

**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**



**BUAP**

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
Unidad Médica de Alta Especialidad  
Hospital de Traumatología y Ortopedia  
"Manuel Ávila Camacho"**

**Facultad de Medicina**

**Concordancia intermétodo, interobservador e intraobservador para  
determinar altura patelar con radiografía simple y resonancia magnética  
en pacientes esqueléticamente maduros en la UMAE HTYO Puebla.**

**Tesis para obtener el Diploma de  
Especialidad Médica en Imagenología Diagnóstica y Terapéutica**

**Presenta:**

**Dra. Cynthia Amparo García Déctor**

**Directora de tesis:**

**Dra. Santa Portillo Gutiérrez**

**Asesor, Codirector , y Tutor de tesis:**

**Dr. Jorge Quiroz Williams**

**Nº de registro: R-2024-2105-008**

**Puebla de Zaragoza, Puebla, México. Enero 2025**



## AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

A la primer- principal persona y amor de mi vida, a quien siempre estaré agradecida es a mi mamá Luisa, que a pesar de que no estuvo presente en mi proceso sé que en donde ella esté siempre me apoyo y me brindo los mejores ánimos, que confió en mí como siempre lo hizo en vida y que estaría orgullosa de verme en éste punto, la que no permitió que desistiera a pesar de todo lo que pase durante estos 4 años y que permitió que pudiera llegar a éste punto; es imposible no derramar unas lágrimas al mencionarla porque siempre estará presente en mi pensamiento.

A mis hermanos Diana y Luis que son mi motor de vida y por los que cada día agradezco estar en éste mundo y la razón para buscar, obtener, ser más y más en ésta vida. A mi papá por continuar apoyándome a su manera y sin cuestionar mis acciones y se que puedo contar con él siempre. A mi tía Susy que ante la ausencia de mi mamá ha sido parte primordial del apoyo en estos años, quien como toda mamá confía en mí.

A mi amiga Bere, Abby y Reyna que se han sumado a lo largo de mi vida y me han apoyado y estado conmigo en los momentos difíciles y en los más felices, quien no dejan pasar desapercibido cada logro que he tenido y que al igual que yo lo festejan, son parte primordial de mi vida. A mis amigos de la universidad Ic, Marce, Iuva y la más pequeña Sagry que a pesar de la distancia y la falta de tiempo siempre me han brindado palabras de aliento ante las dificultades y felicitaciones ante los buenos momentos.

A mi médico titular quien no se ha dado por vencida conmigo; a mis médicos adscritos y adjuntos que nunca han perdido la fe en mí, que me dan palabras de aliento y siempre remarcan lo buena que soy o puedo ser.

A mis amigos y compañeros; Silvia 🍀 quien siempre ha sido mi “escuchamos no juzgamos”, Alfredo 🐘, Edna 👑, Gabriela, Luis y Amílcar con quien recorrí ésta anhelada etapa “la residencia” que aguantaron mi manera de ser, me apoyaron, me dieron momentos memorables que quedarán marcados en mi historia de vida, a quienes les deseo lo mejor y quienes siempre podrán contar conmigo.

Y no menos importante a nuestra titular de enseñanza quien siempre ha estado pendiente y a nuestro titular de investigación, quienes me apoyaron y ayudaron en la etapa final para la realización de éste protocolo.

## HOJA DE AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN.



**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**



UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD  
HOSPITAL DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA  
"MANUEL AVILA CAMACHO"

DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD

Puebla de Zaragoza, Puebla, a 16 de enero de 2025

### AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TESIS.

Por medio de la presente hacemos constatar que el trabajo científico "Concordancia intermétodo, interobservador e intraobservador para determinar altura patelar con radiografía simple y resonancia magnética en pacientes esqueléticamente maduros en la UMAE HTyO Puebla." con número de registro institucional R-2024-2105-008 realizada por la médico residente **Dra. Cynthia Amparo García Déctor** del curso de especialización médica en **imagenología diagnóstica y terapéutica** ha sido revisado por la directora y tutor de tesis.

Por lo tanto, autorizamos su impresión.

**Dra. Suemmy Gaytán Fernández**  
Directora de Educación e Investigación en Salud

**Dr. Jorge Quiroz Williams**  
Jefe de la División de Investigación en Salud  
y Tutor de tesis

**Dr. Luis Enrique Martínez Urbano**  
Jefe de la División de Educación en Salud

**Dra. Santa Portillo Gutiérrez**  
Directora de tesis e investigadora principal

## **IDENTIFICACIÓN DE LOS INVESTIGADORES.**

### **INVESTIGADOR PRINCIPAL:**

Dr(a). Dra. Santa Portillo Gutiérrez

Médico No Familiar. Adscrita al Servicio de Radiodiagnóstico, turno matutino. UMAE HTyO Puebla.

Especialista en Imagenología Diagnóstica y Terapéutica

Profesora titular del curso de especialización médica en Imagenología Diagnóstica y Terapéutica, IMSS-BUAP.

### **INVESTIGADORES ASOCIADOS:**

Dr. Jorge Quiroz Williams (Tutor de tesis)

Jefe de la División de Investigación en Salud, UMAE HTYOP.

Especialista en Ortopedia. Maestría en Docencia y Administración de la Educación Superior. Diplomado en Investigación clínica.

Miembro del Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras de CONHAYCIT Investigador calificado ante el IMSS.

Dra. Cynthia Amparo García Déctor (Tesisista)

Médico Residente del curso de especialización médica en Imagenología Diagnóstica y Terapéutica. IMSS-BUAP. UMAE HTYOP.

## INDICE.

### Tabla de contenido

<b>1.</b>	<b>RESUMEN</b> .....	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>11</b>
2.1.	INTRODUCCIÓN .....	11
2.2.	ANTECEDENTES GENERALES .....	13
2.2.1.	ANATOMÍA DE LA RODILLA .....	13
2.2.2.	EMBRIOLOGÍA .....	17
2.2.2.1.	DE LA RÓTULA.....	17
2.2.2.2.	DEL COMPARTIMIENTO ANTERIOR DE LA RODILLA.....	19
2.2.3.	ANATOMÍA DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA .....	19
2.2.4.	ANATOMÍA DEL COMPARTIMIENTO ANTERIOR DE LA RODILLA .....	21
2.2.4.1.	MECANISMO EXTENSOR.....	22
2.2.5.	BIOMECÁNICA DE LA RÓTULA .....	26
	<i>Plano sagital</i> .....	29
2.2.6.	MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA RÓTULA .....	29
2.2.7.	PATOLOGÍA DE LA RÓTULA.....	51
2.2.7.1.	LA INESTABILIDAD ROTULIANA.....	53
2.2.7.2.	MÉTODOS DE ESTUDIO PARA LA VALORACIÓN DE LA RODILLA .....	55
2.2.7.3.	POSICIÓN ROTULIANA .....	57
2.3.	ANTECEDENTES ESPECÍFICOS .....	58
2.3.1.	MÉTODOS RADIOLOGICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE PATELA ALTA EN PACIENTES CON INESTABILIDAD PATELOFEMORAL. ....	58
2.3.1.1.	REVISIÓN SISTÉMÁTICA .....	58
2.3.1.2.	ESTADO DEL ARTE .....	0
<b>3.</b>	<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>12</b>
<b>4.</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>13</b>
<b>5.</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
5.1.	OBJETIVO GENERAL.....	15
5.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>6.</b>	<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>16</b>
6.1.	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN (H <sub>1</sub> ). ....	16
6.2.	HIPÓTESIS NULA (H <sub>0</sub> ). ....	16
6.3.	HIPÓTESIS ALTERNA.....	16
<b>7.</b>	<b>MATERIAL Y METODOS</b> .....	<b>17</b>
7.1.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
7.2.	UNIVERSO DE TRABAJO .....	17
7.3.	UBICACIÓN TEMPOROESPACIAL. ....	17
7.4.	CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	18
7.4.1.	<i>Criterios de inclusión</i> .....	18
7.4.2.	<i>Criterios de exclusión</i> .....	18
7.4.3.	<i>Criterios de eliminación</i> .....	19
7.5.	MUESTRA. ....	19
7.5.1.	<i>Técnica de muestreo</i> .....	19
7.5.2.	<i>Muestra</i> .....	20

7.6.	VARIABLES.....	20
7.6.1.	<i>Definición de variables</i> .....	20
7.6.2.	<i>Operacionalización de variables</i> .....	20
7.7.	MÉTODO. ....	21
7.7.1.	<i>Procedimiento</i> .....	21
7.7.2.	<i>Recolección de la información</i> .....	24
7.7.3.	<i>Maniobras para evitar y controlar sesgos</i> .....	24
7.7.4.	<i>Análisis estadístico</i> .....	26
7.7.5.	<i>Mapa procedimental</i> .....	27
7.8.	RECURSOS E INFRAESTRUCTURA.....	28
7.8.1.	<i>Recursos humanos</i> .....	28
7.8.2.	<i>Recursos materiales</i> .....	29
7.8.3.	<i>Recursos financieros</i> .....	29
8.	CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	30
9.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	32
10.	RESULTADOS.....	33
11.	DISCUSIÓN.....	35
12.	CONCLUSIONES.....	38
13.	BIBLIOGRAFÍA .....	39
11.	ANEXOS .....	39
11.1.	ANEXO I. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	50
11.2.	ANEXO II. HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	51
11.3.	ANEXO III. ENCUESTA .....	52
11.4.	ANEXO IV. HOJA DE VALORES NORMALES .....	53

## 1. RESUMEN.

### **Antecedentes:**

La inestabilidad patelofemoral (IPF) abarca un espectro de enfermedades, que van desde una desviación leve hasta una franca luxación lateral de la patela.

La patología anterior de la rodilla es una causa frecuente de consulta al servicio de traumatología y ortopedia en la institución, esto relacionado a una disfunción patelofemoral general un cuadro clínico condicionado por múltiples etiologías; la principal es la inadecuada entrada de la rótula en la tróclea, generando una sobrecarga y desgaste sobre los cartílagos articulares condicionando a largo plazo la aparición de artrosis, éste padecimiento tiene relevancia socioeconómica, presentándose en población joven, laboralmente activa que condiciona un gran gasto institucional; anteriormente dicha alteración se manifestaba más frecuentemente por la práctica deportiva que aumentaba la ocurrencia de padecimientos asociados, pero con el estilo de vida actual como el alza en población con sobrepeso se puede sumar como un factor predisponente.

Los trastornos patelofemorales tienen una alta prevalencia en la población general, con una incidencia de 5,9 casos por 100.000 y hasta 29/100.000 en el grupo de 10 a 17 años, representando casi el 25% de todas las lesiones de rodilla, correspondiendo al 10% del motivo de consulta ortopédica en la población general.

Casi siempre se presenta esta luxación o subluxación por diversos factores, desde un traumatismo agudo, hasta una laxitud crónica de los ligamentos, una mala alineación ósea, trastornos del tejido conectivo, o por patología anatómica. Por lo general, la manifestación de esta inestabilidad es la presencia de dolor, que limita las funciones básicas, y que puede evolucionar a una artrosis posterior. Una de las patologías que conforman la IPF es la denominada patela alta. Se relaciona con el 30-44% de las dislocaciones de la patela, siendo uno de los factores de luxación recurrente de la patela, además que representa como un importante factor predisponente de malaalineación patelar de la completa y de la sintomatología relacionada al síndrome patelofemoral ya que es observada en más de 50% de las radiografías de pacientes con IPF. El diagnóstico de la patela alta, generalmente se presenta cuando se presenta un evento de subluxación o luxación patelofemoral.

Ante la sospecha, por lo general posterior a un evento traumático, debe de realizarse un estudio imagenológico. La determinación de la presencia de esta entidad, se tienen diversos métodos para la determinación de esta. Dichos pacientes en la institución son sometidos a estudios complejos para la valoración de la anatomía normal de la articulación

femoropatelar como la resonancia magnética, se han publicado múltiples artículos donde se ha intentado replicar las mediciones descritas para el diagnóstico de la altura patelar en radiografía con una técnica lateral convencional, así como en flexión de 30°, los cuales no se han descrito en publicaciones nacionales.

**Objetivo:**

Analizar la concordancia interobservador e intraobservador entre diferentes métodos para la determinación de rotula alta y baja en pacientes esqueléticamente maduros con radiografía simple y resonancia magnética en la UMAE HTYO Puebla.

**Material y método.**

Se realizó un estudio observacional analítico donde se evaluarán radiografías simples y RMN de rodillas de pacientes que presentaron un diagnóstico de inestabilidad patelofemoral, luxación de rotula y/o síndrome patelofemoral durante el periodo de 2023 a 2024. Se incluyeron pacientes de 14 a 73 años que cumplieron los criterios y se utilizaron los índices de medición patelar reportados en la bibliografía, el índice Insall- Salvati (ISI), índice Insall- Salvati modificado (mISI), el índice de Caton-Deschamps (CDI), la relación Blackburn- Peel (BP) y el índice patelofemoral (IPF).

Una vez obtenidos los estudios de radiografía de rodilla y resonancia magnética se realizara en analisis de las imágenes; se le pedira a 1 radiólogo con 4 años de experiencia y a 2 residentes de 4to año realicen manera independiente y anónima la medición de los índices IS, MIS, BP y CD en las Rx, y en las RMN se realizarán las mediciones de los índices IS, MIS, BP, CD y PT; realizarán las respectivas evaluaciones de imágenes musculoesqueléticas en una estación de trabajo en el PACS de la unidad (Sinapse 5®, Fujifilm) y en la plataforma WEB del instituto, utilizando imágenes sagitales y radiografías laterales simples de manera independiente para la realización de los índices de medición de altura patelar reportados en la bibliografía; brindandoles una hoja por paciente para el llenado de los distintos índices en radiografía lateral y resonancia magnética así como una hoja guía en la cual vendrá ejemplificado la medición y las distintas fórmulas que se pueden utilizar; estarán cegados a los hallazgos clínicos de los pacientes, al diagnóstico de envío y al diagnóstico radiológico final a lo largo del estudio que pudieran intervenir en la adecuada medición de los dintintos índices.

La valoración de la concordancia se realizará con kappa de Cohen y con correlaciones con Pearson. El valor que se tomará como estadísticamente significativo será  $P < 0.05$ .

## Resultados:

Se obtuvo una muestra de 86 pacientes, de los cuales 44 fueron (51.2%) y 42 femeninos (48.8%); con edad promedio de 39.77 años.

Los diagnósticos de envío se reportaron: Gonartrosis en 10 pacientes (11.6%), esguince o traumatismo 31 pacientes (36%), fractura 3 pacientes (3.5%), meniscopatía en 25 pacientes (29.1%), lesión del LCA/LCP en 15 pacientes (17.4%) y condromalacia en 2 pacientes (2.3%); los diagnósticos radiológicos de los estudios se reportaron se engloban en los siguientes grupos: sin patología en 9 pacientes (10.5%), lesión meniscal en 43 pacientes (50%), lesión ligamentaria en 32 (37.2%), lesión condral en 1 (1.2) y cambios osteodegenerativos en 1 (1.2%).

Las mediciones realizadas tanto en Radiografía como en RMN, al comparar a los tres observadores mostro mejores resultados en el observador 1 (Obs1) obtuvo en radiografía una media de IS 1.22 (DE: 0.21, rango: 0.82-2.11), MIS 1.77 (DE: 0.21, rango 1.21-2.23), BP 0.86 (DE: 0.13, rango: 0.58-1.20) y CD 1.06 (DE: 0.16, rango: 0.74-1.49), y en RMN una media de IS 1.19 (DE: 0.17, rango 0.80-1.58).

Al realizar correlaciones entre los observadores y las diferentes mediciones, se obtuvo una mejor correlación para el IS, para el OBS 1 una correlación en radiografía para IS 0.536 (P=0.000), y en RMN para IS 0.402 (P=0.000); para el OBS2 una correlación en radiografía IS 0.651 (P=0.000) y en RMN para IS 0.577 (P=0.000), MIS 0.407 (P=0.000), BP 0.413 (P=0.000), CD 0.079 (P=0.470) e IPT 0.240 (P=0.026) y para el OBS3 una correlación en radiografía en IS 0.459 (P=0.000), MIS 0.328 (P=0.002), BP 0.066 (P=0.547) y CD 0.005 (P=0.965) y en RMN para IS 0.345 (P=0.001), MIS 0.428 (P=0.000), BP 0.383 (P=0.000), CD 0.289 (P=0.007) e IPT 0.067 (P=0.542).

Al valorar la concordancia entre las valoraciones de los tres observadores, se encontró en las mediciones realizadas en las radiografías (Rx), para el Obs1 fue de 0.705 ( $=<0.001$ ), Obs2 de 0.531 ( $=<0.001$ ) y Obs3 0.202 (0.002) y en RMN, para el Obs1 de 0.197 (0.044), Obs2 de 0.390 ( $=<0.001$ ) y Obs3 de 0.075 (0.378).

## Conclusiones:

Podemos concluir que el estudio con mayor fiabilidad para la valoración de altura patelar es la Rx en comparación con la RM, principalmente debido a la flexión que se presenta durante la adquisición del estudio. Así mismo, se encontró que el mejor método para valorar la altura patelar en Rx es el índice de Insall- Salvati (IS) y el mejor en RM es el índice de

Insall- Salvati modificado (mIS) ya que mostraron ambas una buena correlacion inter e intraobservador.

Finalmente se encontró que entre mayor nivel de experiencia existe una mayor concordancia inter observador para la medición de la altura patelar.

**Palabras claves:** anomalías de la patela; radiografía; mediciones radiográficas; resonancia magnética; variabilidad interobservador; variabilidad intraobservador, articulación femoropatelar, articulación de la rodilla, inestabilidad articular, medidas radiograficas, gonalgia, rótula alta, patela alta, posición de la patela, índice patelofemoral, relación Blackburne-Peel, índice Caton-Deschamps, índice Insall-Salvati, índice Insall-Salvati, modificado, dolor anterior de la pierna.

**Key words:** Patella/abnormalities; Diagnostic imaging; Radiography; magnetic resonance imaging, interobserver variabilities, intraobserver variabilities, patellofemoral joint, knee joint, Joint instability; Radiographic measurements; Knee Pain, high patella, patella position, patellar height, patellar height ratios, Blackburne-Peel ratio, Caton-Deschamps index, Insall-Salvati ratio, modified Insall-Salvati, Anterior Knee Pain.

