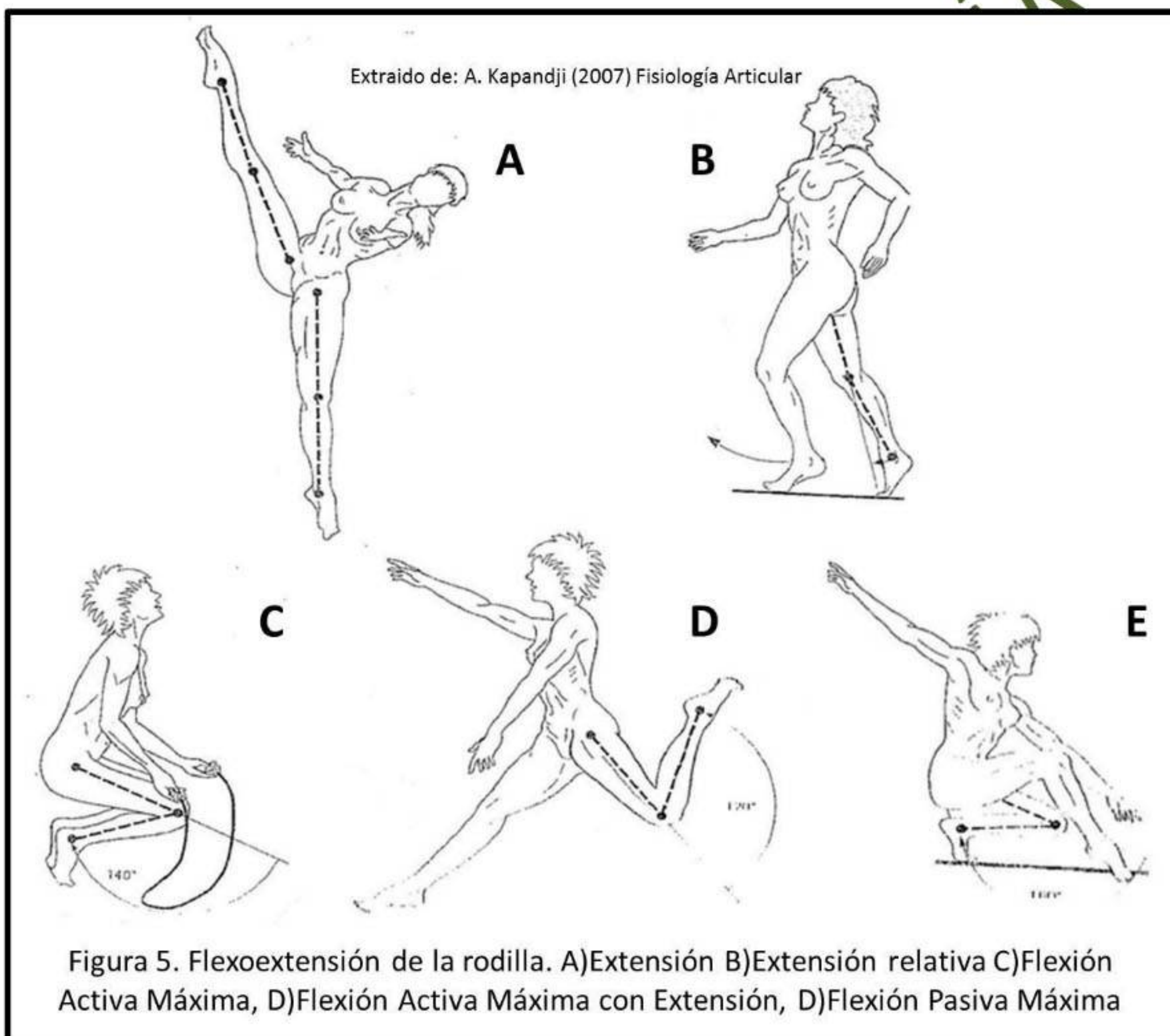


Se prohíbe la difusión de este y todos los documentos hechos por la Cátedra III de Anatomía, por cualquier medio electrónico, a excepción del Aula Virtual de la Cátedra. Quedando sujetos a sanciones académicas quienes lo hagan.