## **2. MARCO TEÓRICO.**

### **2.1. INTRODUCCIÓN.**

El tendón rotuliano , también denominado (menos correctamente) ligamento rotuliano, une la rótula a la tibia y forma parte del mecanismo extensor de la rodilla .

Una variación >20% entre la longitud del tendón rotuliano y la altura rotuliana dará como resultado <sup>4</sup>

- Rótula alta : tendón más largo que la rótula
- Rótula baja : tendón más corto que la rótula

Patella alta, o rótula alta, describe una situación en la que la posición de la rótula se considera alta.

Una rótula alta reduce la fuerza aplicada por los músculos extensores de la rodilla como lo que da lugar a concentraciones anormales de fuerza en la inserción del tendón rotuliano. Esto a su vez conduce a una desventaja mecánica para toda la rodilla en una variedad de actividades. Puede ser idiopático o puede resultar secundario a una rotura del tendón rotuliano .

### **Epidemiología**

Asociaciones

Se sabe que varias condiciones están asociadas con la rótula alta, incluyendo:

- Dolor retropatelar idiopático
- Dislocación recurrente de la rótula
- Condromalacia rotuliana
- Derrame articular de rodilla

La rótula alta también puede ocurrir como resultado de una parálisis cerebral espástica <sup>6</sup> .

La patela alta es considerada un factor predisponente para el desarrollo de dolor fémoro-patelar.

- Se asocia también a luxación patelar,
- Se asocia también a luxación patelar, condromalacia y derrame articular.

Se han descrito muchas técnicas de imagen radiográfica para medir la altura patelar. Se clasifican en 2 grupos: las que toman como referencia la relación de la rótula con el fémur (directas) Y otras que examinan la relación de la rótula con la tibia (indirectas). Insall y Salvati fueron los primeros en establecer un índice en radiografías en proyección lateral.

## **2.2. ANTECEDENTES GENERALES.**

### **2.2.1. ANATOMÍA DE LA RODILLA.**

La rótula es un hueso sesamoideo triangular, plano y grande, anterior a la articulación de la rodilla: es el hueso sesamoideo más grande del cuerpo que aumenta la tracción biomecánica del cuádriceps para extender la rodilla (1). Su principal función es incrementar la longitud de la palanca del cuádriceps respecto al tendón rotuliano durante la extensión de la rodilla, lo que lleva a un aumento de la fuerza hasta el 50% (2). Está situado dentro del tendón del músculo cuádriceps y proporciona un punto central de inserción para el tendón del cuádriceps y el ligamento rotuliano.

La articulación femorrotuliana, junto con los tendones rotulianos y cuádriceps adjuntos, forma el mecanismo extensor de la rodilla (1).

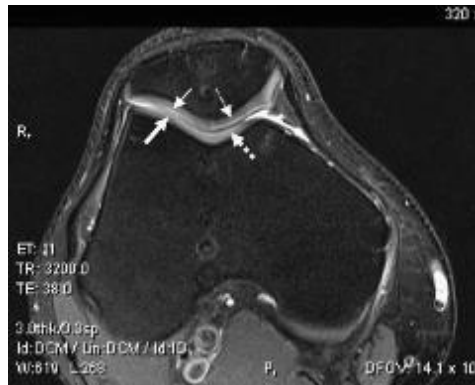
La rótula está contenida dentro de la capa retinacular del mecanismo extensor (3). Por lo general, las dimensiones rotulianas son mayores en los hombres que en las mujeres, pero las dimensiones promedio para la población en general en cuanto a altura, ancho y grosor son 41,7 mm de largo, 43,4 mm de ancho y 19,2 mm de espesor, respectivamente (4).

#### **ANATOMÍA ÓSEA.**

La superficie anterior es ligeramente convexa, con una superficie rugosa proximalmente para la inserción del tendón del cuádriceps y un ápice en el tercio distal para el origen del tendón rotuliano (5). La rótula tiene superficies anterior y posterior y bordes superior, lateral y medial. La base de la rótula está rugosa para la inserción del recto femoral y el vasto intermedio. Los bordes paramedianos de la rótula son aproximadamente verticales al nivel de la superficie articular, pero luego se vuelven más delgados y corren oblicuamente distalmente hacia la línea media para converger en el ápice. El borde medial es considerablemente más grueso que el borde lateral. Ambos lados reciben la inserción de la membrana sinovial, la cápsula articular, el retináculo femorrotuliano y la expansión del cuádriceps (el vasto medial desciende más distalmente que el lateral).

#### **Facetas rotulianas.**

La superficie posterior de la rótula se articula con el fémur. Está marcado por dos facetas: la faceta medial, que se articula con el cóndilo medial del fémur, y la faceta lateral, que se articula con el cóndilo lateral del fémur. El área articular está dividida por una cresta vertical en las facetas lateral y medial (fig 1).



**Figura 1.** Imagen PD FS en el plano axial. La superficie posterior de la rótula se articula con el surco troclear femoral. Dos facetas lo marcan: la faceta medial (flecha punteada delgada ) se articula con el cóndilo medial del fémur ( flecha punteada gruesa ) , y la faceta lateral ( flecha continua delgada ) se articula con el cóndilo lateral del fémur (flecha continua gruesa ). Fuente: Codorean II, Codorean IB. Patella. En: Clinical-MRI Correlations of Anterior Knee Pain. Cham: Springer Nature Switzerland; 2023 (6).

La clasificación de Wiberg define la morfología rotuliana por el tamaño relativo de las facetas, siendo la más común una faceta medial más pequeña (Tabla 1) (7). La faceta medial está separada de la faceta impar en su borde medial por una cresta secundaria. La faceta impar se articula con el borde lateral del cóndilo femoral medial en flexión profunda de la rodilla (5,8,9). Progresando al tipo IV donde la cresta es extremadamente medial, creando así una faceta lateral significativamente más grande en comparación con la medial (Fig. 2). Se ha observado que existe una mayor incidencia de inestabilidad de la rótula en la rótula tipo 3 (10).

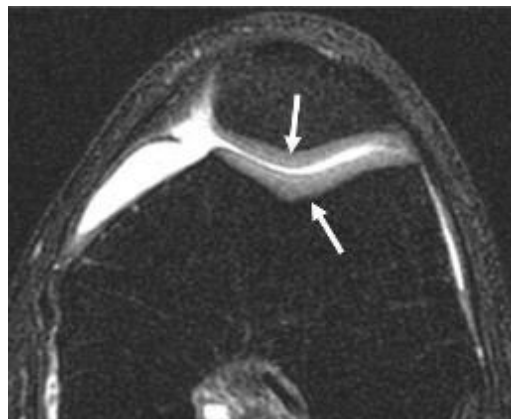
Tipo	Proporción de población (%)	Definición
1	10	Facetas medial y lateral iguales
2	65	Faceta medial más pequeña que lateral
3	25	Faceta medial más pequeña y convexa, en lugar de cóncava.

**Tabla 1.** Clasificación de Wiberg de la morfología rotuliana. Fuente: Tisano, BK, Shah, JP, Chhabra, A. (2023). Mecanismo rotuliano y cuádriceps: consideraciones clínicas, de imagen y quirúrgicas. En: Davies, M., James, S., Botchu, R. (eds) Imágenes de la rodilla. Radiología Médica). Springer, Cham (1).



**Figura 2.** Clasificación de Wiberg de la morfología de la rótula. Fuente: Mayo, BC, Amirouche, F., Koh, JL (2022). Biomecánica femorrotuliana. En: Koh, JL, Kuroda, R., Espregueira-Mendes, J., Gobbi, A. (eds) La articulación femorrotuliana. Springer, Cham (11).

La porción femoral de la articulación consta del surco troclear, un surco donde los cóndilos femorales medial y lateral se encuentran anteriormente. La tróclea es poco profunda en su parte proximal, de solo unos 5,2 mm de profundidad, y se vuelve más profunda moviéndose distalmente hacia la articulación femorotibial (5). El cartílago articular de la tróclea tiene un grosor promedio de 3 a 4 mm y es más robusto lateralmente (Fig. 3) (5). El lado lateral también es más grande, se extiende más proximalmente y se proyecta más hacia delante (4). Esta cresta troclear lateral más prominente ofrece una restricción ósea a la traslación de la rótula cuando se articula alrededor de 45° de flexión (3).



**Figura 3.** Imagen axial fsPDW (ponderada por densidad de protones con supresión de grasa). Grosor normal del cartílago e intensidad de señal de las facetas trocleares rotuliana y femoral (flechas). Fuente: Tisano, BK, Shah, JP, Chhabra, A. (2023). Mecanismo rotuliano y cuádriceps: consideraciones clínicas, de imagen y quirúrgicas. En: Davies, M., James, S., Botchu, R. (eds) Imágenes de la rodilla. Radiología Médica(). Springer, Cham (1).

### **Cartílago rotuliano.**

Sólo hay cartílago en los dos tercios superiores de la rótula, que es la superficie que se articula con la tróclea. El cartílago de la rótula es significativamente más grueso que el cartílago de otras zonas del cuerpo. La superficie posterior de la rótula se divide en dos

partes. La porción superior o articular de la superficie posterior está completamente cubierta por cartílago hialino. Constituye aproximadamente el 75% de la altura de la rótula (fig 4). La porción inferior que forma el vértice de la rótula no es articulada, representa un 25% completo de la altura rotuliana y forma una proyección redondeada que recibe la inserción del ligamento rotuliano. El grosor promedio del cartílago rotuliano es de  $4,1 \pm 1,3$  mm, pero aumenta cerca de 7 mm en la región central, lo que le permite soportar las fuerzas más altas (9), es el más grueso del cuerpo, aunque hay un adelgazamiento progresivo después de 50 años, presumiblemente un proceso normal de envejecimiento. Estas variaciones pueden causar algún desplazamiento medial o lateral cuando se observan en una radiografía. Se cree que este cartílago grueso disipa las grandes fuerzas de reacción articular creadas durante las contracciones energéticas del músculo cuádriceps (6).

La articulación femorrotuliana es única porque el cartílago no sigue el contorno del hueso subcondral subyacente. La estructura del cartílago articular se puede dividir en cuatro zonas principales: superficial, media, profunda y calcificada. La resonancia magnética de alta resolución muestra con frecuencia una apariencia trilaminar de cartílago normal. Se cree que la capa superficial en la resonancia magnética representa la zona histológica superficial, la capa intermedia representa la zona histológica media y la capa profunda representa una combinación de la zona profunda, la zona calcificada y el hueso subcondral (6).

En pacientes con osteoartritis, la mayor parte de la pérdida de cartílago en la articulación femorrotuliana se produce en la faceta lateral de la rótula y, en menor medida, en la tróclea lateral (12). El cartílago del surco troclear suele medir entre 2 y 3 mm (13) y, al igual que la rótula, es más grueso en el surco de las facetas. En comparación con otros cartílagos del cuerpo, el cartílago rotuliano tiene un módulo agregado de compresión más alto (14), lo que significa que es más permeable y flexible, lo que podría contribuir a una mayor incidencia de lesiones (15).

### **Suministro vascular.**

EL suministro vascular se ramifica a partir de una rica anastomosis que se origina en las arterias geniculares. El suministro extraóseo proviene de una red vascular prepatelar sin casi ningún suministro directo de los tendones o retináculo adyacentes (16). Una proporción del suministro de sangre se origina en la capa de grasa infrapatelar. La vascularización intraósea se deriva de arterias nutricias que penetran a través de la corteza media anterior y del polo inferior distal (17).



**Figura 4.** La imagen sagital T1 SE muestra la superficie posterior de la rótula cubierta por cartílago hialino y constituye aproximadamente el 75 % de la altura de la rótula (línea de puntos) . La porción inferior que forma el ápice de la rótula no es articulada, representa el 25% de la altura rotuliana y forma una proyección redondeada que recibe la inserción del ligamento rotuliano (pequeña flecha negra). El género articularis es un músculo accesorio (flechas punteadas) independiente del grupo de músculos vastos, que se extiende desde la superficie anterior del fémur para insertarse en la bolsa suprapatelar. El músculo del género articular previene el pinzamiento de la membrana sinovial entre la rótula y el fémur (flecha blanca). **Fuente:** Codorean II, Codorean IB. Patella. En: Clinical-MRI Correlations of Anterior Knee Pain. Cham: Springer Nature Switzerland; 2023 (6).

## 2.2.2. EMBRIOLOGÍA

### 2.2.2.1. DE LA RÓTULA

En el desarrollo embrionario, la rótula aparece por primera vez alrededor de las 14 semanas de gestación como una masa cartilaginosa con facetas medial y laterales simétricas (5). Con el desarrollo continuo, la faceta lateral se vuelve más prominente de modo que, a las 23 semanas de gestación, la rótula fetal muestra una asimetría facetaria consistente con la morfología adulta (18).

Variantes de desarrollo.

La rótula sigue siendo en gran parte cartilaginosa hasta que comienza a osificarse entre los 3 y 5 años, de central a periférica, y alcanza su forma madura antes de la adolescencia (19). La osificación puede ocurrir a través de un solo centro de osificación o, más comúnmente, a partir de múltiples centros de osificación que se fusionan gradualmente (20). La falla de la coalescencia ocurre hasta en el 2% de la población, lo que produce una rótula bipartita con el centro de osificación accesorio ubicado clásicamente en el cuadrante superior externo, lo que sugiere que la falla de la fusión está relacionada con un exceso crónico de tracción a través del vasto lateral (19,21).

Hay variaciones en el tamaño y posición exacta del fragmento; Se pueden observar grandes fragmentos laterales que se extienden hacia el polo inferior, posiblemente relacionados con un exceso de tensión en el retináculo lateral (21).

Puede haber más de un huesecillo, lo que produce una rótula tripartita o multipartita. Los centros de osificación accesorios se pueden distinguir de los fragmentos de fractura reconociendo la hipertrofia de los fragmentos no fusionados y los márgenes esclerosos (Fig. 5).

La clasificación de Saupe se utiliza para describir la ubicación de estos centros de osificación persistentes (22). El tipo III, ubicado en el polo superolateral, es el más común y se observa en el 75% de aquellos con morfología bipartita (fig 6). El tipo II afecta el margen lateral en un 20% y el tipo I, en el polo inferior, es el menos común, representando sólo el 5% (23)



**Figura 5.** Rótula bipartita en una mujer de 29 años. La radiografía anteroposterior de la rodilla izquierda muestra una rótula bipartita con un huesecillo grande levemente fragmentado ( \* ) en la rótula lateral superior. Tenga en cuenta que el segmento bipartito es más grande de lo esperado para un fragmento de fractura y tiene márgenes corticados. Fuente: Flores DV, Mejía Gómez C, Pathria MN. Layered approach to the anterior knee: Normal anatomy and disorders associated with anterior knee pain. 2018;38(7):2069–101 (24).



**Figura 6.** Rótula bipartita Saupé tipo III en radiografías ( a , b ) e imagen de RM axial PDW (ponderada por densidad de protones) ( c ). Fuente: Tisano, BK, Shah, JP, Chhabra, A. (2023). Mecanismo rotuliano y cuádriceps: consideraciones clínicas, de imagen y quirúrgicas. En: Davies, M., James, S., Botchu, R. (eds) Imágenes de la rodilla. Radiología Médica(). Springer, Cham (1).

#### **2.2.2.2. DEL COMPARTIMIENTO ANTERIOR DE LA RODILLA**

Los estudios radiológicos y anatómicos del desarrollo esquelético de la rodilla muestran que la osificación de la rótula comienza alrededor de los 4- 6 años y que está casi completa aproximadamente a los 16 años. La tuberosidad anterior de la tibia comienza a osificarse a los 10 años y termina en promedio los 15 años, dependiendo de las características sexuales. La epífisis tibial superior comienza a osificarse dentro de los primeros 3 meses después del nacimiento, con un borde inicialmente irregular coma y termina su dosificación entre los 5 y 6 años de edad. La epífisis femoral inferior comienza a osificarse en el tercer trimestre de la vida dentro del útero y finaliza aproximadamente a los 3 años de edad (2).

#### **2.2.3. ANATOMÍA DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA**

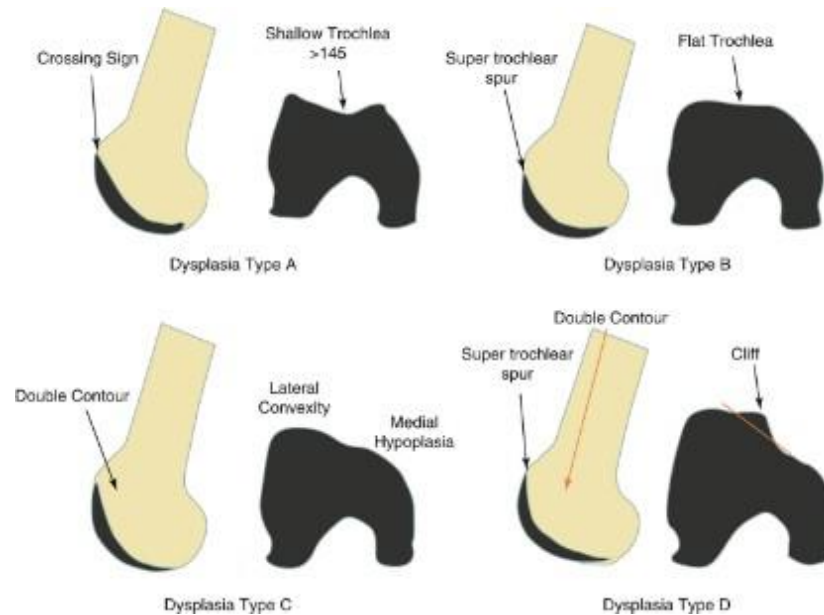
La rodilla es una articulación compleja con articulaciones dinámicas entre el fémur y la tibia, así como entre el fémur y la rótula. La cinemática de la articulación femorrotuliana se ve afectada por restricciones tanto estáticas como dinámicas, compuestas por estructuras óseas y de tejidos blandos. La biomecánica normal de esta articulación permite que las fuerzas del músculo cuádriceps se transfieran de manera eficiente a la tibia distal para permitir el movimiento controlado de la rodilla. Sin embargo, estas fuerzas pueden verse

alteradas por diferentes anomalías morfológicas, que pueden provocar dolor, inestabilidad y disfunción. Existen muchas patologías diferentes asociadas con el dolor anterior de la rodilla, incluidas la artritis, la inestabilidad, la transferencia de carga y el daño condral focal.

## **TRÓCLEA**

La cara anterior del fémur distal forma la tróclea, que es la superficie de articulación de la rótula. La tróclea consta de paredes lateral y medial, o facetas que constituyen un surco. La faceta lateral de la tróclea es más grande, se extiende más proximalmente y tiene un ángulo menos profundo para coincidir con el cóndilo femoral lateral, mientras que la faceta medial es más pequeña y corta. El área entre las dos facetas es el surco troclear. Cuando esta anatomía se altera con un surco poco profundo o un surco más distal, aumenta el riesgo de inestabilidad rotuliana y dislocaciones cuando el cuádriceps tira lateralmente. Las variaciones en la profundidad de la tróclea se encuentran con mayor frecuencia en posición proximal, lo que hace que la flexión temprana sea el momento más probable de inestabilidad rotuliana. Cuando la tróclea no tiene una forma cóncava normal, se produce displasia troclear. Esto puede predisponer al paciente a la inestabilidad a medida que disminuye la contención estática normal.

La clasificación de Dejour de la displasia troclear clasifica la gravedad de la displasia utilizando la posición del surco troclear en una radiografía lateral de la rodilla (Fig. 7). En el tipo A, hay una tróclea poco profunda con signo de cruce, cuando el piso de la tróclea cruza el punto más alto del cóndilo femoral medial. En el tipo B hay una tróclea plana o poco profunda con un espolón supratroclear. El tipo C tiene una señal de cruce positiva y una señal de doble contorno. Mientras que el tipo D es una extensión del tipo C, con un espolón supratroclear (25).



**Figura 7.** Clasificación de Dejour de la displasia troclear. Fuente: Mayo, BC, Amirouche, F., Koh, JL (2022). Biomecánica femorrotuliana. En: Koh, JL, Kuroda, R., Espregueira-Mendes, J., Gobbi, A. (eds) La articulación femorrotuliana. Springer, Cham (11).

#### 2.2.4. ANATOMÍA DEL COMPARTIMIENTO ANTERIOR DE LA RODILLA

La parte anterior de la rodilla se puede explicar como un sistema de cuatro capas de tejidos: (a) una capa superficial, (b) una capa funcional que contiene el mecanismo extensor y los estabilizadores rotulianos, (c) una capa extrasinovial intracapsular y (d) una capa intraarticular. (Fig 8). Estas capas están interrelacionadas y por lo que las condiciones patológicas pueden afectar a más de una capa de manera simultánea (21,26).

La articulación patelofemoral es intrínsecamente inestable. La rótula articula con la tróclea femoral durante la flexión de la rodilla conociéndose a éste como tracking o encarrilamiento de la rótula, para que ocurra un correcto desplazamiento depende de:

- El alineamiento de la extremidad inferior.
- La geometría ósea.
- Los estabilizadores estáticos.
- Los estabilizadores dinámicos.

Un desbalance de alguno de estos factores produce la patología de la articulación patelofemoral, desde el dolor anterior de la rodilla hasta la luxación de la rótula (27).



**Figura 8.** Capas de la rodilla anterior. La imagen sagital tridimensional de TC de la rodilla muestra que la parte anterior de la rodilla se puede analizar secuencialmente como una serie de cuatro capas de tejido. Estas cuatro capas, de anterior a posterior, son los tejidos blandos superficiales (rosa), el mecanismo extensor (marrón), las almohadillas de grasa extrasinoviales (amarillo) y la cavidad articular (azul). Al evaluar sistemáticamente estas capas, el radiólogo puede identificar las condiciones patológicas comunes responsables del dolor anterior de la rodilla. Fuente: Flores DV, Mejía Gómez C, Pathria MN. Layered approach to the anterior knee: Normal anatomy and disorders associated with anterior knee pain. *Radiographics*. 2018;38(7):2069–101 (24).

#### **2.2.4.1. MECANISMO EXTENSOR**

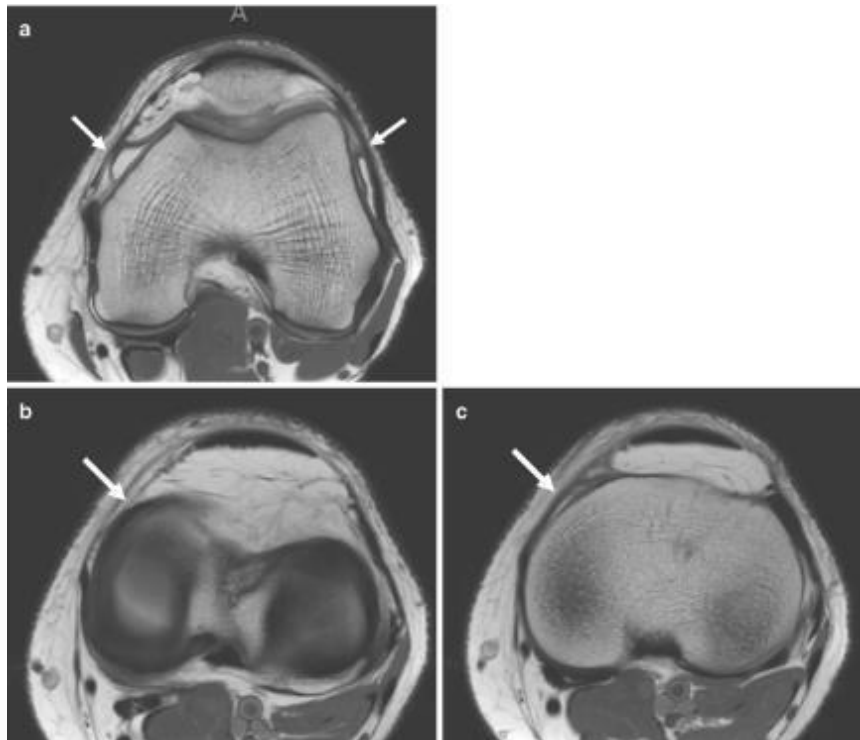
El mecanismo extensor es responsable de la extensión dinámica de la rodilla y de la estabilización femorrotuliana. Los principales componentes responsables de la extensión de la rodilla son el tendón del cuádriceps, la rótula, el tendón rotuliano y la tuberosidad tibial. Los retináculos rotulianos medial y lateral y sus ligamentos relacionados funcionan principalmente como estabilizadores de la rótula (3,28). Juntas, estas estructuras forman una red de estabilizadores estáticos y dinámicos que convergen centralmente en la rótula (29).

Se puede conceptualizar que el mecanismo extensor tiene (a) una capa superficial, que consta del recto femoral, la rótula, el tendón rotuliano, la tuberosidad y los retináculos en la cápsula anterior de la rodilla, que es integral tanto para la extensión como para la estabilización rotuliana y (b) una capa más profunda que consta del vasto intermedio, vasto medial y vasto lateral que contribuye solo a la extensión (3).

## Tendón del cuádriceps.

El cuádriceps está constituido por cuatro músculos, recto femoral, vasto lateral, vasto medial y vasto intermedio. El vasto intermedio se inserta directamente en el polo superior de la rótula, mientras que los tres músculos restantes se fusionan formando una aponeurosis como el tendón del cuádriceps que confluye con la capa retinacular (3). El vasto medial se inserta en un ángulo de 50° con respecto al eje del fémur, y el vasto medial oblicuo (VMO) se origina en el tubérculo del aductor y se inserta en la capa retinacular en un ángulo de 65° (3).

La capa retinacular es la intermedia de las tres capas de tejido blando del mecanismo extensor. La capa superficial o arciforme es una fina vaina peritendinosa que se extiende desde la fascia sartorial y del bíceps (3). El retináculo comprende el tercio anterior de la cápsula de la rodilla y también contiene los ligamentos femorrotulianos (Fig. 9 ). Esta capa continúa sobre la rótula y continúa hacia el tendón rotuliano superficial y el periostio tibial(3). El tendón rotuliano se origina en el polo inferior de la rótula y se inserta en el tubérculo tibial. Es de destacar que, en el niño en crecimiento, el tubérculo tibial aparece como una osificación secundaria entre los 11 y 12 años de edad. Luego, la apófisis se expande proximal y finalmente se fusiona distalmente (18).



**Figura 9.** ( a ) Imagen PDW axial. Retináculo medial y lateral normales (flechas). MPFL es la porción más gruesa del lado medial. ( b , c ) Imágenes PDW axiales. ( b ) Ligamento patelomeniscal medial normal (flecha). ( c ) Ligamento patelotibial medial normal (flecha). Fuente: Tisano, BK, Shah, JP, Chhabra, A. (2023). Mecanismo rotuliano y cuádriceps: consideraciones clínicas, de imagen y quirúrgicas. En: Davies, M., James, S., Botchu, R. (eds) Imágenes de la rodilla. Radiología Médica(). Springer, Cham (1).

La configuración en capas del tendón del cuádriceps crea una apariencia laminada, que se aprecia mejor en imágenes sagitales de resonancia magnética como bandas tendinosas de baja intensidad de señal separadas por grasa lineal interdigitada (30). (Fig 10). El tendón puede aparecer trilaminar (56%), bilaminar (30%) o cuadrilaminar (8%). A pesar de las variaciones en el número y el grosor de sus láminas, el grosor y el ancho total del tendón son relativamente constantes, de 6 a 10 mm y de 28 a 42 mm, respectivamente (31,32).



**Figura 10.** Tendón del cuádriceps y músculo genu articularis normales en un deportista profesional. La imagen de RM sagital ponderada en densidad de protones (DP) de la rodilla izquierda muestra la apariencia laminada típica del tendón del cuádriceps cerca de su inserción rotuliana. La delgada capa anterior (flecha recta) representa el recto femoral; la lámina central más gruesa (punta de flecha) está formada por el vasto medial y lateral; la delgada lámina posterior (flecha curva) proviene del vasto intermedio. Tenga en cuenta que el tendón se inserta en la mitad anterior de la rótula superior, mientras que la mitad posterior está cubierta por la almohadilla grasa del cuádriceps (negro \*). El músculo entre el fémur anterior y el tendón del cuádriceps corresponde al músculo genu articularis (blanco \*), que se inserta en la bolsa suprapatelar en lugar de en la rótula. Fuente: Flores DV, Mejía Gómez C, Pathria MN. Layered approach to the anterior knee: Normal anatomy and disorders associated with anterior knee pain. Radiographics. 2018;38(7):2069–101 (24).

Los estabilizadores de tejido blando de la rótula se encuentran como engrosamientos distintos de la capa retinacular. El más discutido clínicamente es el ligamento femorrotuliano medial (MPFL), que es la estructura principal que proporciona estabilidad estática medial. Los estudios biomecánicos en cadáveres cuantificaron la contribución del MPFL para representar entre el 53% y el 60% de la fuerza para resistir el desplazamiento lateral de la rótula a 20° de flexión de la rodilla (33,34).

El lado medial de la rótula también es el origen del ligamento patelomeniscal medial. Viajando desde un pequeño origen en la rótula inferomedial profunda (3-5 mm) e insertándose ampliamente en la asta anterior del menisco medial, contribuye aproximadamente con el 13% de la resistencia a la traslación lateral (34,35). El ligamento patelotibial medial, que también se origina en la rótula inferomedial, se inserta en la tibia anteromedial cerca de la cicatriz fisaria proximal, pero no contribuye significativamente a las restricciones del tejido blando medial (3,34).

Existen estructuras de tejido blando similares en el lado lateral de la rodilla. El ligamento femorrotuliano lateral se extiende desde el epicóndilo lateral hasta la rótula lateral proximal. Inferiormente, el ligamento patelotibial lateral se extiende desde la rótula lateral distal hasta el borde lateral del tubérculo tibial (3).

### **Tendón rotuliano**

El tendón rotuliano es una estructura aplanada en forma de correa que conecta la rótula inferior con la tuberosidad tibial, sirviendo principalmente como ligamento; típicamente se le conoce como tendón porque algunas de sus fibras se derivan y continúan con las del recto femoral (36–38). Es más ancho en su inserción rotuliana que en la tibia, ya que sus fibras convergen antes de insertarse justo más allá de la punta superior de la tuberosidad tibial (37). El tendón está firmemente adherido a los dos tercios distales de la rótula anterior; en un tercio de los individuos, las fibras también se unen a la superficie posterior de la rótula inferior, formando una cresta en su margen posterior asociada con fibras posteriores acortadas (39). El polo rotuliano inferior puede ser puntiagudo o romo; el tipo romo se asocia con fibras en el tendón anterior que son considerablemente más largas que las de su borde posterior (40). Las longitudes de fibra más cortas en el tendón posterior provocan un alargamiento y una tensión desproporcionados durante la flexión de la rodilla, lo que contribuye a la alta incidencia de tendinosis y desgarros en su superficie posterior (40).

En la radiografía y la tomografía computada, el tendón rotuliano se ve claramente debido al contraste que ofrece la almohadilla grasa de Hoffa adyacente. En ultrasonido debido a su posición superficial es adecuadamente valorado. En la resonancia magnética, muestra una intensidad de señal baja y márgenes bien definidos que se aplanan en sentido proximal y asumen una convexidad anterior semilunar en sentido distal cerca de su inserción de tuberosidad (39). Puede haber variaciones en la intensidad de la señal que no deben confundirse con las debidas a tendinosis y desgarros (41). En su inserción rotuliana, en

82% de los pacientes se observa una región indistinta en forma de V de intensidad de señal intermedia en su borde posterior; Se puede observar una intensidad de señal intermedia intratendinosa focal similar en su inserción tibial en el 32% (38,42). El pandeo del tendón en extensión completa de la rodilla puede producir múltiples focos de intensidad de señal alterada relacionados con artefactos del ángulo mágico en posiciones variables dentro del tendón (43). Existe una variante rara donde el tendón tiene una doble capa, con un tendón engrosado con una intensidad de señal intermedia entre distintas capas rotulianas (44).

### **Tuberosidad de la tibia**

La tuberosidad tibial se forma a partir de una masa cartilaginosa en forma de lengua que se extiende hacia abajo desde la fisis articular para cubrir la tibia anterior (45). A la fase cartilaginosa inicial le sigue una fase apofisaria, durante la cual se forman centros de osificación separados en la tibia proximal y el tubérculo tibial. Con el tiempo, el centro de osificación de la tuberosidad aumenta y se extiende proximalmente para fusionarse con el centro de osificación tibial proximal. En la etapa ósea final, el cartílago fisario se fusiona con la tibia subyacente (46).

### **2.2.5. BIOMECÁNICA DE LA RÓTULA**

Como hueso sesamoideo con múltiples inserciones de tejido blando, la rótula tiene movimiento en todos los planos como la flexión y extensión, el giro en el plano coronal y la inclinación en el plano axial. La función predominante de la rótula es aumentar la ventaja biomecánica del mecanismo extensor. La rótula sirve como punto de apoyo para aumentar el brazo de palanca del tendón del cuádriceps mientras transmite fuerza a la tibia, a través de la inserción del tendón rotuliano, para extender la rodilla (5,9).

La rótula tiene aproximadamente 7 cm de traslación desde la extensión total hasta la flexión. Cuando la rodilla está completamente extendida, la rótula se sitúa ligeramente lateral y cualquier fuerza a través del cuádriceps se realiza principalmente en dirección proximal y muy poca fuerza se dirige posteriormente. Cuando la rodilla comienza a flexionarse más allá de 20 a 30°, la cresta mediana de la rótula se acopla al surco troclear y queda ligeramente medializada. Después de 30°, la estabilidad rotuliana está determinada en gran medida por la anatomía de la tróclea (5,8,47,48).

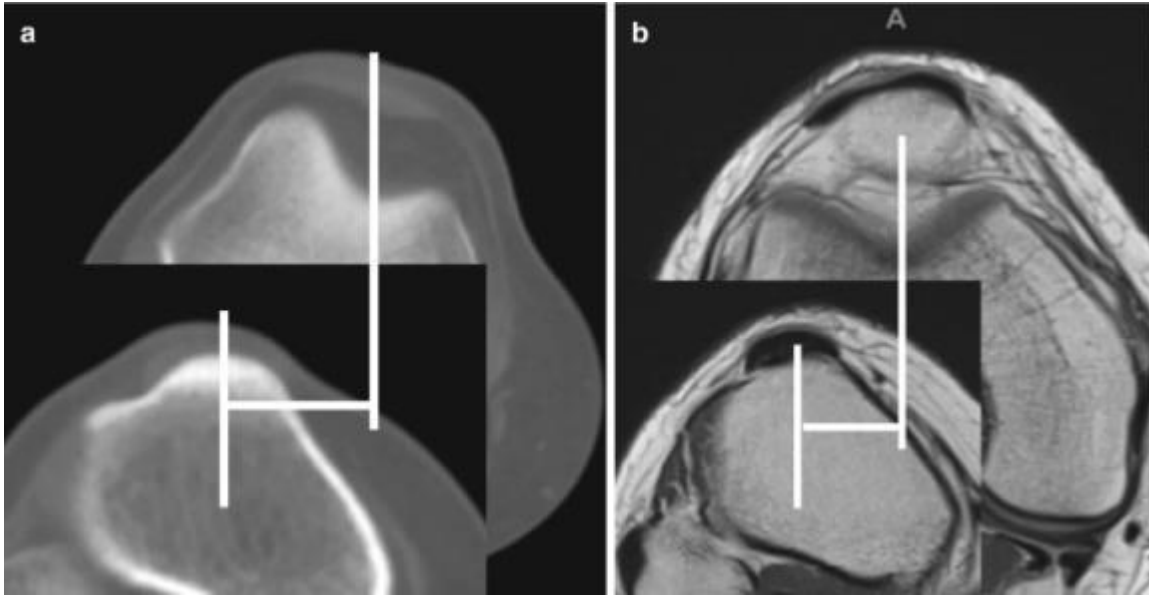
En los últimos 15° de extensión, que requieren el doble de torsión, la rótula se acopla contra el fémur y desplaza el mecanismo extensor del eje de rotación de la rodilla, aumentando la

eficacia del brazo (49,50). La articulación patelofemoral, compuesta de cartílago hialino en ambos lados, reduce el coeficiente de fricción de la alternativa de que el tendón interactúe directamente contra el fémur distal (51). La eficacia se destaca por el aumento de la fuerza del cuádriceps necesaria para la extensión de la rodilla después de la patelectomía, que según se informa es del 130% de la requerida en la rodilla nativa (51).