Los músculos que realizan la flexoextensión son:

<b>Músculo Extensor de la Rodilla</b>	Músculo Cuádriceps Femoral
	Músculo Bíceps Femoral
	Músculo Semitendinoso
	Músculo Semimembranoso
<b>Músculos Flexores de la Rodilla</b>	Músculo Grácil
	Músculo Sartorio
	Músculo Poplíteo
	Músculos Gastrocnemios



### Rotación axial de la rodilla:

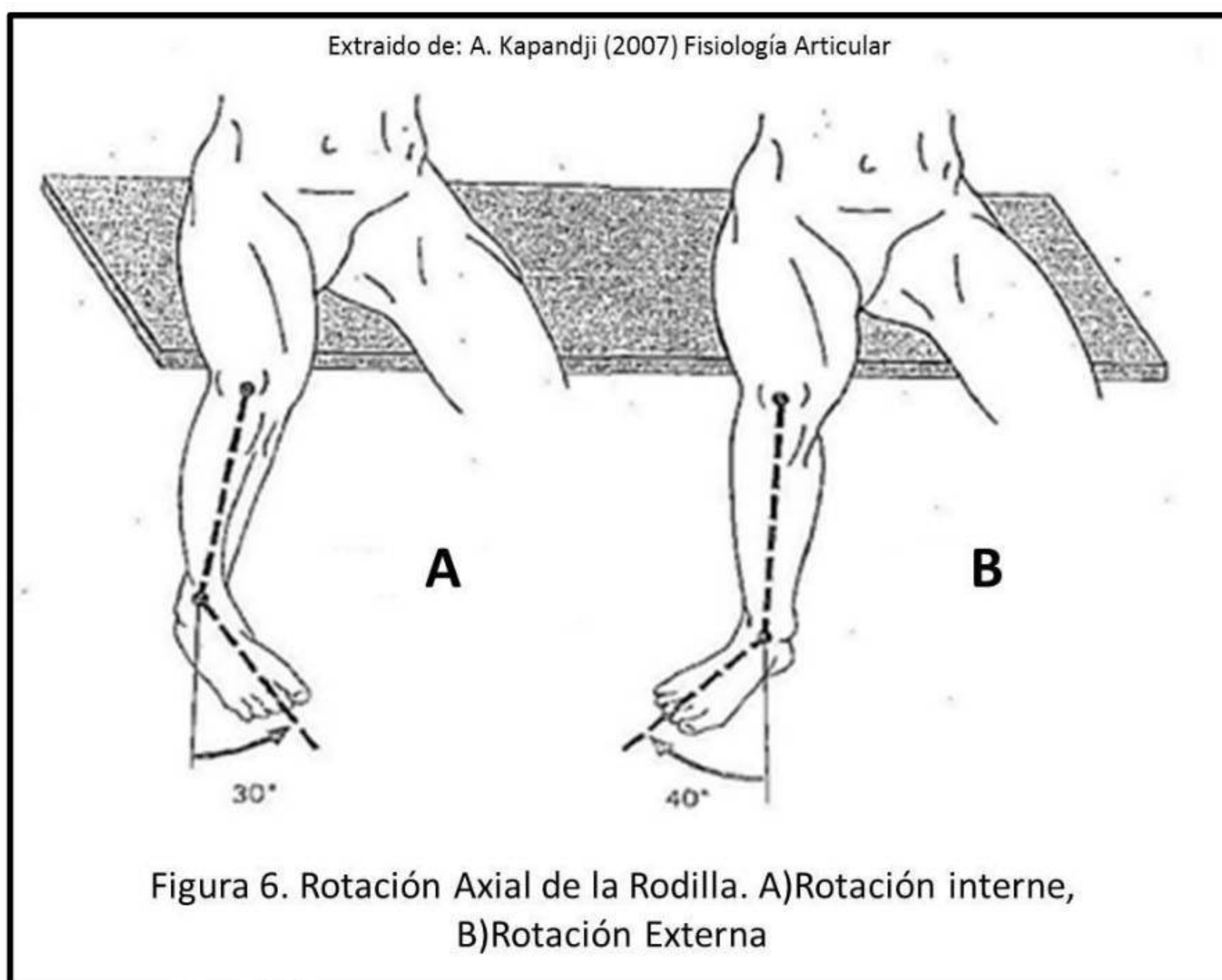
Es la rotación de la pierna alrededor de su eje longitudinal, este movimiento solo se realiza con la rodilla flexionada, debido a la relajación de los ligamentos que refuerzan la articulación se distienden.