El seguimiento rotuliano es menos estable en los primeros 30° de flexión ya que el surco troclear es más superficial en sentido proximal (52); la estabilidad depende más de las restricciones de los tejidos blandos en la flexión temprana. A 20° de flexión, el MPFL es la principal restricción de la subluxación lateral y contribuye aproximadamente en un 60%. El 13% se deriva del patelomeniscal medial y el 10% del retináculo lateral. El ligamento patelotibial medial y el retináculo medial superficial no contribuyen significativamente (34). La rótula se encuentra más lateralmente con la rodilla extendida y luego se mueve medialmente con la flexión de la rodilla hacia el surco, donde se acopla alrededor de 30 a 45° de flexión (3,52). Por lo tanto, en una flexión más profunda, la estabilidad rotuliana la confiere la anatomía ósea del surco distal.

## **EL ÁNGULO Q**

Las fuerzas del plano coronal sobre la rótula están representadas por el ángulo Q. Descrito por Insall en 1976, es un ángulo formado entre el cuádriceps y los tendones rotulianos, representado por los vectores desde la EIAS hasta el centro de la rótula y desde el centro de la rótula hasta el centro del tubérculo tibial (53). Un ángulo Q normal es de 12 a 14°, mayor en las mujeres y mayor de 20° se considera anormal. Un ángulo Q alto equivale a una fuerza lateral mayor sobre la rótula. Los valores elevados se han asociado con anteversión femoral y torsión tibial externa, creando en conjunto la llamada mala alineación miserable (54). Sin embargo, si la rótula ya está en posición subluxada lateralmente, el ángulo Q puede ser falsamente bajo, y la distancia surco troclear:tuberosidad tibial (TT-TG) en la TC axial representa un mejor marcador cuantitativo (Fig. 11) (55).



**Figura 11.** Distancia TT-TG medida en CT ( a ) y MRI ( b ) desde el surco más profundo (generalmente en el cartilago femoral condilar posterior más grueso) hasta el centro del tubérculo tibial (tendón rotuliano). Fuente: Tisano, BK, Shah, JP, Chhabra, A. (2023). Mecanismo rotuliano y cuádriceps: consideraciones clínicas, de imagen y quirúrgicas. En: Davies, M., James, S., Botchu, R. (eds) Imágenes de la rodilla. Radiología Médica. Springer, Cham (1).

A través de 0 a 60° de flexión, la faceta lateral tiene un área de contacto mayor que la faceta medial en cada punto (56). El mapeo de las fuerzas de contacto sobre la rótula corresponde a la orientación y rigidez del hueso esponjoso subyacente (57). La tensión de contacto en todos los puntos de la rótula aumenta con la flexión de la rodilla (7). La contracción del cuádriceps no aumenta la fuerza ni la compresión a través de la rótula (56). Se informa que las fuerzas reactivas conjuntas de la articulación femorrotuliana son de 385 N al caminar y de 2400 a 2500 al subir escaleras (58). Subir escaleras también produce una gran fuerza de corte a través de la rótula medial central, particularmente entre 50° y 60° de flexión (57). Un aumento del ángulo Q de 10° da como resultado un aumento del 45% en las presiones de contacto (59). Aunque la rótula alta causa fuerzas reactivas articulares similares a las de la rodilla normal, hay menos área de contacto, lo que resulta en una mayor tensión calculada (56).

La rótula también tiene la capacidad de girar alrededor de su eje longitudinal, lo que se conoce como inclinación rotuliana. Esto suele verse como un movimiento del borde lateral de la rótula hacia el fémur en relación con el borde medial. La cantidad de rotación varía de 1 a 15 ° mientras se flexiona de 0 a 90°.

## Plano sagital

La rótula que está demasiado alta o baja de lo normal también puede causar dolor o inestabilidad. Una rótula que se encuentra demasiado proximal, conocida como rótula alta, ha demostrado ser un contribuyente importante a la luxación recurrente de rótula. Con la rótula alta, debe haber más flexión de la rodilla antes de que la rótula se encaje en el surco, lo que da como resultado una relativa falta de restricción en la flexión temprana, lo que puede provocar condromalacia y mayores tasas de inestabilidad (60). Además retrasa la interacción del tendón del cuádriceps con la tróclea en una flexión profunda, lo que genera una mayor cantidad de fuerza a través de la rótula así como provocar una alteración en el punto de isometría del MPFL.

Por el contrario, una rótula demasiado distal, conocida como rótula baja, se asocia frecuentemente con artropatía por traumatismo. Esto puede aumentar las fuerzas articulares, además de limitar el movimiento y provocar una mayor tasa de artritis (61); sin embargo, se observa una mayor área de contacto, lo que conduce a menores tensiones, además de compartir el tendón del cuádriceps que se activa antes (62).

### **2.2.6. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA RÓTULA.**

Existe una variedad de técnicas de imagen para evaluar el compartimiento anterior de la rodilla (63). Las radiografías anteroposterior y lateral permiten detectar derrame, artrosis, alineación y fracturas. Las vistas axiales que perfilan la articulación femorrotuliana permiten una mejor evaluación de la alineación femorrotuliana, la osteoartrosis y las fracturas rotulianas. La TC permite la evaluación de fracturas sutiles o complejas, mineralización de tejidos blandos y lesiones óseas no adecuadamente visibles en radiografías. La TC, ya sea estática o con flexión incremental, es útil para evaluar la morfología ósea y la alineación femorrotuliana en pacientes con sospecha de mal seguimiento (25,64). La ecografía se utiliza ampliamente para evaluar enfermedades de los tejidos blandos y para guiar procedimientos intervencionistas (36,65).

La resonancia magnética juega un papel vital en la evaluación de los trastornos anteriores de la rodilla, se usan con mayor frecuencia secuencias de espín-eco, espín-eco rápido y T inversión-recuperación corta (STIR) destacando anomalías anatómicas y cambios en la distribución de líquidos en huesos, cartílagos y tejidos blandos (66,67).

Las secuencias de eco de gradiente (GRE) son útiles en casos seleccionados para evaluar el cartílago fisario e hialino y detectar hemosiderina (20). Las condiciones patológicas intraarticulares se evalúan mejor cuando hay derrame o después de la inyección de material de contraste intraarticular. El realce con material de contraste intravenoso ayuda en la evaluación de sinovitis, infección y neoplasias. Las técnicas de resonancia magnética cuantitativa son herramientas de investigación prometedoras para detectar anomalías del cartílago antes de que se produzca daño estructural (68).

## **PROYECCIONES RADIOGRÁFICAS**

La evaluación de la articulación femoro patelar (APF) debe comenzar siempre con un estudio radiológico simple, con tres proyecciones: anteroposterior, lateral y axial con flexión menor a 30°.

¿Por qué menor a 30°?: porque se ha descrito que un 97% de los pacientes normales tienen la patela centrada en 30° y a una mayor flexión se van a reducir la mayor parte de las anormalidades de alineamiento.

La técnica y proyecciones radiográficas en el examen de la rodilla dependen de las indicaciones clínicas. Estas radiografías se pueden tomar con el paciente en decúbito supino (paciente con dolor intenso o traumatismo) o en posición vertical y con carga de peso.

En la evaluación del espacio articular y la OA, las radiografías deben tomarse con el paciente en carga y con la rodilla en ligera flexión.

Podemos evaluar el espacio articular femorotibial, lesiones traumáticas o tumores y hallazgos en la patela, como fracturas, patela bipartita, defecto patelar dorsal, etc.

### **Vista AP**

Una radiografía anteroposterior (AP) estándar se incluye en la evaluación básica de la articulación femororrotuliana. En ligera flexión de la rodilla, la rótula debe estar centrada dentro del surco troclear entre los cóndilos femorales medial y lateral. Esta vista puede demostrar subluxación o dislocación lateral, rótula alta, fractura o rótula bipartita. Esta vista también permite evaluar los compartimentos medial y lateral de la rodilla y la salud general

de la rodilla. La radiografía en proyección AP es la que menos información aporta respecto a la articulación femoro patelar APF.

### **Axiales**

La proyección axial de la rodilla se conoce como vista de Merchand o del amanecer. Las radiografías se obtienen colocando al paciente en decúbito supino con la rodilla flexionada a 45° del extremo de la mesa y el haz de rayos X en un ángulo caudal de 30° con respecto a la horizontal. Esta vista permite la evaluación radiográfica del surco troclear, medido por el surco y los ángulos de congruencia. El ángulo del surco, definido por Brattstrom, se mide desde el punto más alto de los cóndilos femorales hasta el punto más bajo del surco troclear (69).

### **Vista lateral.**

Debe realizarse con una flexión menor a 30°; para que la proyección sea adecuada las porciones posteriores de los cóndilos femorales deben aparecer superpuestos. En estas condiciones se identifican tres líneas densas en la porción anterior de la epífisis femoral distal: las dos anteriores corresponden a los contornos anteriores de los cóndilos femorales y la posterior al surco troclear.

Se muestra la parte distal del fémur, la proximal de la tibia y del peroné, y la rótula en perfil lateral. Deben estar abiertas las articulaciones femorrotuliana y de la rodilla. Se puede determinar si hay una rotación excesiva o insuficiente por la identificación del tubérculo aductor en el cóndilo interno, si es visible (Figura 12. A), y por la cantidad de superposición de la cabeza peronea por la tibia. (Rotación excesiva, menos superposición de la cabeza peronea; rotación insuficiente, más superposición.) Una posición lateral verdadera de la rodilla sin rotación demuestra los bordes posteriores de los cóndilos femorales directamente superpuestos. La rótula debe verse en perfil, con el espacio articular femorrotuliano abierto. Una exposición óptima sin movimiento visualiza un importante detalle de las partes blandas, incluidas las almohadillas grasas anteriores a la articulación de la rodilla y un patrón trabecular nítido (70).

Es importante conocer las limitaciones de esta proyección, dependientes tanto del tecnólogo como del paciente, ya que la variabilidad en su toma origina dificultades para obtener una proyección que se realice efectivamente en flexión menor a 30° (71).

La línea de Blumensaat, descrita por primera vez en 1938, es un punto de referencia radiológico fácilmente identificable, como una esclerosis lineal a lo largo del techo de la escotadura intercondilar del fémur distal (72) Se espera que el polo inferior de la rótula esté aproximadamente al mismo nivel que la línea de Blumensaat. Al medir una distancia vertical desde el polo inferior de la rótula hasta una continuación lineal de la línea de Blumensaat, una traslación proximal superior a 10 mm define la rótula alta. Las limitaciones de este método surgen de la variabilidad de la relación entre Blumensaat y el eje femoral entre individuos y el cambio dinámico de la relación con la rótula con el cambio en la flexión de la rodilla (73).

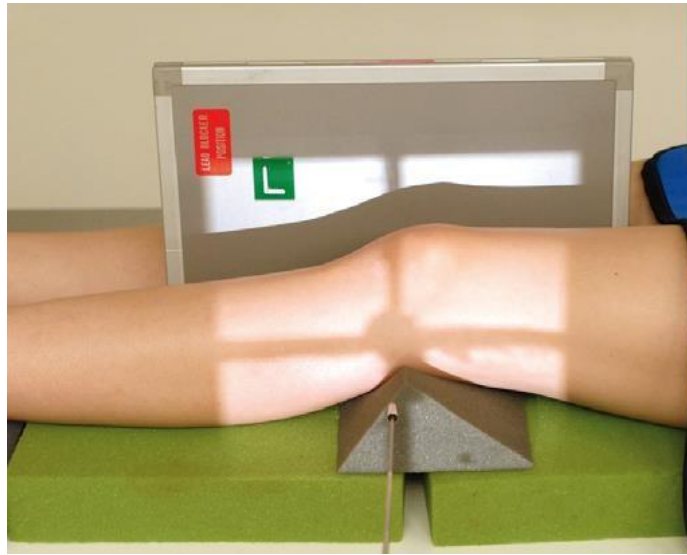
La altura rotuliana se puede evaluar en radiografías utilizando numerosos métodos y proporciones correspondientes, sin embargo, ninguna se percibe como el estándar de oro. Estos métodos relacionan la posición de la rótula con el fémur (evaluación directa) o relacionan la posición de la rótula con la tibia (evaluación indirecta). Los métodos de evaluación directa no se aplican ampliamente porque demostraron ser demasiado complejos para aplicarlos. Los métodos que utilizan una evaluación indirecta, como el Insall-Salvati (IS), el Insall-Salvati modificado (mIS), el Blackburne-Peel (BP) y el Caton-Deschamps (CD) son los métodos de evaluación radiográfica más utilizados.

Con respecto a los métodos de evaluación indirecta ampliamente utilizados, no hay consenso sobre qué método se debe utilizar de forma rutinaria para evaluar la altura rotuliana (74).

Técnica para la realización de proyección lateral- mediolateral de rodilla.

Posición del paciente: Esta proyección se puede obtener en 2 posiciones; lateral con rayo horizontal o en posición en decúbito lateral.

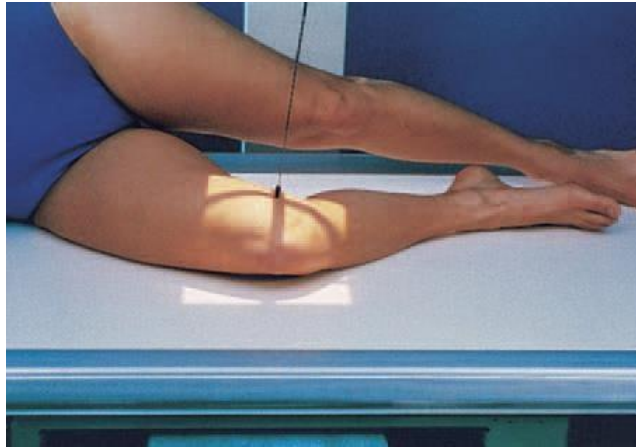
En la primera proyección es ideal en pacientes que no pueden flexionar la rodilla por dolor o traumatismo, se al paciente se coloque el RI colocado al lado de la rodilla. Posición de la estructura a estudiar: alinear y centrar la pierna y la rodilla con el RC (receptor de imagen) y con la línea media de la mesa o del RI.



**Figura 12.** Proyección mediolateral de rodilla izquierda en decúbito supino con haz horizontal. **Fuente:** Bontrager, K. L. (2010). Proyecciones radiológicas con correlación anatómica. 7ma Edición. Página 245. Elsevier España (70).

En la segunda se realiza con el paciente en decúbito supino, se coloca un apoyo (cojin) debajo de la rodilla y se emplea rayo horizontal con el pide al paciente se coloque sobre el lado afectado o a estudiar, hay que asegurarse que la pelvis no está rotada. Se pide al paciente extender la pierna que no explorará por detrás de la pierna a estudiar. Posición de la estructura a estudiar: Se prefiere una flexión de 20 a 30° ya que ésta posición ayuda a relajar los músculos y se muestra el mayor volumen de la cavidad articular, se coloca un soporte bajo el tobillo, se sujetan los epicóndilos y se ajustan de forma que queden perpendiculares al receptor de imagen (RI) esto ayuda a que se superpongan los cóndilos. La rótula está perpendicular al plano del RI. Se protegen las gónadas (Fig 12) (75).

Colimación: colimar en ambos lados a los márgenes cutáneos, con plena colimación en los extremos a los bordes del RI, para incluir el máximo de fémur, tibia y peroné.



**Figura 12. A.** Una proyección medio- lateral de la rodilla derecho en decúbito lateral. **Fuente:** 27. Frank, E. D., Long, B. W., & Smith, B. J. (2010). MERRILL. Atlas de Posiciones Radiográficas y Procedimientos Radiológicos, 3 vols. Volumen 1, página 306. Elsevier España (75).



**Figura 12. A.** Una proyección lateral de la rodilla con mala técnica. Obsérvese como los cóndilos no se superponen entre sí (flechas negras) y que la articulación femoropatelar aparece cerrada. B. El mismo paciente tras una colocación correcta. Los cóndilos se superponen y la articulación femoropatelar aparece abierta. **Fuente:** Frank, E. D., Long, B. W., & Smith, B. J. (2010). MERRILL. Atlas de Posiciones Radiográficas y Procedimientos Radiológicos, 3 vols. Volumen 1, página 306. + evolve. Elsevier España (75).

## RESONANCIA MAGNÉTICA

La resonancia magnética de calidad diagnóstica se puede realizar utilizando imanes de varias intensidades de campo, que van desde 0,2 a 10,5 Tesla (T), y con una variedad de

diseños de imanes, como imanes permanentes abiertos para todo el cuerpo, imanes dedicados para las extremidades y imanes de cuerpo entero de orificio cerrado. imanes superconductores. Los escáneres de resonancia magnética a menudo se clasifican como de campo bajo, campo medio, campo alto y campo ultraalto, según la intensidad del campo del imán. La intensidad del campo de RM es un factor importante a la hora de determinar la calidad de las imágenes de RM producidas. Aunque las distinciones entre las diferentes categorías pueden variar, estas clasificaciones son generalmente aceptadas: campo bajo ( $\leq 0,5$  T), campo medio ( $>0,5$  a  $<1,5$  T, generalmente 1,0 T), campo alto ( $\geq 1,5$  a  $<7,0$  T, generalmente 1,5 y 3,0 T) y campo ultraalto ( $\geq 7,0$  T) (76).

En comparación con los sistemas de resonancia magnética de 1,5 T, los sistemas de resonancia magnética de 3,0 T provocan un alargamiento del tiempo de relajación de T1 (aproximadamente entre un 14 y un 20 %), un acortamiento del tiempo de relajación de T2 (aproximadamente un 10 %) de los tejidos, un cambio químico más amplio entre el pico de señal de grasa y agua, y aumento de los efectos de susceptibilidad con los artefactos resultantes (77,78).

Se requiere el uso de una bobina de rodilla específica para resonancia magnética de rodilla, ya que mejora en gran medida la resolución de la imagen, la relación señal/ruido y la comodidad del paciente. En general, las bobinas de RF deben aplicarse lo más cerca posible de la parte del cuerpo de la que se van a tomar imágenes. En los sistemas más antiguos, las bobinas pueden ser una bobina combinada de transmisión/recepción o bobinas de solo recepción, teniendo la bobina de rodilla combinada de transmisión/recepción varias ventajas. Hoy en día, la mayoría de los sistemas de resonancia magnética emplean una bobina de rodilla dedicada de transmisión/recepción multicanal que contiene al menos ocho canales (Fig. 13). Estas bobinas multicanal se desarrollaron para aprovechar los principios de las bobinas multicanal. El conjunto de bobinas recibe múltiples señales independientes al mismo tiempo, lo que da como resultado una SNR alta y un campo de visión extendido (FOV) y permite imágenes paralelas y técnicas de detección comprimidas, mejorando así significativamente la resolución y reduciendo el tiempo de escaneo (79,80).



**Figura 13.** Fotografías de una bobina de rodilla combinada de transmisión/recepción dedicada de 16 canales. **Fuente:** Subramanian, M., Chin, HSH, Peh, WCG (2023). Imagen de resonancia magnética. En: Davies, M., James, S., Botchu, R. (eds) Imágenes de la rodilla. Radiología Médica(). Springer, Cham (76).

### **Tiempo de escaneo**

Idealmente, el examen de resonancia magnética debería completarse en el menor tiempo posible sin comprometer la calidad de la imagen, para optimizar el cumplimiento del paciente y reducir los artefactos de movimiento. Una duplicación del TR da como resultado la duplicación del tiempo de exploración, al igual que una duplicación del NEX. El tiempo de exploración también se duplica como resultado de la duplicación de las codificaciones de fase. El tiempo de exploración también aumenta al aumentar el tamaño de la matriz a lo largo de la dirección de codificación de frecuencia y al aumentar el TE. El tiempo de exploración se puede reducir aumentando el grosor del corte y utilizando un FOV rectangular en la dirección de codificación de fase (76).

### **Contraste de imagen y secuencias de pulso**

La resonancia magnética tiene un contraste de tejidos blandos superior en comparación con la tomografía computarizada. El contraste de los tejidos blandos en la resonancia magnética se basa en las diferencias en la resonancia de protones dentro de los tejidos. La resonancia magnética tiene la capacidad de diferenciar tipos de tejidos en función de sus intensidades de señal. Los protones de la grasa resuenan de forma diferente a los protones del agua. Al alterar los parámetros de la imagen, se pueden apreciar las diferencias en estas propiedades específicas del tejido y esto se denomina ponderación de la imagen. Los tejidos se diferencian en función de la intensidad de la señal en varias

secuencias y se describen como hiperintensos o hipointensos en relación con la intensidad de la señal del músculo (76).

Normalmente se emplean dos métodos para generar el eco después de la excitación inicial. El método empleado influye en las características de la señal detectada. En la técnica SE, se utiliza un segundo pulso de RF para invertir la magnetización y formar un eco en un tiempo igual al intervalo entre los dos pulsos de RF. Además de invertir la magnetización, este segundo pulso de RF también reenfoca el desfase de la magnetización que se ha producido debido a faltas de homogeneidad del campo (relajación T2\*). La intensidad de la señal en esta secuencia de pulsos decae con un tiempo igual al tiempo de relajación T2, y el proceso de reenfoque ha eliminado la caída de T2\*. Como resultado del pulso de inversión de 180°, el contraste en las imágenes SE está relacionado con los tiempos de relajación de los tejidos T1 y T2 y con los TR y TE elegidos (76).

Las imágenes de eco de gradiente reenfocan el gradiente de lectura y forman un eco de gradiente. Esto mide el desfase de la magnetización debido a faltas de homogeneidad del campo magnético (relajación T2\*). El tiempo de relajación T2\* es más corto que el tiempo de relajación T2. Cuando se emplean TE cortos, la atenuación de la señal de T2 y T2\* es similar, pero cuando se emplean TE más largos (más de 10 milisegundos [ms]), la intensidad de la señal está fuertemente influenciada por T2\*. Un examen de rutina por resonancia magnética de la rodilla incluye de tres a seis secuencias de pulsos obtenidas en tres planos anatómicos. Hay muchos tipos diferentes de secuencias de pulsos que se utilizan en la práctica clínica habitual, y cada uno tiene sus propias ventajas y desventajas (76).

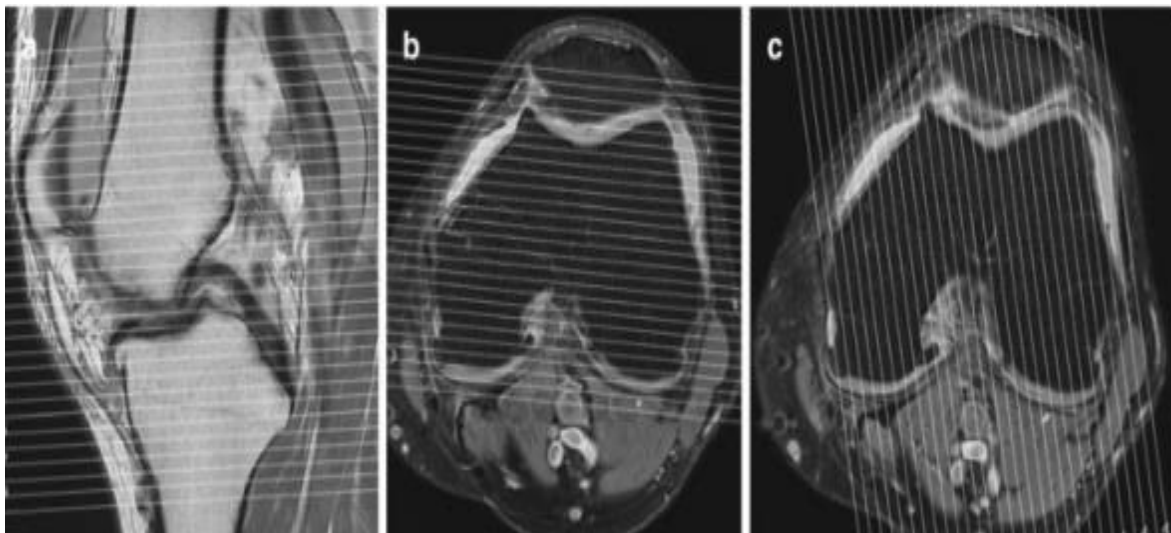
### **Planos de imágenes y posicionamiento del paciente**

La resonancia magnética de la rodilla generalmente se realiza con el paciente en posición supina, con la técnica de poner los pies primero, y la rodilla extendida y en posición neutral (Fig. 14). Se utiliza una bobina de rodilla específica con cojines o acolchado adicionales colocados para inmovilizar de manera óptima la rodilla y brindar comodidad al paciente. También se pueden aplicar cojines o acolchados adicionales debajo del tobillo para mayor comodidad. Tradicionalmente, la rodilla se rotaba entre 10 y 15° externamente para intentar alinear el ligamento cruzado anterior (LCA) paralelo al plano sagital. Sin embargo, esto ya no es necesario con el uso rutinario de rodajas más finas ( $\leq 3$  mm). La rotación externa de la rodilla también provoca el alargamiento de la dimensión anteroposterior de los cóndilos

femorales, en particular el cóndilo femoral lateral, y reduce la visualización precisa de la anatomía meniscal. Las imágenes se obtienen en los planos sagital oblicuo, coronal y axial. Las imágenes axiales se adquieren paralelas a la línea de la articulación de la rodilla y deben incluir inserciones del tendón distal del cuádriceps proximalmente al tendón rotuliano distalmente. Las imágenes coronales se adquieren paralelas a las caras posteriores de los cóndilos femorales y deben incluir la inserción tibial del ligamento colateral medial que generalmente se ubica 5 a 6 cm distal a la línea articular. Las imágenes sagitales oblicuas se adquieren paralelas a la cara medial del cóndilo femoral lateral y deben incluir ambos ligamentos colaterales (Fig. 15 ) (76).



**Figura 14** La fotografía muestra la posición de la rodilla de un paciente en una bobina de rodilla dedicada de 16 canales. El paciente está en posición supina con la técnica de pies primero y la rodilla en posición neutral. **Fuente:** Subramanian, M., Chin, HSH, Peh, WCG (2023). Imagen de resonancia magnética. En: Davies, M., James, S., Botchu, R. (eds) Imágenes de la rodilla. Radiología Médica(). Springer, Cham (76).



**Figura 15** Planificación de planos de imágenes para imágenes de RM ( a ) axial, ( b ) coronal y ( c ) sagital oblicua de la rodilla. **Fuente:** Subramanian, M., Chin, HSH, Peh, WCG (2023). Imagen de resonancia magnética. En: Davies, M., James, S., Botchu, R. (eds) Imágenes de la rodilla. Radiología Médica(). Springer, Cham (76).

### **Protocolo de resonancia magnética para el examen de rutina de la rodilla**

En la mayoría de las prácticas clínicas, el protocolo de rutina para la resonancia magnética de la rodilla tiene como objetivo principal evaluar exhaustivamente la indicación clínica más común, es decir, trastornos internos, y detectar lesiones incidentales e inesperadas. La resonancia magnética es la modalidad no invasiva de elección para la evaluación de sospechas de trastornos internos de la rodilla y durante mucho tiempo se ha demostrado que es superior a otras modalidades de imágenes. Siempre se deben respetar los principios básicos de la resonancia magnética musculoesquelética, es decir, imágenes en al menos dos planos ortogonales con una combinación de imágenes ponderadas en T1 y T2, con supresión adicional de grasa para las imágenes FSE ponderadas en T2. Como la rodilla es una articulación compleja que consta de articulaciones patelofemorales y tibiofemorales y múltiples estructuras con diferentes orientaciones, se recomiendan imágenes en tres planos para una evaluación integral. En la rodilla, se añaden imágenes potenciadas en PD para evaluar el menisco. Como la necesidad de realizar un examen completo por resonancia magnética de la rodilla debe equilibrarse con las limitaciones de tiempo y el rendimiento eficiente del paciente, la mayoría de los departamentos emplean un protocolo de rutina que tiene como objetivo obtener la máxima información sobre las diferentes estructuras clave en el menor tiempo posible para responder a la mayoría de las preguntas. preguntas clínicas. Si hay hallazgos inesperados en las imágenes de rutina, se agregan secuencias/planos adicionales, incluida la administración de contraste intravenoso, para una mayor caracterización de la lesión. Por lo tanto, no se puede enfatizar lo suficiente la importancia de tener radiólogos disponibles para revisar preliminarmente las imágenes de resonancia magnética al finalizar la exploración (76).

La resonancia magnética de la rodilla debe realizarse con una bobina para rodilla específica. Los parámetros se eligen para lograr imágenes de alta resolución con un tamaño de matriz mínimo de 256 x 256, un campo de visión de 14 a 16 cm y un grosor de corte máximo de 3 a 4 mm con un espacio entre cortes de no más de 1 mm. Se debe utilizar una combinación de secuencias en los tres planos que sea adecuada para evaluar meniscos, ligamentos, hueso subcondral, cartílago articular y líquido articular. Los planos de imagen típicos son sagital oblicuo, coronal y axial. Se pueden realizar otros planos de

imágenes, como el plano sagital oblicuo doble para evaluar los haces de LCA, el plano oblicuo coronal para evaluar la clasificación del desgarro del LCA y los planos axiales oblicuos para aumentar la precisión del desgarro de espesor parcial del LCA. Una secuencia coronal oblicua paralela al tendón poplíteo delimitará mejor las estructuras de las esquinas posterolaterales, como los ligamentos arqueados, fabeloperoneo y popliteoperoneo. Sin embargo, estos planos de imágenes adicionales no se recomiendan de forma rutinaria y se pueden agregar cuando esté indicado (76).

El protocolo de rutina de resonancia magnética de rodilla difiere según las instituciones y la práctica clínica. Es importante recordar que simplemente copiar los parámetros de imagen de una institución o máquina de MRI a otra institución o máquina de MRI puede no dar como resultado el contraste tisular deseado. Los parámetros de resonancia magnética deben adaptarse de acuerdo con las máquinas de resonancia magnética disponibles y acordarse según el consenso de los radiólogos informantes. Se enumeran los parámetros de imagen para las imágenes de rutina de la rodilla en nuestra institución. La secuencia FSE de ponderación intermedia con supresión grasa con TR >3000 ms y TE >30 ms se utiliza para evaluar meniscos y ligamentos, y se realiza en los tres planos en nuestra institución. Las imágenes FSE axiales de ponderación intermedia y supresión grasa se utilizan principalmente para evaluar el cartílago articular patelofemoral, el edema medular, el mecanismo extensor, la muesca intercondilar y el derrame articular. En las imágenes axiales también se evalúan los quistes poplíteos, los ligamentos colaterales y cruzados, los meniscos y las estructuras de las esquinas posteromedial y posterolateral. Las imágenes coronales FSE de ponderación intermedia con supresión grasa se utilizan para evaluar los ligamentos colaterales y cruzados, los meniscos, el cartílago articular tibiofemoral, el edema medular y el tracto iliotibial. Las imágenes FSE sagitales oblicuas con supresión grasa y ponderación intermedia son útiles para evaluar meniscos, ligamentos cruzados, mecanismo extensor, tróclea femoral y cartílago articular tibiofemoral, edema medular, derrames articulares, plicas y estructuras de las esquinas posteromedial y posterolateral. La grasa de Hoffa también se puede evaluar tanto en imágenes sagitales como axiales. En nuestra institución, también realizamos una secuencia FSE ponderada en PD sin supresión de grasa en el plano sagital oblicuo, para delimitar mejor la anatomía, ya que la grasa circundante delimita claramente varias estructuras. También se realiza una secuencia ponderada en T1 en el plano coronal en nuestra institución para obtener una evaluación precisa de los cambios de intensidad de la señal de la médula ósea en la infección y la

neoplasia, para evaluar el grado de atrofia grasa de los músculos y para detectar y caracterizar lesiones lipomatosas (76).

La investigación afirma que un LSR correcto debe tener una rótula centrada y orientada hacia adelante, así como una superposición de la cabeza del peroné (FHS) con una tibia que sea 1/3 más grande que el peroné (81).

### **Mediciones rotulianas por resonancia magnética**

Se han descrito numerosas mediciones femorrotulianas para cuantificar anomalías de la articulación femorrotuliana. La evaluación de la posición y el aspecto morfológico de la rótula se basa predominantemente en imágenes, como radiografías y tomografía computarizada. Más recientemente, las imágenes por resonancia magnética ganaron popularidad en la obtención de imágenes de los trastornos de la PF. Los factores de inestabilidad anatómica se midieron en imágenes de resonancia magnética, incluida la altura rotuliana, la inclinación rotuliana, la distancia TT-TG, la morfología troclear (ángulo del surco, la profundidad troclear, la asimetría de la faceta troclear, la asimetría del cóndilo troclear y el ángulo de inclinación lateral) y el índice troclear patelar (PTI).

### **Mediciones por radiografía simple y resonancia magnética de la altura rotuliana en el plano sagital.**

Los parámetros cuantitativos evaluados en la radiografía lateral de rodilla a 30° son: el índice de Insall-Salvati (ISI), el índice de Insall-Salvati modificado (MISI), el índice de Caton-Deschamps (CDI), índice de Blackburne-Peel (BPI); y en las secciones sagitales de RM con importancia diagnóstica para la altura rotuliana son: el índice de Insall-Salvati (ISI), el índice de Insall-Salvati modificado (MISI), el índice de Caton-Deschamps (CDI), índice de Blackburne-Peel (BPI), índice de morfología (MR) e índice troclear rotuliano (PTI). Todas las mediciones se realizaron en el corte sagital que muestra la mayor longitud de rótula.

Un metaanálisis realizado por Smith et al. evaluó la confiabilidad y validez de varias mediciones de la altura patelar y encontró buena confiabilidad y validez para siete métodos diferentes, sin que ningún método se destacara como clínicamente superior (82).

### **Índice de Insall-Salvati ( ISI )**

Se calcula dividiendo la longitud del tendón rotuliano por la diagonal máxima del hueso rotuliano en una radiografía de rodilla (Fig 16).

En radiografías simples:

- rótula baja :  $<0,8$
- normales:  $0,8-1,2$
- rótula alta :  $>1,2$



**Figura 16.** Índice de Insall-Salvati ( ISI ). Fuente: <https://radiopaedia.org/articles/insall-salvati-ratio>

Se puede evaluar de forma fiable mediante resonancia magnética sagital utilizando la relación entre el tendón rotuliano y la altura de la rótula. La longitud de la rótula en el corte sagital medio es la distancia entre las esquinas anteroinferior y posterosuperior. La longitud del tendón rotuliano se determina midiendo la línea más corta trazada paralela al borde más profundo del tendón rotuliano (Fig 17). Para el índice de Insall-Salvati, cuando hay un polo inferior alargado de la rótula, conocido como “Cyrano patella”, el valor del índice puede permanecer dentro del rango normal si la rótula alta está presente. Utilizando una fórmula basada en el Índice de Morfología Patelar (Longitud vertical de la rótula/longitud de la superficie articular rotuliana), Grelsamer et al. y Miller identificaron tres variaciones que involucran la longitud de la superficie articular de la rótula y la forma del polo inferior de la rótula, lo que introduce error en el índice de Insall-Salvati. El estudio de Grelsamer describe tres tipos de rótula según la relación entre la longitud de la rótula y la longitud de la superficie articular. La mayoría de las rótulas exhiben una proporción entre 1,2 y 1,5 y se clasifican como tipo I (aquellas con una proporción mayor a 1,5 dan la apariencia de tener una nariz larga; esto es el tipo II. Las que tienen una proporción de 1,2 (nariz corta) son el tipo III (Fig 1) (6).



**Figura 17.** La imagen T1 SE en plano sagital revela elevación elevada (relación rotuliana 1,51). Según el índice de Insall-Salvati (ISI), el índice de altura rotuliana se calcula dividiendo la longitud del tendón rotuliano desde el vértice de la rótula ( línea continua B ) hasta su inserción en la tuberosidad tibial ( flecha punteada ) por el máximo longitud diagonal del hueso rotuliano. **Fuente:** Codorean II, Codorean IB. Patella. En: Clinical-MRI Correlations of Anterior Knee Pain. Cham: Springer Nature Switzerland; 2023 (6).



**Figura 18.** Imágenes T1 SE en el plano sagital (A – C) que resaltan la longitud vertical de la rótula (línea continua a- A–C) y la longitud de la superficie articular rotuliana (línea de puntos b- A – C) . Según la relación entre la longitud de la rótula y la longitud de la superficie articular de la rótula, existen tres tipos de formas del polo inferior de la rótula. El tipo I (imagen A) tiene una superficie de articulación de longitud normal con el típico polo redondeado y produce mediciones ISI precisas. El tipo II (imagen B) tiene una longitud de superficie articular abreviada y un polo inferior alargado (nariz de Cyrano) subestima la rótula Alta mientras que exagera la rótula Baja en las mediciones ISI. El tipo III (imagen C) tiene una superficie articular normal con un polo inferior aplanado con rótula Alta exagerada y rótula Baja subestimada en ISI. **Fuente:** Codorean II, Codorean IB. Patella. En: Clinical-MRI Correlations of Anterior Knee Pain. Cham: Springer Nature Switzerland; 2023 (6).