La rotación interna es de 30° (véase figura 6 A) y dirige la punta del pie hacia



adentro y la rotación externa es de  $40^\circ$  (véase figura 6 B) y lo hace hacia afuera.

<b>Músculos Rotadores Internos</b>	Músculo Semimembranoso
	Músculo Semitendinoso
	Músculo Grácil
	Músculo Poplíteo
<b>Músculos Rotadores Externos</b>	Músculo Tensor de la Fascia Lata
	Músculo Bíceps Femoral



Se prohíbe la difusión de este y todos los documentos hechos por la Cátedra III de Anatomía, por cualquier medio electrónico, a excepción del Aula Virtual de la Cátedra. Quedando sujetos a sanción académica quienes lo hagan.



## **Actividad 2:**

### **1. Marque la opción correcta**

- a. La rodilla es una articulación que posee únicamente un solo grado de libertad (flexoextensión).
- b. El primer grado de libertad está condicionado por el eje transversal.
- c. También posee, de manera accesoria, un segundo grado de libertad, la rotación sobre el eje ánteroposterior de la pierna, que solo aparece si la rodilla está flexionada.

### **2. Identifique los músculos que se estarán utilizando en los siguientes movimientos:**



Se prohíbe la difusión de este y todos los documentos hechos por la Cátedra III de Anatomía, por cualquier medio electrónico, a excepción del Aula Virtual de la Cátedra. Quedando sujetos a sanciones académicas quienes lo hagan.



## Los Meniscos Interarticulares

La no concordancia de las superficies articulares se compensa por la interposición de los meniscos o fibrocartílagos semilunares. Estos anillos están ininterrumpidos a la altura de las eminencias intercondíleas de forma que se asemejan a una media luna, con un cuerno anterior y un cuerno posterior. Los del menisco externo están más próximos entre si formando casi una "o", y los del interno, más alejados, formando una "C".