El tipo I (85%) tiene una superficie articular de longitud normal con un polo inferior redondeado típico y produce mediciones ISI precisas. El tipo II (11%) tiene una longitud de superficie articular abreviada y un polo inferior alargado (nariz de Cyrano) subestima la rótula alta mientras que exagera la rótula baja en las mediciones ISI.

El tipo III (4%) tiene una superficie articular normal con un polo inferior aplanado con una rótula alta exagerada y una rótula baja subestimada en las mediciones ISI. Estos autores sugirieron que el índice de Insall-Salvati modificado (MISI) se utilice junto con el ISI en pacientes con formas rotulianas inusuales o fracturas antiguas o enfermedad de Sinding-

Larsen-Johansson donde el polo inferior de la rótula es anormal o difícil de evaluar. Varios autores han estudiado la posición sagital de la rótula mediante resonancia magnética o han introducido nuevas mediciones de resonancia magnética para pacientes con trastornos de PF. Otros métodos incluyen el índice de Insall-Salvati modificado, el índice de Caton-Deschamps, el índice de Blackburne-Peel y de Carvalho et al.

Estos métodos utilizan el extremo inferior de la superficie articular de la rótula como punto de referencia, evitando así posibles resultados falsos positivos o falsos negativos en caso de una forma anormal de la faceta distal no articulada de la rótula.

### **Índice de Insall-Salvati modificado**

El índice Insall-Salvati tiene inconvenientes ya que carece de sensibilidad a la morfología patelar. Las formas patelares inusuales pueden dar lugar a valores erróneos del índice Insall-Salvati tales como en los pacientes cuya rótula tiene una faceta distal larga donde el cálculo del índice puede ser inexacto, el índice de Insall-Salvati modificado reduce significativamente éstos errores (83).

El (mISI) se obtiene dividiendo la distancia entre la cara inferior de la superficie articular de la rótula y la inserción del ligamento rotuliano por la longitud de la superficie articular rotuliana para evitar imprecisiones asociadas con la variabilidad en la forma del polo inferior de la rótula (Fig 19).

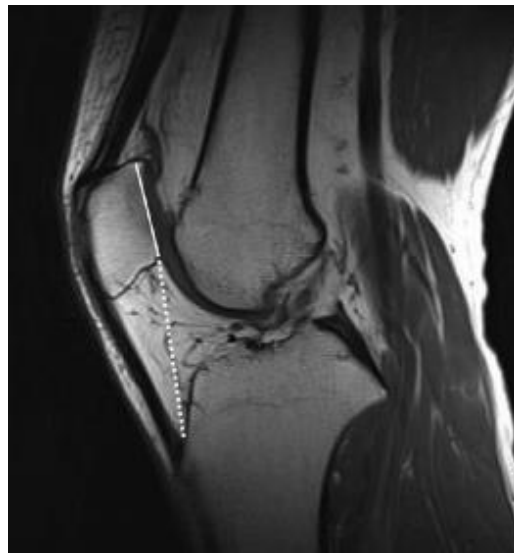
- A: distancia desde el margen inferior de la superficie articular rotuliana (a diferencia del polo inferior de la rótula) hasta la inserción del tendón rotuliano.
- B: longitud de la superficie articular rotuliana

Relación Insall-Salvati modificada =  $A/B$

El valor normal de MISI: 1,25 ( rango 1,2–2,1 ); rótula alta:  $>2$  (Fig 20) (6).



**Figura 19.** índice de Insall-Salvati modificado (MISI). **Fuente:** <https://radiopaedia.org/articles/modified-insall-salvati-ratio>



**Figura 20.** El índice de Insall-Salvati modificado (MISI) se obtiene dividiendo la distancia entre la cara inferior de la superficie articular de la rótula y la inserción del ligamento rotuliano por la longitud de la superficie articular rotuliana para evitar imprecisiones asociadas con la variabilidad en la forma del polo inferior de la rótula. **Fuente:** Codorean II, Codorean IB. Patella. En: Clinical-MRI Correlations of Anterior Knee Pain. Cham: Springer Nature Switzerland; 2023 (6).

Puede verse afectado por la presencia de anomalías de la tuberosidad tibial (osteotomías) y en pacientes con enfermedad de Osgood-Schlatter, donde es difícil identificar la inserción del tendón rotuliano. En estos casos, se han recomendado el índice de Blackburn-Peel, el índice de Caton-Deschamps y el índice de Carvalho como alternativas para la evaluación radiográfica (6).

## Índice de Caton-Deschamps (CDI)

Se basa en la longitud de la superficie articular rotuliana y su distancia desde la tibia, lo que reduce las mediciones erróneas en aquellos con cuerpos rotulianos largos, como se mide en el índice de Insall-Salvati.

Se puede medir en una radiografía lateral o en una tomografía computarizada o resonancia magnética sagital de la rodilla. Para la medición se considera ideal que la rodilla esté flexionada en un ángulo de 30°, aunque para el estudio original de Caton-Deschamps los ángulos de flexión estaban entre 20° y 80°.

El CDI se ha considerado la evaluación más funcional de la altura patelar y proporciona una gran ventaja clínica debido a la prevalencia de radiografías laterales y la simplicidad de la medición del CDI. Además, a diferencia del índice IS, el CDI no se ve afectado por anomalías concomitantes de la tuberosidad tibial, lo que permite una aplicación clínica más universal.

Para evaluar la altura rotuliana es la relación entre la longitud entre la superficie articular inferior de la rótula y el labio anterior de la tibia y la longitud de la superficie articular rotuliana. (Fig 21).

A: distancia entre el ángulo anterior de la meseta tibial y la cara más inferior de la superficie articular rotuliana.

B: longitud de la superficie articular rotuliana

Índice de Caton-Deschamps =  $A/B$ .

Rango de valores normales 0,6–1,2. Los valores inferiores a 0,6 indican rótula inferior y los valores superiores a 1,2 indican rótula alta (Fig 22) (6).

También se puede aplicar en niños, pero se debe aplicar la corrección por edad porque la osificación rotuliana comienza en su lado proximal.



**Figura 21.** Índice de Caton-Deschamps (CDI) **Fuente:** <https://radiopaedia.org/articles/caton-deschamps-index-knee>



**Figura 22.** La imagen PD FS en el plano sagital resalta el cálculo del índice de Caton-Deschamps (CDI). La distancia entre la superficie articular inferior de la rótula y la esquina anterior de la articulación tibial superior (línea de puntos a) se divide por la longitud de la superficie articular (línea b). **Fuente:** Codorean II, Codorean IB. Patella. En: Clinical-MRI Correlations of Anterior Knee Pain. Cham: Springer Nature Switzerland; 2023 (6).

La CDI es el método de diagnóstico más preciso porque se basa en puntos de referencia anatómicos fácilmente identificables y reproducibles; no depende de la calidad de la radiografía, el tamaño de la rodilla, el agrandamiento radiológico o la posición del tubérculo tibial o la modificación rotuliana; y no se ve afectado por el grado de flexión de la rodilla entre 10 ° y 80 °. CDI es el método más útil para describir la altura rotuliana después de la distalización del tubérculo tibial porque evalúa la altura de la rótula en relación con la meseta tibial (84). Belkin et al. demostró que cuando el índice de Caton-Deschamps está

por encima de lo normal, el punto de isometría del MPFL puede estar hasta 5 a 10 mm proximal al punto de Schottle estándar (85).

### **Índice de Carvalho.**

El ratio del índice de Carvalho es similar al índice de Caton-Deschamps se basa en la longitud de la superficie articular rotuliana y su distancia desde la tibia, lo que reduce las mediciones erróneas en aquellos con cuerpos rotulianos largos, como se mide en el índice de Insall-Salvati. Aún así, reemplaza al denominador con la longitud más corta entre el margen inferior del cartílago articular rotuliano y el punto más cercano en el margen anterior de la meseta tibial (Fig 23).

Se puede medir mediante una radiografía lateral o una resonancia magnética sagital de rodilla. El estudio original realizó mediciones en radiografías laterales con la rodilla en flexión de 30° (86).

F: la distancia más corta entre la meseta tibial y la cara más inferior de la superficie articular rotuliana.

D: longitud de la superficie articular rotuliana.

índice de Carvalho =  $F / D$

- rótula alta:  $> 1,11$

Estos métodos comparten la ventaja de ser independientes de la forma del polo inferior de la rótula y la identificación de la inserción del tendón rotuliano. Aún así, quedan fácilmente oscurecidos por cambios artríticos o postraumáticos de la rótula y la articulación femorotibial (Fig 24) (6).



**Figura 23.** El índice de Carvalho. Imagen T1 SE en el plano sagital resalta el índice de Carvalho. La distancia entre la superficie articular inferior de la rótula y la esquina anterior de la articulación tibial superior ( línea de puntos a ) se divide por la longitud de la superficie articular (línea b). **Fuente:** Codorean II, Codorean IB. Patella. En: Clinical-MRI Correlations of Anterior Knee Pain. Cham: Springer Nature Switzerland; 2023 (6)



**Figura 24.** Niño de 14 años con dolor anterior de rodilla. Las imágenes sagitales T1 SE (a) y sagitales PD FS (b) resaltan la fragmentación de la tuberosidad tibial anterior (flechas amarillas a , b) , asociada con un aumento del área de inserción tibial del ligamento rotuliano ( círculo a ) y una reacción inflamatoria mínima a ese nivel ( flecha punteada b). **Fuente:** Codorean II, Codorean IB. Patella. En: Clinical-MRI Correlations of Anterior Knee Pain. Cham: Springer Nature Switzerland; 2023 (6).

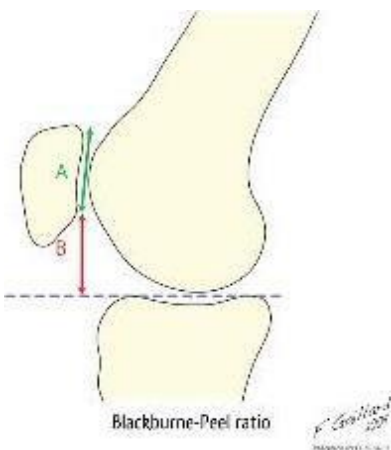
### Relación Blackburn-Peel

Tiene una mayor confiabilidad interobservador en comparación con el índice de Insall-Salvati y también se puede utilizar cuando la tuberosidad tibial es anormal (p. ej., enfermedad de Osgood-Schlatter , osteotomía), ya que no depende de este punto de referencia.

Se obtiene una radiografía lateral de la rodilla con 30° de flexión y se traza una línea horizontal al nivel de la meseta tibial.

La relación Blackburn-Peel ( BP ) mide la relación entre la distancia más corta entre el margen inferior de la superficie articular rotuliana y una línea paralela a la superficie articular tibial proximal y la longitud de la superficie articular rotuliana. (Fig 25). La relación Blackburne-Peel normal media (TA/PC) es 0,8, con la rótula Alta definida como >1,0 y la rótula Baja: <0,5

La principal desventaja de este método es que la línea trazada a lo largo de la meseta está asociada naturalmente con la pendiente tibial. Si la pendiente es mayor de lo normal, la rótula alta no quedará expuesta (Fig 26) (6).



**Figura 25.** Relación Blackburn-Peel (BP) Fuente: <https://radiopaedia.org/articles/blackburne-peel-ratio?lang=us>

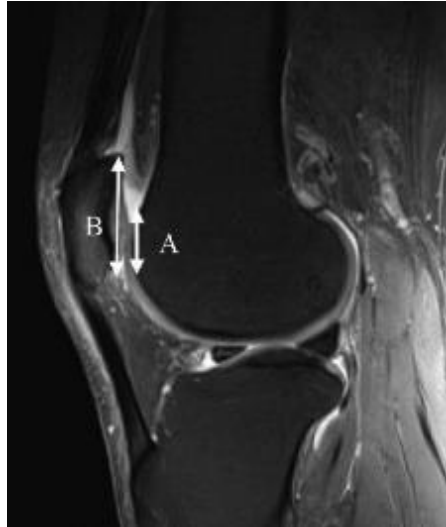


**Figura 26.** Medición del índice Blackburn-Peel (BP). La relación de medición de la distancia más corta entre el margen inferior de la superficie articular rotuliana ( línea negra a ) y una línea extendida paralela a la superficie articular tibial proximal ( línea discontinua ) y la longitud de la superficie articular rotuliana ( continúa la línea b ). **Fuente:** Codorean II, Codorean IB. Patella. En: Clinical-MRI Correlations of Anterior Knee Pain. Cham: Springer Nature Switzerland; 2023 (6).

Una revisión sistemática más reciente realizada por White et al, sin embargo, sugirieron que el índice de Insall-Salvati era el más confiable para correlacionar los síntomas clínicos con los hallazgos radiológicos y tenía la menor variabilidad interobservador (87).

### Índice patelotroclear (PTI)

Biedert y Albrecht describieron otro método de resonancia magnética para evaluar la relación entre la rótula y la tróclea y para evaluar la altura rotuliana mediante resonancia magnética: el "índice patelotroclear" (PTI). Ésta es una relación entre la longitud máxima del cartílago articular rotuliano y la longitud del cartílago articular troclear (Fig 27) (88).



**Figura 27.** Índice patelotrocLEAR (PTI). La imagen PD FS en el plano sagital con la mayor longitud rotuliana resalta el cálculo del PTI. Línea ( b ) medición del cartílago articular. Línea ( a ) paralela a la línea ( b ), el cartílago articular femoral más superior a la línea de referencia. **Fuente:** Codorean II, Codorean IB. Patella. En: Clinical-MRI Correlations of Anterior Knee Pain. Cham: Springer Nature Switzerland; 2023 (6).

El índice patelotrocLEAR descrito medido en imágenes de RM sagitales es un método confiable y reproducible para determinar la correlación articular exacta entre la articulación femorrotuliana y la altura rotuliana. Las principales ventajas de este índice son: (1) medición exacta de la congruencia articular patelotrocLEAR; (2) las variaciones de la forma ósea de la rótula (es decir, polo inferior largo y no articular) no afectan la proporción; (3) se consideran las diferencias de longitud y forma de la tróclea; (4) las variaciones de las áreas de inserción del tendón rotuliano son insignificantes (enfermedad de Sinding-Larson-Johansson o de Osgood-Schlatter; después de intervenciones quirúrgicas); (5) en los niños se ve un cartílago radiolúcido más grueso; (6) no hay exposición a radiación ionizante, y (7) las mediciones con una flexión de rodilla de 0° son más fáciles que con una flexión de 30° (88). Por otro lado, el PTI se altera significativamente con la flexión de la rodilla (89).

La heterogeneidad de los datos y estudios que se han publicado dificulta la determinación del "estándar de oro" para la evaluación, y existe "la necesidad de una mayor consolidación de las mediciones radiológicas más confiables y sus funciones en la evaluación de la inestabilidad rotuliana" (87).

### 2.2.7. PATOLOGÍA DE LA RÓTULA.

La articulación de la rodilla es una de las articulaciones más vitales en la movilidad bípeda humana y se ve afectada por una amplia gama de patologías, desde traumatismos hasta etiologías inflamatorias. El trauma puede ser crónico y repetitivo de bajo impacto, agudo

de alto impacto o posicional, como en lesiones por torsión o pivote. Ocurre en personas mayores con baja densidad mineral ósea, así como en poblaciones más jóvenes que participan en actividades deportivas recreativas o profesionales.

El dolor anterior de rodilla puede manifestarse como una aparición insidiosa de síntomas durante actividades asociadas con la carga rotuliana (como ponerse en cuclillas, subir escaleras y correr) o después de una lesión aguda; el uso excesivo y las lesiones agudas pueden afectar cualquiera de las estructuras anatómicas de la parte anterior de la rodilla (21,90). Además de las causas mecánicas, existen una serie de causas degenerativas, inflamatorias y neoplásicas de los síntomas anteriores de la rodilla. Clínicamente, la afección se denomina síndrome de dolor femorrotuliano, rodilla de saltador, rodilla de corredor y condromalacia (83,90). Estos términos se utilizan indistintamente para describir síntomas clínicos y anomalías condrales en la parte anterior de la rodilla de diversas causas y gravedad.

Los trastornos patelofemorales son extremadamente prevalentes en la población general, con una incidencia de 5,9 casos por 100.000 y hasta 29/100.000 en el grupo de 10 a 17 años. Se ha informado que las lesiones patelofemorales representan casi el 25% de todas las lesiones de rodilla (91), y hasta el 30% en personas de 13 a 19 años (11). En la población general, aproximadamente el 10% de todas las quejas ortopédicas son de naturaleza patelofemoral, y hasta el 40% de las quejas en los atletas (92). Las mujeres son especialmente susceptibles a los trastornos patelofemorales y experimentan problemas a un ritmo de 2 a 3 veces mayor que los hombres (93). Dentro del espectro clínico existe una amplia variedad de patologías que pueden involucrar la articulación; sin embargo se agrupan en dos grandes síndromes: inestabilidad y dolor patelofemorales (94).

### **2.2.7.1. LA INESTABILIDAD ROTULIANA.**

Definimos la estabilidad patelofemoral como restricción por ataduras pasivas de tejido blando y geometría condral/ósea que, con fuerzas musculares, guían la rótula hacia el surco troclear y la mantienen enganchada dentro del surco troclear a medida que la rodilla se flexiona y extiende.

Además, definimos la inestabilidad patelofemoral como una deficiencia sintomática de la restricción pasiva antes mencionada (patolaxidad), de modo que la rótula puede escapar parcial o completamente de su posición asintomática con respecto a la tróclea femoral bajo la influencia de una fuerza de desplazamiento. Dicha fuerza de desplazamiento podría generarse mediante tensión muscular, movimiento y/o fuerzas aplicadas externamente.

La laxitud es un hallazgo del examen físico que describe un desplazamiento pasivo bajo carga. La patolaxidad es una laxitud anormal (demasiado apretada o floja). Se necesitan más estudios para definir la línea que distingue la laxitud normal de la anormal. La patolaxidad puede deberse a una predisposición genética (como ocurre con las condiciones de hiperlaxitud) o como resultado de un trauma. La inestabilidad rotuliana es un síntoma que requiere patolaxidad para que la rótula escape parcial o completamente de su posición estable asintomática. La inestabilidad rotuliana sintomática ocurre sólo cuando hay patolaxidad. Los síntomas de inestabilidad patelofemoral pueden ser episódicos porque incluso en presencia de patolaxidad, el control neuromuscular y la congruencia articular pueden mantener la posición fisiológicamente adecuada de la rótula y el surco troclear entre sí (95).

Factores que contribuyen a la estabilidad femorrotuliana normal.

- Retináculo rotuliano medial y lateral intacto (limitaciones de tejido blando)
- Forma articular de rótula y tróclea.
- Altura rotuliana normal
- Alineación esquelética axial y coronal normal.

Factores que contribuyen a la inestabilidad.

- Patolaxidad de las limitaciones del tejido blando rotuliano medial y/o lateral.
- Disminución de la constricción como resultado de una forma anormal de la rótula y/o la tróclea (generalmente displasia troclear)
- Rótula alta

- Alineación esquelética anormal en valgo y/o torsión (p. ej., anteversión femoral excesiva, torsión tibial externa, hiperpronación del pie y genu valgo)
- Fuerza y control muscular proximal deficiente, lo que resulta en una cinemática anormal de las extremidades inferiores (rotación interna excesiva de la cadera, valgo de la rodilla, etc.)

La inestabilidad rotuliana es una afección de la rodilla común pero compleja, con la mayor incidencia reportada en pacientes de 14 a 18 años (96). Sanders et al 92 informaron que la incidencia anual de primera luxación rotuliana era de 23,2 por 100.000 personas-año. Además de los hallazgos del examen clínico, en la literatura se ha demostrado que numerosas variables anatómicas identificadas mediante diagnóstico por imágenes contribuyen a la inestabilidad rotuliana (97,98). Estos criterios de imagen se han utilizado para caracterizar la morfología troclear, el seguimiento rotuliano, la morfología y la altura rotulianas, principales variables interdependientes implicadas en la inestabilidad rotuliana.

Si bien algunas mediciones se utilizan con más frecuencia que otras, recientemente ha habido un aumento en nuevas mediciones y modificaciones de las mediciones tradicionales reportadas en la literatura (99–102). Además, hay poco consenso sobre la confiabilidad y reproducibilidad de estas diversas métricas de imágenes.

## **2.2.7.2. MÉTODOS DE ESTUDIO PARA LA VALORACIÓN DE LA RODILLA**

### **Serie “estándar”.**

Las proyecciones mínimas son vistas AP y lateral. En nuestra institución, estos se realizan soportando peso siempre que sea posible. Se puede agregar una vista de túnel, pero no siempre es necesaria y puede ser útil para identificar cuerpos libres radioopacos (es decir, osificados). Los cuerpos libres del cartílago no se visualizan. La vista en túnel también puede agregar valor para delimitar la osteocondritis disecante, que en la mayoría de los casos se encuentra en la cara interna del cóndilo femoral medial.

### **Serie de traumatismos.**

Las proyecciones radiográficas mínimas son vistas AP y lateral en posición supina con la rodilla recta, y esta última vista se denomina proyección lateral de haz horizontal (HBL). Se pueden obtener vistas opcionales para obtener más información, por ejemplo, oblicua medial para mostrar la cabeza del peroné y la articulación tibioperonea proximal.

No siempre se muestra una fractura en las proyecciones, pero la bolsa suprapatelar a menudo está distendida debido a una hemorragia intraarticular.

Las proyecciones de estrés de la rodilla pueden ser valiosas para la demostración indirecta de alteraciones capsulares y ligamentosas. Se puede aplicar tensión a los ligamentos colaterales y a la cápsula mediante maniobras en varo y valgo con la rodilla recta y/o ligeramente flexionada (20°) y a los cruzados mediante pruebas de tracción anterior o posterior. El método de aplicación de tensión puede ser mediante fuerza manual con la ayuda de artrómetros computarizados y dispositivos hidráulicos o de resorte, y aún existe debate sobre cuál es el mejor método. Las imágenes se obtienen mediante detección fluoroscópica o utilizando métodos radiográficos ya descritos. Si las radiografías de estrés se realizan en la etapa aguda después de un traumatismo, lo ideal es que la prueba se realice después de una buena analgesia para evitar espasmos musculares y reducir el dolor. También se pueden realizar radiografías después de la cirugía para evaluar la laxitud de las reconstrucciones y se recomienda realizar comparaciones con la rodilla contralateral.

Si existe alguna sospecha clínica de una fractura rotuliana, es fundamental revisar la vista lateral, ya que es posible que las fracturas no se aprecien en la vista AP. En el examen también se debe incluir una vista del amanecer o del horizonte de la rótula. Se pueden utilizar varias técnicas para obtener esta vista en un paciente traumatizado. Después de una luxación rotuliana lateral, es posible que se produzca una avulsión de un pequeño

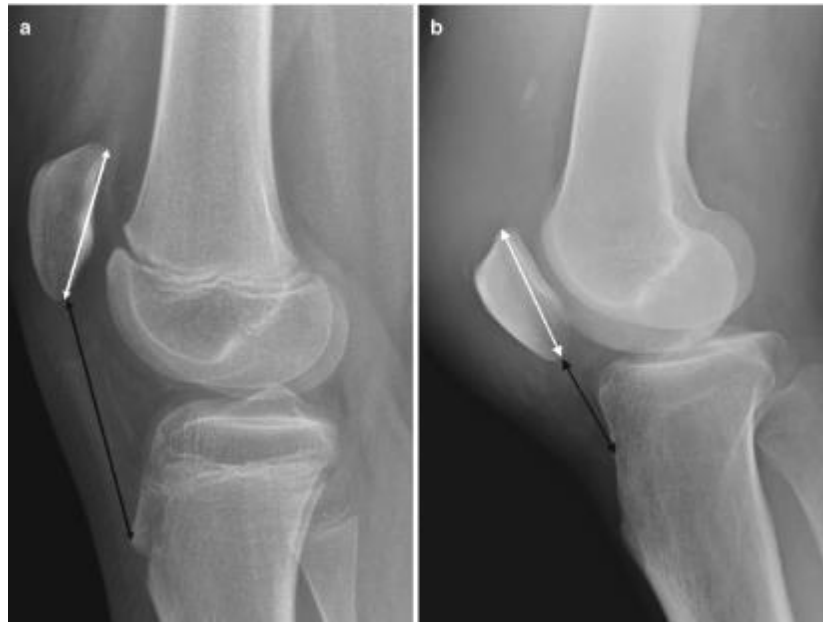
fragmento óseo del borde medial de la rótula, lo que también puede ser una pista útil sobre el mecanismo del traumatismo tras la reubicación.

### **ENFERMEDAD DEGENERATIVA.**

La osteoartritis es un trastorno que afecta tanto al cartílago hialino radiolúcido como al hueso subcondral. Con radiografía simple, la OA de la articulación tibiofemoral puede diagnosticarse por la presencia de osteofitos marginales, mientras que el grado de degeneración está indicado por la gravedad del estrechamiento del espacio articular. (Ahlbäck 1968) (103) y (Leach et al.1970) (104) encontraron que el examen con carga de peso era superior al obtenido en posición supina para demostrar el estrechamiento del espacio articular en la OA tibiofemoral, y (Kim et al. 2014) (105) también han demostrado que las vistas de Merchant o del horizonte con carga de peso son superiores en la evaluación de la alineación femorrotuliana y el estrechamiento del espacio articular. (Rosenberg et al. 1988) (106) y más recientemente (Scott et al. 2007) (107), mientras tanto demostraron que esta precisión podría mejorarse aún más realizando una vista posteroanterior (PA) con carga de peso en 45° de flexión de la rodilla. En pacientes con sospecha de enfermedad degenerativa, también se puede incluir una vista axial de la rótula (también conocida como vista de horizonte o de Merchant) para evaluar la articulación femorrotuliana. El examen debe realizarse con carga de peso, flexión de rodilla y un haz de rayos X vertical. Las proyecciones con carga alteran la posición y la inclinación de la rótula y tienen una mayor sensibilidad para la detección de OA patelofemoral medial, con la misma sensibilidad para la OA lateral que sin carga (108). En la medición del espacio articular patelofemoral, Buckland-Wright (109) definió las superficies de medición como “la superficie articular de la corteza en las superficies medial y lateral del fémur y la banda radiodensa brillante de la corteza subcondral en las superficies medial y lateral”. superficies articulares que se encuentran profundas o anteriores al perfil del margen articular inferior de la rótula”. (Boegård et al. 1998) (110) encontraron que el ancho crítico del espacio articular era de 5 mm. Si el espacio articular es inferior a 5 mm, existe una baja sensibilidad (50%) y una alta especificidad (94%) para los defectos del cartílago detectados por RM. Los osteofitos en la articulación femorrotuliana se asocian con defectos del cartílago detectados por resonancia magnética en la misma articulación. La relación fue fuerte para los osteofitos en la tróclea femoral lateral y en las articulaciones con estrechamiento (<5 mm), pero débil en las articulaciones sin estrechamiento (>5 mm) (110).

### 2.2.7.3. POSICIÓN ROTULIANA

La posición de la rótula se considera un factor etiológico importante en la condromalacia retropatelar. Se hace una distinción entre rótula alta, rótula alta y rótula baja, rótula baja. (Fig 28). El método más común y reproducible empleado para determinar la altura de la rótula es el índice de Insall-Salvati, medido en una radiografía lateral con carga de peso y en ligera flexión (111,112).



**Figura 28.** El índice de Insall-Salvati se calcula dividiendo la longitud de la rótula (línea blanca) por la longitud del tendón (línea negra). ( a ) Rótula alta. ( b ) Rótula baja tras una avulsión del tendón del cuádriceps. Se ve un fragmento cortical avulsionado, así como una distensión líquida del receso suprapatelar. **Fuente:** Berkowitz, Y., Czarnecki, O. (2023). Radiography. In: Davies, M., James, S., Botchu, R. (eds) Imaging of the Knee. Medical Radiology(). Springer, Cham.

## 2.3. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS.

### 2.3.1. MÉTODOS RADIOLOGICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE PATELA ALTA EN PACIENTES CON INESTABILIDAD PATELOFEMORAL.

#### 2.3.1.1. REVISIÓN SISTÉMÁTICA.

Primeramente, se realiza una estrategia PICO, para posteriormente formular una pregunta de investigación:

- (P)aciente o Problema: Patela alta.
- |(I)ntervención, estrategia, tratamiento, factor de (E)xposición, factor pronóstico, o prueba diagnóstica: Estudios radiológicos de valoración.
- (C)omparación o control (ej: terapia alternativa, placebo): Métodos radiológicos de determinación.
- (O)utcome, desenlace o evento: inestabilidad patelofemoral.

Derivado de esta estrategia se genera la siguiente pregunta PICO:

¿Cuál es la precisión y variabilidad de la medición del índice patelar en radiografía lateral de rodilla versus resonancia magnética para la identificación de patela alta o baja de rodilla?

La búsqueda sistemática se realiza en las bases de datos electrónicas PUBMED y Google Scholar, utilizando cuatro elementos de la pregunta: (P), (I), (C) u (O) (Tabla 2).

	Palabras clave	Términos alternativos	Términos MESH
P	Patela alta	Patella alta Patella baja	Patella/abnormalities
I	Estudios radiológicos de valoración.	Lateral radiograph Magnetic resonance imaging	Diagnostic imaging Radiography
C	Métodos radiológicos de determinación.	Radiographic measurements Measurements Patellar height measurements	Index Patellar height
O	Inestabilidad patelofemoral	Patellofemoral instability	Joint instability

**Tabla 2.** Palabras claves (términos MESH) que fueron los elementos de la pregunta PICO, utilizado para la revisión sistemática.

Posterior a la selección de términos MESH y a la búsqueda de artículos médicos en las bases de datos electrónica, se procedió a realizar una selección de artículos (Tabla 3). Se eliminaron citas duplicadas y se excluyeron aquellas no relacionadas con la pregunta PICO.

Los artículos que fueron seleccionados son los que tuvieron texto completo y que cumplieron con los criterios de selección.

<b>Criterios de inclusión</b>	
1.	Estudios donde se evalúe la medición para el diagnóstico de patela alta y/o inestabilidad patelofemoral
2.	Estudios donde se comparen los diversos métodos de medición radiológica para determinar patela alta y/o inestabilidad patelofemoral.
3.	Estudios que evaluaron la variabilidad de las mediciones de índice patelofemoral por RMN y/o radiografía lateral
4.	Artículos publicados en el periodo de 2009 a 2024.
5.	Artículos de preferencia en idioma inglés y/o español.
6.	Artículos donde muestren la diferencia entre medición de altura de índice en rodilla pediátrica versus adulta.
7.	Con texto completo o que presenten abstract completo
<b>Criterios de exclusión</b>	
1.	Estudios donde no se utilicen métodos de medición radiológica para la determinación de patela alta y/o inestabilidad patelofemoral.
2.	Artículos cuya traducción no sea de fiabilidad cuando fueron escritos con idiomas diferentes al español y/o inglés.
3.	Artículos donde la medición es realizada utilizando inteligencia artificial.
4.	Artículos donde las mediciones son realizadas en planos axiales.
5.	Causas de gonalgia no relacionadas con patela alta y/o inestabilidad patelofemoral.

**Tabla 3.** Criterios de selección de los artículos de texto completo.

En el proceso de selección se resumen en la siguiente tabla (Tabla 4):

Identificación	Número total de citas identificadas: 18,852
	Número de citas identificadas por cada base de datos: PubMed: 1,052 Google Scholar: 17,800
Tamizaje	Número de citas duplicadas: 10,000
	Número total de citas excluidas basadas en el título y resumen: 18,802
	Número total de artículos de texto completo recuperados: 50
Elegibilidad	Número de artículos de texto completo que se excluyeron: 36
Inclusión	Número total de artículos incluidos en la revisión: 18

**Tabla 4.** Proceso de selección.



### 2.3.1.2. ESTADO DEL ARTE.

A manera de resumen de los artículos seleccionados en la revisión sistemática, se establece una redacción del estado del arte. Se pondera cada artículo por tipo de estudio (diseño) y de acuerdo con el nivel de evidencia (NE), basado en la medicina basada de evidencias de Oxford:

Primer autor	NE	Año de publicación	Diseño del estudio	Tamaño de muestra	Objetivo del estudio	Medición radiológica utilizada
Nogah Shabshin (113)	II	2004	Prospectivo	245	Determinar el rango de la relación entre la longitud del tendón rotuliano y la longitud rotuliana en resonancia magnética (IRM) de rodilla con el fin de ayudar a establecer criterios de IRM para la rótula alta y baja.	Índice de Insall-Salvati (IS)
Syed A. Ali (114)	III	2009	Retrospectivo	103	Evaluar el grado de superposición condral patelotrocLEAR (índice patelotrocLEAR), correlacionarlo con los índices de Insall-Salvati e Insall-Salvati modificado, y determinar la asociación entre estas mediciones y los defectos condrales patelofemorales.	Índice de Insall-Salvati, índice de Insall-Salvati modificado, índice patelotrocLEAR e índice patelofisario.
Gracitelli, Guilherme Conforto (115)	II	2012	Prospectivo	60	Analizar los métodos más comunes para medir la altura patelar y el impacto de la experiencia del observador en correlaciones con otros observadores utilizando radiografía digital.	Métodos Insall-Salvati (IS), Insall-Salvati modificado (ISM), Blackburne-Peel (BP) y Caton-Deschamps (CD).
Pearlene P. Lee (116)	III	2012	Retrospectivo	45	Investigar si el rango universalmente aceptado de proporciones normales de altura patelar derivadas de la radiografía para los métodos Insall-Salvati (IS) y Blackburne-Peel (BP) podría aplicarse de manera similar tanto a la TC como a la RMN.	Índice Insall-Salvati (IS) y Blackburne-Peel (BP).