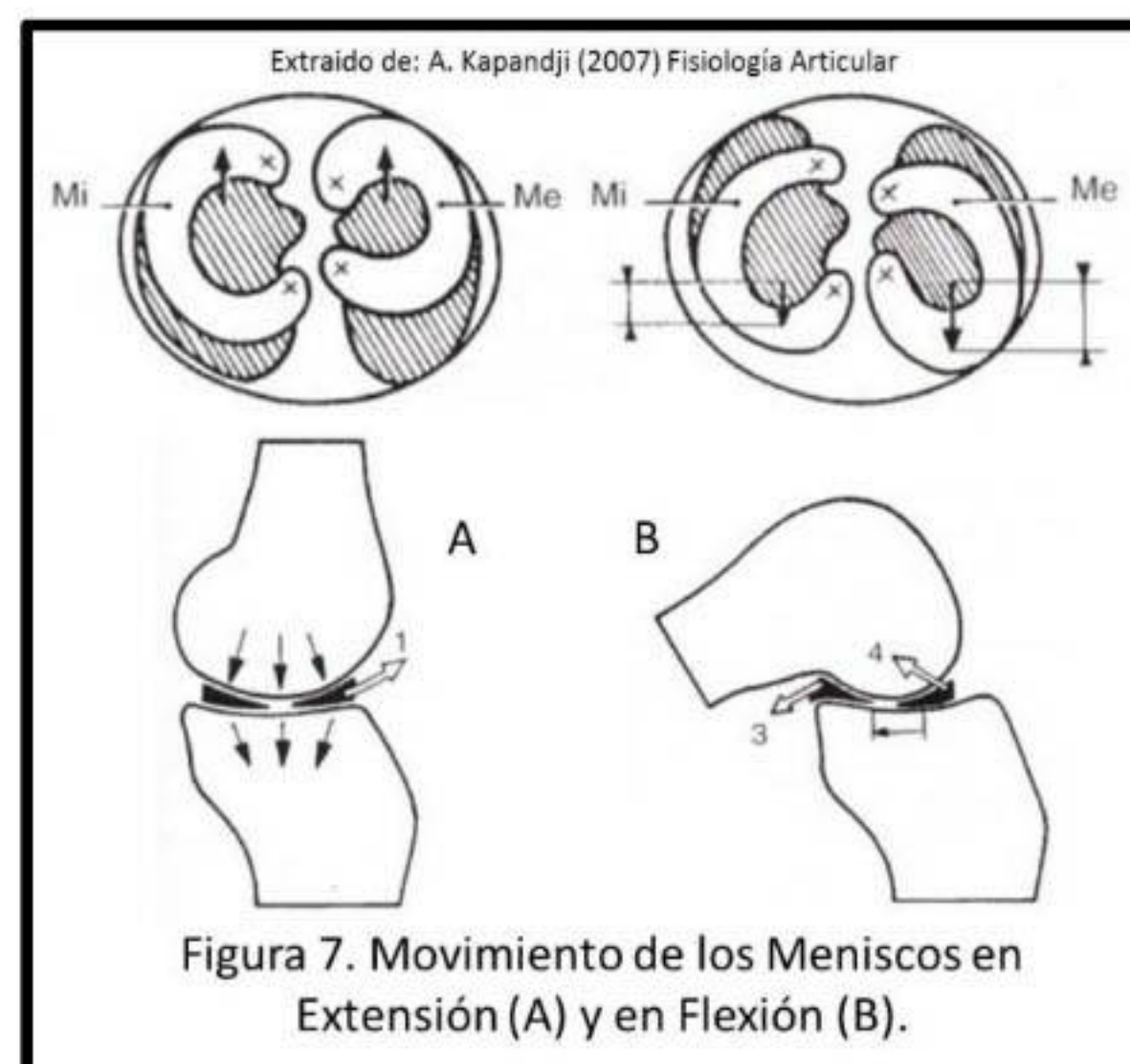
Si bien son móviles, mantienen conexiones muy importantes desde el punto de vista funcional. Las inserciones de los meniscos son:

Menisco Interno	Menisco Externo
El cuerno anterior se inserta en el angulo anterointerno de la superficie preespinal	El cuerno anterior se inserta por delante del tubérculo intercondileo lateral
El cuerno posterior se inserta en el angulo posterointerno de la superficie retroespinal	El cuerno posterior se inserta por detrás del tubérculo intercondileo lateral
Los dos cuernos anteriores se unen entre si mediante el ligamento transversal de la rodilla, que se adhiere a la rótula a través de los tractos del paquete adiposo (véase figura 12 E)	
Los alerones menisco rotulianos, que partes desde la rótula hasta la cara externa de cada menisco (véase figura 12 F)	
El ligamento colateral tibial fija sus fibras a la cara medial	El ligamento colateral peroneo se encuentra separado de este menisco por el tendón del músculo poplíteo que envía su expansión fibrosa al borde posterior externo del mismo.
El tendón del Músculo Semimembranoso envía haces al borde posterior de este menisco	A través del ligamento meniscomfemoral el cuerno posterior de este menisco se une al ligamento cruzado posterior

### Movimientos de los Meniscos en la articulación de la rodilla:

El punto de contacto entre los cóndilos del fémur y la tibia, se desplaza hacia anterior en el caso de la extensión, y hacia posterior en el caso de la flexión. Los meniscos, que se encuentran entre ambas carillas, se desplazan de la misma forma.

Los mismos desempeñan un papel importante como medio de unión elástico transmisor de las fuerzas de compresión entre ambos huesos. En extensión (véase figura 7 A), la superficie





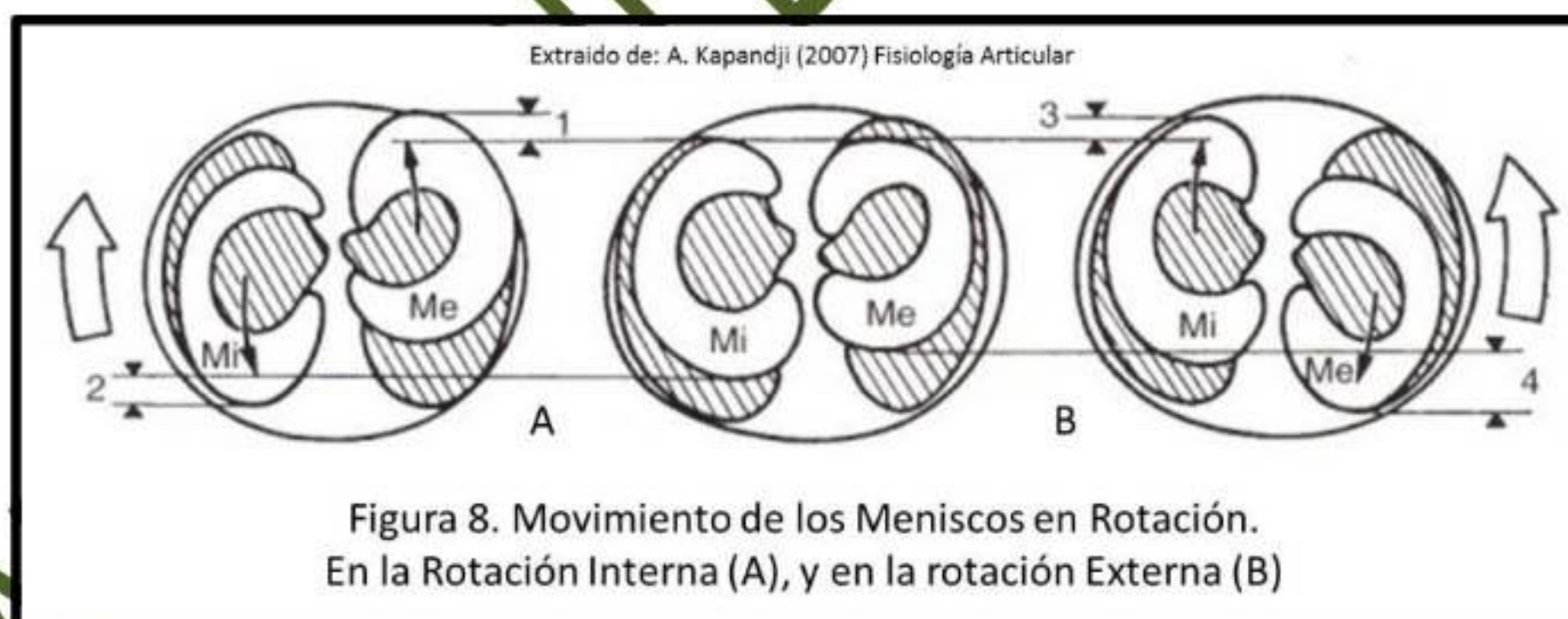
de contacto entre los platillos tibiales y los cóndilos del fémur es máxima y los meniscos se encuentran perfectamente intercalados, lo que facilita dicha transmisión de fuerzas. Por otro lado, en la flexión (véase figura 7B) la superficie de contacto entre las carillas es la menor y los meniscos pierden parcialmente el contacto con los cóndilos.

Entre los factores responsables de la movilización (traslación) existen pasivos y activos.

- **Factor Pasivo:** los cóndilos empujan los meniscos hacia adelante
- **Factores Activos:**
  - **En extensión:** se desplazan hacia adelante gracias a los alerones meniscorrotulianos, que se tensan por el desplazamiento de la rótula.
  - **En Flexión:**
    - ♦ Menisco Interno: impulsado hacia atrás por el músculo semimembranoso que se inserta hacia posterior, y por el ligamento anterior, que se inserta en el cuerno anterior.
    - ♦ Menisco Externo: impulsado hacia atrás por el músculo poplíteo.

En la rotación axial (véase figura 8):

Los meniscos siguen los desplazamientos de los cóndilos sobre las glenoides. La amplitud total del desplazamiento del menisco externo es dos veces mayor que la del menisco interno. Los desplazamientos son ante todo, pasivos (arrastrados por los cóndilos) y también existe un factor activo: la tensión del alerón meniscorrotuliano debido al desplazamiento de la rótula con respecto a la tibia.



Los movimientos de la rodilla pueden ocasionar lesiones meniscales cuando éstos no siguen los desplazamientos de los cóndilos sobre las glenoides, por ejemplo, en un movimiento de extensión brusca de la rodilla no hay tiempo para que uno de los meniscos se desplace hacia adelante (véase figura 9).





Figura 9. «Los movimientos de la rodilla pueden ocasionar lesiones meniscales cuando éstos no siguen los desplazamientos de los cóndilos sobre las glenoides»

## **Refuerzos ligamentosos de la Articulación de la Rodilla**

### **Los ligamentos colaterales:**

La estabilidad de la articulación de la rodilla depende de potentes ligamentos, los ligamentos cruzados y laterales.

**Los ligamentos colaterales refuerzan la cápsula articular por su lado interno y externo, garantizando la estabilidad lateral de la rodilla en extensión. se tensan durante la extensión y se distienden en la flexión.**

El **ligamento colateral tibial** (véase figura 12 D) se extiende desde la cara cutánea del cóndilo interno hasta el extremo superior de la tibia.

El **ligamento colateral peróneo** (véase figura 12 C) se extiende desde la cara cutánea del cóndilo externo hasta la cabeza del peroné.

En las fuerzas laterales bruscas de carrera y de la marcha, aseguran la estabilidad además de los ligamentos colaterales, los músculos:

Tensor de la fascia lata: refuerza al ligamento colateral peróneo y los músculos de la pata de ganso refuerzan al ligamento colateral tibial. Ambos están protegidos por los cuádriceps femorales.

### **Los ligamentos cruzados:**

A partir del momento en que la flexión se acentúa a 90° y luego a 120°, el ligamento cruzado posterointerno (LCPI) (véase figura 12 A) se endereza verticalmente y



se tensa proporcionalmente más que el lig. Cruzado ánteroexterno (LCAE) (véase figura 12 B).

En extensión e hiperextensión con respecto a la posición de partida, todas las fibras del LCAE están tensas, mientras que solo las fibras posterosuperiores del LCPI están tensas.

El LCAE se tensa en extensión y es uno de los frenos de la hiperextensión. Aunque, los cruzados, para algunos autores, están siempre tensos en algunas de sus fibras, en razón de su desigual longitud.

Los factores activos musculares que intervienen son:

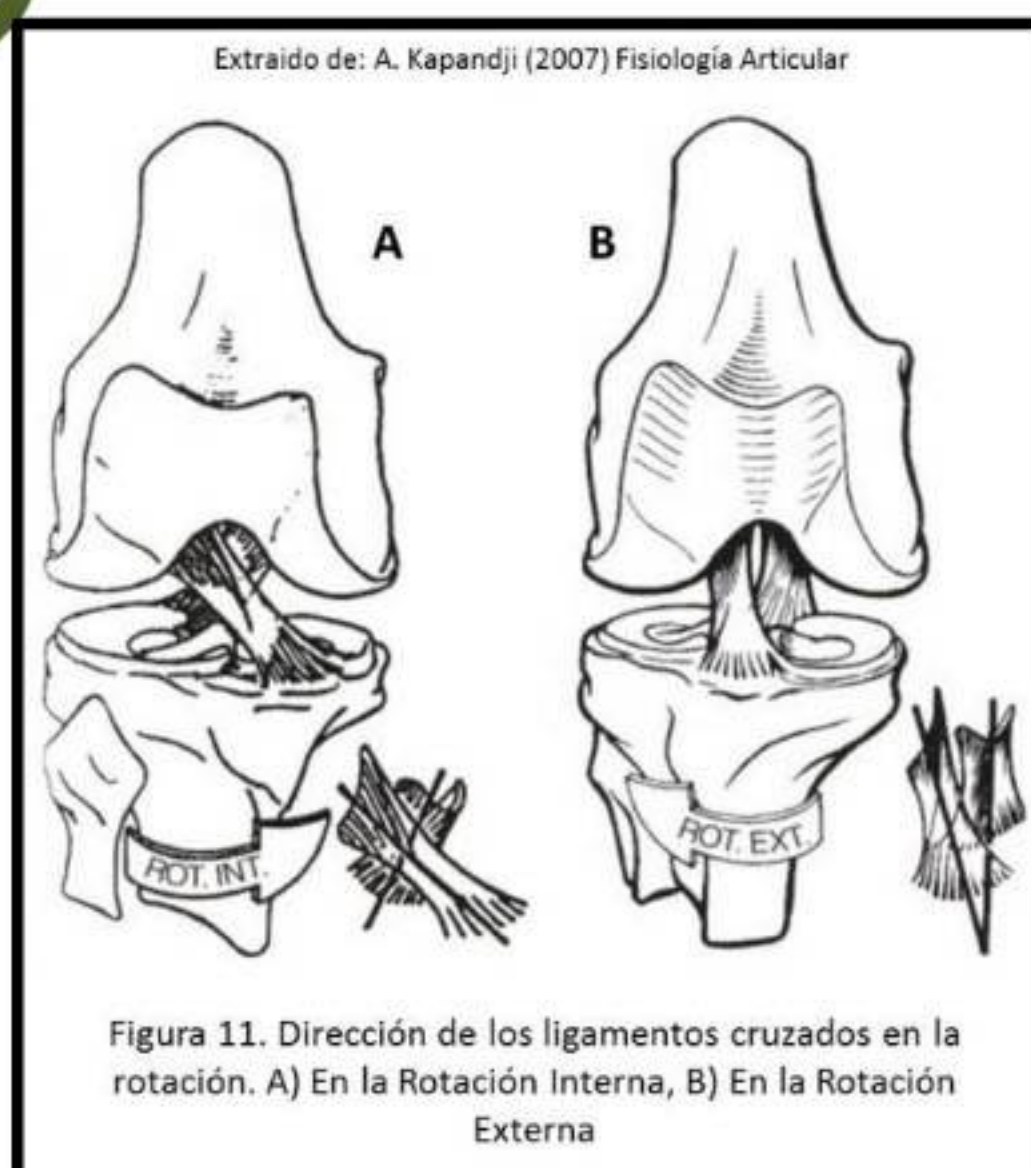
- Los extensores tiran de la tibia sobre el fémur hacia adelante en la extensión e inversamente lo hacen los flexores.
- Durante la flexión, el LCAE dirige al cóndilo hacia adelante y el LCPI durante la extensión desliza el cóndilo hacia atrás.

En rotación neutra las superficies se presentan separadas debido a una elasticidad superficial de los ligamentos, los ligamentos cruzados están bien cruzados uno sobre otro.

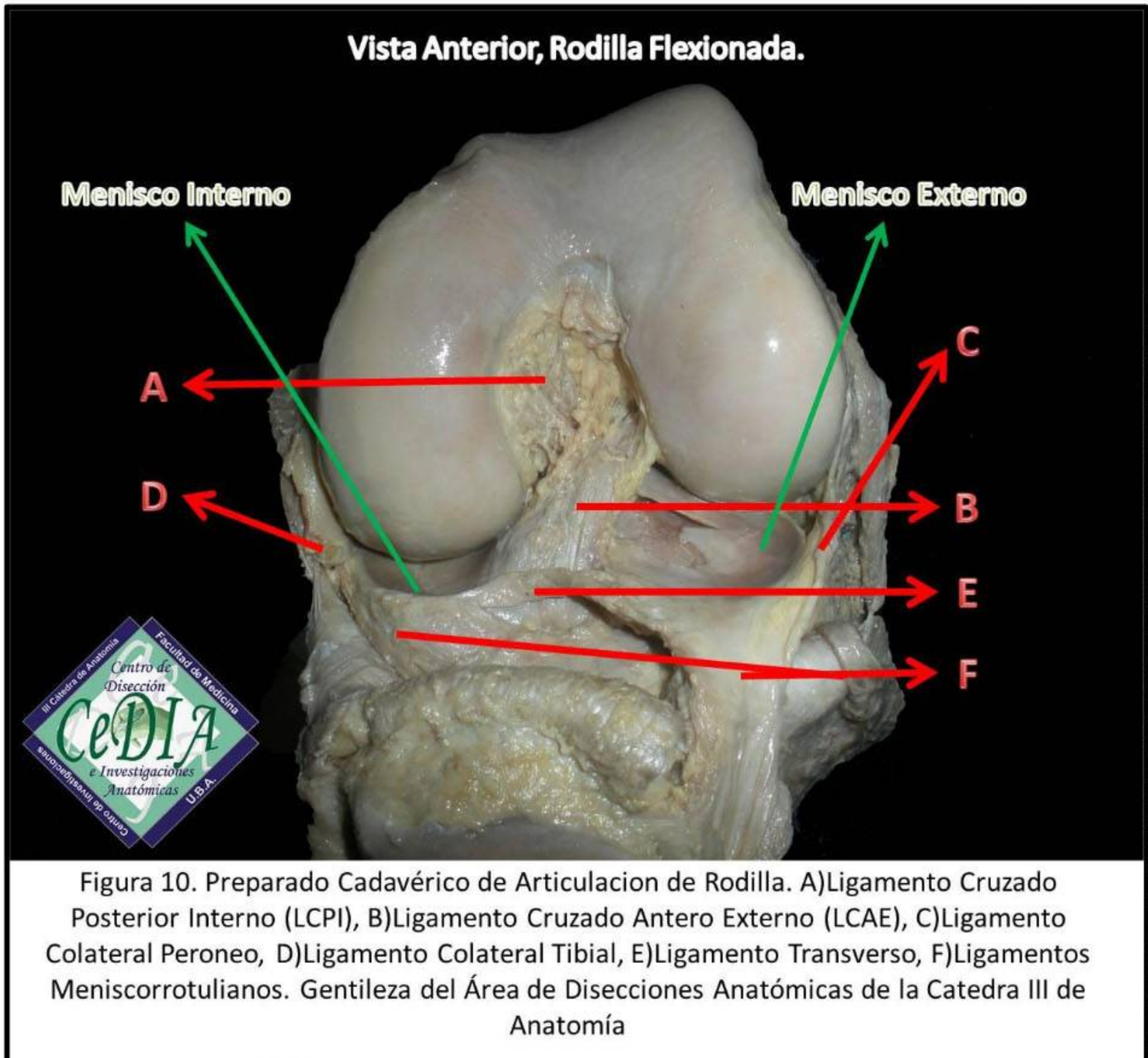
- En la rotación interna de la tibia sobre el fémur, la dirección de los mismos es más cruzada en el plano frontal (véase figura 11 A).
- En la rotación externa de la tibia sobre el fémur los ligamentos se convierten en paralelos en el plano frontal (véase figura 11 B).



Figura 10. Hiperextensión de Rodilla







Se prohíbe la difusión de este y todos los documentos hechos por la Cátedra III de Anatomía, por cualquier medio electrónico, a excepción del Aula Virtual de la Cátedra. Quedando sujetos a sanciones académicas quienes lo hagan.





### **Actividad 3**

1. **Marque la Opción Correcta**
  - a. Los Meniscos se Desplazan hacia anterior en Flexión
  - b. Los Meniscos se Desplazan hacia posterior en Flexión
  - c. Los Meniscos se Desplazan hacia posterior en Extensión
2. **Marque la opción Correcta:**
  - a. Los meniscos NO rotan cuando lo hace la rodilla
  - b. Los meniscos acompañan el movimiento de rotación externa, pero no el de rotación interna
  - c. Los meniscos se desplazan hacia anterior con la rotación de la rodilla
  - d. Los meniscos acompañan la rotación de la rodilla.

---

***“Todos nuestros sueños pueden hacerse realidad si tenemos el coraje de perseguirlos”. Walt Disney***

#### **Bibliografía:**

A. I. Kapandji. Fisiología Articular, esquemas de mecánica humana. Nº2. 6ta edición. Ed Panamericana. Madrid. 2010.