Christian Behrendt (117)	III	2015	Transversal	196	Comparar los métodos más utilizados para la medición de la altura patelar con el método del ángulo meseta-rótula.	Insall-Salvati (IS), Blackburne-Peel (BP), Caton-Deschamps (CD) y el método del ángulo meseta-rótula.
Dennis van Duijvenbode (74)	III	2015	Retrospectivo	45	Evaluar la confiabilidad interobservador e intraobservador de cuatro índices de altura patelar.	Insall-Salvati (IS), Insall-Salvati modificado (MIS), Blackburne-Peel (BP) y Caton-Deschamps (CD).
Jacqueline L. Munch (118)	II	2016	Estudio de cohorte (diagnóstico).	239	Comprobar que la superposición articular patelar en la resonancia magnética (IRM) sagital se correlacionará bien con las mediciones convencionales de la rótula alta medidas mediante una técnica estandarizada.	Superposición articular, porcentaje de cobertura articular, índice de Caton Deschamps, índice de Blackburne-Peel e índice de Insall-Salvati modificado.
E. Vergara-Amador (2)	III	2018	Transversal	140	Describir y comparar 3 métodos para determinar el valor normal para cada método en población pediátrica y comparar cada método intra e interobservador.	Índice de Blackburne-Peel, índice de Caton-Deschamps e índice de Koshino-Sugimoto.
Fleur V. Verhulst (112)	II	2019	Prospectivo	48	Determinar la confiabilidad intra e interobservador de diferentes métodos de medición de la altura patelar en radiografía convencional (CR), TC y RMN. Segundo objetivo, examinar la aplicabilidad de los métodos de medición de la altura patelar diseñados originalmente para CR en TC y RMN.	Índice Insall-Salvati, índice Blackburne-Peel, índice Caton-Deschamps, el índice Insall-Salvati modificado y el índice pateolotroclear.
Alexander J. Mortensen (119)	III	2020	Retrospectivo	100	Establecer una relación cuantitativa entre el índice Blackburne-Peel y la pendiente tibial posterior en individuos esqueléticamente maduros e inmaduros y evaluar la velocidad a la que la variación en la pendiente tibial influye en los cambios en la categorización de la altura patelar como normal, rótula alta y rótula baja.	Índice Blackburne-Peel, la pendiente tibial posterior, Caton-Deschamps, el índice Insall-Salvati.
Kimberley Kai Lun (120)	III	2020	Retrospectivo	99	Comparar la altura patelar y la patela alta entre una cohorte de control y pacientes con tendinopatía rotuliana mediante la medición del	SPFA, el ángulo de flexión de la rodilla y el índice Insall-Salvati (IS)

					ángulo de flexión patelar sagital (SPFA).	
D. Kurowecki (121)	III	2021	Transversal retrospectivo	49	Investigar si la región Insall – Salvati y la rótula alta determinadas mediante resonancia magnética son comparables a las determinadas en radiografía en pacientes pediátricos.	Índice de Insall-Salvati
Ryan W. Paul (122)	IV	2021	Retrospectivo	73	Comparar las mediciones del índice de Caton-Deschamps en imágenes de resonancia magnética y radiografías preoperatorias de pacientes sometidos a tratamiento operatorio de inestabilidad patelar.	índice de Caton-Deschamps
Stephen Picken (123)	II	2021	Estudio retrospectivo de casos y controles.	94	Determinar cuál de los índices comúnmente utilizados puede medir con mayor fiabilidad la altura de la rótula y comparar los resultados tanto en la radiografía simple como en la resonancia magnética (IRM) de la rodilla.	Insall- Salvati Insall- Salvati modificado Caton Dechamps Blackburne- Peel Patelofisiario Patelotroclear
J. P. Martínez Cano (124)	III	2022	Prospectivo	60	Evaluar la confiabilidad interobservador e intermétodo para las mediciones de la altura patelar entre CR y MRI utilizando un corte o dos cortes en pacientes con inestabilidad patelar y en un grupo de control.	Insall–Salvati index (IS) y Caton–Deschamps index (CD).
Volkan Kızılgöz (125)	III	2023	Transversal retrospectivo	148	Revelar los valores normales de las mediciones de altura patelar utilizando el índice de Blackburne-Peel en imágenes de resonancia magnética (RM) y mostrar las diferencias de género y edad con respecto a esta técnica de medición.	Índice Blackburne-Peel
Stephen Picken (126)	III	2024	Retrospectivo	44	Evaluar la correlación entre diferentes índices de altura de rótula y generar fórmulas derivadas estadísticamente que puedan usarse para predecir el valor de una relación de altura de rótula cuando se conoce otra.	Insall- Salvati Insall- Salvati modificado Caton Dechamps Blackburne- Peel Patelofisiario Patelotroclear

Yannick Palmowski (127)	III	2024	Retrospectivo	159	Evaluar un nuevo método para la evaluación de la altura de la rótula mediante resonancia magnética y evaluar la correlación con la evaluación basada en rayos X.	Caton Dechamps Y distancia TT-TG.
-------------------------	-----	------	---------------	-----	--	--------------------------------------

**Tabla 6.** Tabla de recolección de datos de los artículos seleccionados.

**Nogah Shabshin et al** (113) realizaron una investigación donde se evaluaron pacientes de 6 a 85 años (media de 44) años donde se valoraron 245 pacientes que se sometieron a 262 estudios consecutivos de RM de rodilla realizados entre noviembre de 2000 y febrero de 2001, independientemente de sus síntomas clínicos. Un solo radiólogo musculoesquelético midió la longitud patelar (PL) y la longitud del tendón patelar (TL) en imágenes sagitales. Posteriormente se calculó la relación TL/PL. Se evaluó la distribución de las relaciones; el 2,5% extremo en cada extremo de la distribución se definió como patela alta y patela baja. Encontraron que la relación TL/PL osciló entre 0.56 y 1.71 (media 1.05). Después de representar gráficamente las relaciones, observamos una curva asimétrica sesgada hacia la izquierda. Basándonos en el cálculo del 2.5 % extremo de la relación en cada extremo del gráfico, determinamos que la definición de MRI de rótula alta y baja es una relación TL/PL de más de 1.50 y menos de 0,74 respectivamente. Descubrimos que las mujeres tenían una relación TL/PL significativamente mayor que los hombres (1.0878 y 1.0032 respectivamente). Las relaciones definidas para rótula alta y baja fueron 1.52 y 0.79 respectivamente en mujeres y 1.32 y 0.74 respectivamente en hombres ( $p < 0.0001$ ). Concluyeron que la rótula alta y baja se determinan como una TL/PL de más de 1.50 y menos de 0.74 respectivamente, algo diferente a los criterios radiográficos tradicionalmente citados y a los criterios de resonancia magnética descritos anteriormente.

**Syed A. Ali et al** (114) realizaron una investigación en una población de 103 pacientes que presentaron síntomas como gonalgia, dislocación recurrente e inestabilidad. La edad media fue de 39.5 años (rango: 12-88 años) y la distribución por sexo fue de 45 mujeres y niñas y 55 hombres y niños. Se analizaron imágenes de RM sagitales de 100 pacientes consecutivos registrados con síntomas y se calcularon el índice de Insall-Salvati, el índice de Insall-Salvati modificado, el índice patelotroclear y el índice patelofisario (relación entre la altura de la rótula por encima de la línea fisaria y la longitud del cartílago articular patelar). Se utilizaron los límites superior e inferior de 2 DE para definir la rótula alta y baja, y se trazaron las curvas de coeficiente de correlación para comparar las técnicas. Los índices en rodillas normales se compararon con los de rodillas con defectos condrales graves. Se encontró que el índice patelotroclear medio fue de  $0.49 \pm 0.15$  (DE) (rango 0–0.88). Sobre la base del cálculo de 2 DE, se determinó que la rótula alta tenía un índice patelotroclear menor de 0.18 y la rótula baja, un índice mayor de 0.80. Se encontró una correlación débil entre el índice patelotroclear medido y el índice de Insall-Salvati ( $r = -0.224$ ) y entre el índice patelotroclear y el índice de Insall-Salvati modificado ( $r = 0.073$ ). Se encontró una

correlación fuerte entre el índice patelotroclear y el índice patelofisario ( $r = -0.813$ ). Se encontró una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) en el índice de Insall-Salvati modificado y el índice patelofisario entre las rodillas con defectos de cartílago normales y aquellas con defectos graves. Concluyeron que los índices Insall-Salvati y el Insall-Salvati modificado no se correlacionan con la congruencia del cartílago articular patelotroclear. Encontraron una asociación entre los índices Insall-Salvati modificados y patelofisarios y la presencia de defectos condrales graves.

**Guilherme Conforto Gracitelli et al** (115) realizaron una investigación en 60 pacientes, se evaluaron 30 hombres y 30 mujeres sin antecedente de gonalgia. Se analizaron las radiografías digitales de rodilla en vista lateral con flexión de  $30^\circ$ , valoradas por cuatro observadores: un médico de segundo año de residencia médica en ortopedia (R2); un médico de tercer año de residencia médica en ortopedia (R3); un cirujano ortopedista especialista en cirugía de rodilla (SK); y un radiólogo especialista en radiología musculoesquelética (SR). Los índices utilizados fueron: Insall-Salvati (IS), Blackburne-Peel (BP), Caton-Deschamps (CD) e Insall-Salvati modificado ISM. La concordancia interobservador se calculó utilizando el coeficiente kappa ( $\kappa$ ). Se encontró que los coeficientes de correlación más altos se encontraron al utilizar el método IS seguido del método CD. La peor correlación se observó en el método ISM. La concordancia interobservador más alta se encontró entre el cirujano ortopedista especializado en cirugía de rodilla y el radiólogo especializado en radiología musculoesquelética, para los cuatro métodos de medición utilizados. Concluyeron que la radiografía digital, los índices de Insall-Salvati y Caton-Deschamps presentaron la mayor concordancia interobservador, y influenciado también positivamente por el nivel de experiencia del observador.

**Pearlene P. Lee et al** (116) realizaron una investigación donde se seleccionaron un total de 45 rodillas en 42 pacientes (15 hombres, 27 mujeres; rango de edad de 11 a 75 años, edad media  $39 \pm 20$  años) que se sometieron a exámenes de tres modalidades (radiografía, TC y RMN). Se obtuvieron imágenes de la rodilla de todos los pacientes por diversas razones y las mediciones fueron realizadas por dos lectores independientes que desconocían las mediciones del otro o las respectivas mediciones derivadas de cada uno de los métodos. Se utilizó la prueba t pareada para comparar los valores medios entre las modalidades. Valoraron las concordancias entre observadores y entre métodos se evaluaron utilizando coeficientes de correlación intraclass. Encontraron que se observaron diferencias cuantitativas pequeñas, aunque estadísticamente significativas, entre los

índices de altura patelar de las tres modalidades. Para obtener resultados comparables, se necesita una pequeña adición de 0.13 y 0.10 para las mediciones de Insall-Salvati en la RMN y la TC respectivamente, en comparación con las radiografías. Para el índice de Blackburne-Peel, se necesita un ajuste adicional de 0.09 entre las radiografías y la RMN, pero no entre las radiografías y la TC. Estos ajustes son independientes del género. La reproducibilidad interobservador fue excelente ( $ICC \geq 0.94$ ) para los métodos de Insall-Salvati y Blackburne-Peel para todas las modalidades. Concluyeron que los resultados indican que los valores de corte para la rótula alta y baja obtenidos a partir de radiografías no se deben transponer directamente a la TC y la RM; sin embargo, los ajustes son relativamente menores. Estas mediciones muestran una excelente reproducibilidad para todas las modalidades que se utilizan actualmente para las mediciones de la altura de la rótula.

**Christian Behrendt et al** (117) realizaron una investigación donde se incluyeron en la muestra 196 pacientes seleccionados aleatoriamente. Se analizaron radiografías laterales de rodilla utilizando los tres métodos ya establecidos en la literatura: Insall-Salvati (IS), Blackburne Peel (BP) y Caton-Deschamps (CD). Estos se compararon con el método del ángulo patelar-meseta. Los datos se evaluaron mediante la prueba de chi-cuadrado. Se encontró en éste análisis se consideró positivo con  $p < 0.0001$ . Compararon los métodos tradicionales con la medición del ángulo meseta-rótula, mediante la prueba exacta de Fisher. Al comparar el índice IS con el ángulo meseta-rótula, no encontramos diferencias estadísticamente significativas en relación con la proporción de casos alterados entre los dos grupos. Los métodos tradicionales se compararon con el ángulo meseta-rótula con respecto a las proporciones de casos de rótula alta y baja, mediante la prueba exacta de Fisher. Este análisis mostró que el ángulo meseta-rótula identificó menos casos de rótula alta que los métodos IS, BP y CD, pero más casos de rótula baja. Al comparar pares, encontramos que los índices IS y CD fueron capaces de identificar más casos de rótula alta que el ángulo meseta-rótula. En relación con los casos de rótula baja, el ángulo meseta-rótula fue capaz de identificar más casos que los otros tres métodos. Concluyeron que el ángulo meseta-rótula encontró más pacientes con rótula baja que los métodos clásicos y mostró resultados que divergieron de los de los otros índices estudiados.

**Dennis van Duijvenbode et al** (74) realizaron una investigación donde se incluyeron 45 pacientes y recopilaron radiografías de pacientes de 15 a 40 años. Los criterios de inclusión fueron: disponibilidad de radiografía lateral de rodilla con carga estándar en flexión mínima

de 30°, fisis cerrada, disponibilidad de un informe de resonancia magnética compilado dentro de un año antes o después de la radiografía en este estudio. Valoraron las proporciones de la altura patelar fueron evaluadas por cuatro examinadores independientes utilizando radiografías laterales de rodilla con carga de peso en flexión de 30°, estudiaron la confiabilidad interobservador e intraobservador de cuatro relaciones de altura patelar (basadas en IS, MIS, BP, CD) utilizando un sistema digital para evaluar radiografías estándar de rodillas esqueléticamente maduras. Se determinaron los coeficientes de correlación intraclase y el kappa de Fleiss. Encontraron la fiabilidad interobservador fue excelente para el IS y moderada para los demás índices. Cuando se categorizaron los valores de los índices, la fiabilidad interobservador fue fuerte para el IS, moderada para el MIS y el BP, y deficiente para el CD. La fiabilidad intraobservador fue excelente para el IS, el MIS y el CD, y fuerte para el BP. Cuando se categorizaron los valores de los índices, la fiabilidad intraobservador fue fuerte para el IS y el MIS, y moderada para los demás índices. Concluyeron que aunque el IS mostró la mejor confiabilidad, recomendamos utilizar el MIS ya que mostró la segunda mejor confiabilidad pero, según la literatura, se asocia con una mejor validez.

**Jacqueline L. Munch et al** (118) realizaron una investigación en 239 pacientes, se identificaron 130 pacientes que se sometieron a cirugía por inestabilidad patelofemoral recurrente y que tenían resonancias magnéticas preoperatorias disponibles para revisión (grupo PF) a partir de los registros quirúrgicos. Para comparar esta cohorte con un grupo de control de pacientes representativos sin inestabilidad patelofemoral, se seleccionaron aleatoriamente 109 pacientes dentro del mismo rango de edad de la base de datos del registro de LCA de nuestra institución (grupo LCA; lesión del ligamento cruzado anterior). Los grupos de LCA y PF se combinaron y se colocaron en orden aleatorio para eliminar el sesgo potencial. Seis revisores revisaron los estudios de resonancia magnética de los pacientes de cada grupo: 3 cirujanos ortopédicos con formación en becas con un enfoque de práctica en patología patelofemoral, más 2 becarios de medicina deportiva ortopédica y 1 radiólogo musculoesquelético con formación en becas. Se valoraron 239 resonancias que no se obtuvieron en extensión completa ni con activación del cuádriceps; los pacientes se colocaron en reposo sobre bobinas de rodilla estándar, utilizaron los índices de superposición articular, porcentaje de cobertura articular, índice de Caton Deschamps, índice de Blackburne-Peel e índice de Insall-Salvati modificado. Encontraron que la confiabilidad entre evaluadores fue alta para los índices Caton-Deschamps, Blackburne-Peel e Insall-Salvati modificado (coeficiente de correlación intraclase [CCI], 0.877, 0.828 y

0.787, respectivamente). La superposición articular y el porcentaje de cobertura articular se correlacionaron bien entre sí (CCI, 0.961;  $P < 0.001$ ) y con los índices Caton-Deschamps (superposición  $r = -0.271$ ,  $P < 0.001$ ; cobertura  $r = -0.131$ ,  $P = 0.037$ ) y Blackburne-Peel (superposición  $r = 0.343$ ,  $P < 0.001$ ; cobertura  $r = -0.238$ ,  $P < 0.001$ ). La superposición articular y la cobertura porcentual no se correlacionaron con el índice de Insall-Salvati modificado (superposición  $r = -0.117$ ,  $P = .091$ ; cobertura  $r = 0,007$ ,  $P = .918$ ). Concluyeron que la superposición articular patelar y el porcentaje de cobertura articular patelar son prometedores como una alternativa más simple a las mediciones convencionales basadas en proporciones de la altura patelar.

**E. Vergara-Amador et al** (2) realizaron una investigación en una población de 140 pacientes de 6 a 12 años donde valoraron 140 radiografías de rodilla y las dividieron en 4 grupos etarios y utilizaron 3 métodos de medición los cuales fueron índice de Blackburne-Peel, índice de Caton-Deschamps e índice de Koshino-Sugimoto. Las variables usadas fueron edad, lado, sexo, y grados de flexión de la rodilla. Las 3 medidas eran tomadas de manera independiente por cada observador sin conocer datos de los pacientes o medidas de los otros observadores. Las mediciones fueron realizadas por 3 cirujanos ortopédicos. Uno de los 3 cirujanos repitieron las medidas 24 semanas después de la primer medidas sin saber los datos del paciente o los resultados previos. Para el índice de Blackburne-Peel se obtuvo una mediana en promedio de los 3 observadores de 1.07 y con P5-P95 (0.76-1.60). Para el índice de Caton-Deschamps se obtuvo una mediana en promedio de los 3 observadores de 1.22 y con P5-P95 (0.91-1.70). Para el índice de Koshino-Sugimoto se obtuvo una mediana en promedio de los 3 observadores de 1.16 y con P5-P95 (0.99-1.36). Encontraron que el índice de Koshino-Sugimoto fue el de mayor fiabilidad, reproducibilidad y similitud en la población estudiada tanto intraobservador como interobservador. Concluyeron que la escala Koshino – Sugimoto es la mejor en cuanto a fiabilidad, reproducibilidad y similitud en la población estudiada, tanto inter como intraobservador. Es el mejor para la medición de la altura patelar en pacientes pediátricos de 6 a 12 años, con una mediana de 1.16 y un rango en función de percentiles (P5-P95) de 0.992 a 1.361.

**Fleur V. Verhulst et el** (112) realizaron una investigación en el que se incluyeron 48 pacientes que fueron tratados por inestabilidad patelar. Valoraron radiografías convencionales, una tomografías computarizadas y una resonancias magnéticas preoperatorias. Cuatro observadores realizaron cinco métodos para medir la altura patelar. Para cada medición, se determinó la confiabilidad intra e interobservador calculando el

coeficiente de correlación intraclass (CCI). Se realizó un análisis de Bland-Altman para mediciones con un CCI  $\geq 0.70$ , encontraron que la relación Insall-Salvati (IS) fue la única medición que mostró una buena confiabilidad intra e interobservador en CR, TC y RM. La confiabilidad intra e interobservador del índice patelotroclear (PTI) para RM fue buena a excelente para todos los observadores. La relación IS mostró una confiabilidad moderada a buena para la comparación de las tres modalidades de imágenes con la mejor concordancia entre la radiografía y la RM. Las otras mediciones de la altura patelar mostraron solo una concordancia entre métodos pobre a moderada. Concluyeron que el índice Insall-Salvati muestra una mejor fiabilidad intra e interobservador que el índice Blackburne-Peel, el índice Caton-Deschamps y el índice Insall-Salvati modificado en todas las modalidades de imagen. La radiografía y la TC parecen tener una mayor confiabilidad que la RM. Sin embargo, el índice patelotroclear muestra una buena fiabilidad inter e intraobservador en la RM. Solo en el caso del método IS hubo una concordancia aceptable entre el CR y la RM. Esto significa que los valores normales establecidos de Insall-Salvati podrían utilizarse también para la RM. Este estudio demuestra que el método más fiable para medir la altura de la rótula es el índice Insall-Salvati medido en radiografías convencionales o el índice patelotroclear en la RM.

Alexander J. Mortensen et al (119) realizaron una investigación en una población de 50 pacientes esqueléticamente maduro de entre un rango de 18 a 30 años de edad y 50 esqueléticamente inmaduros de un rango entre 6 a 16 años de edad donde valoraron retrospectivamente una serie consecutiva de radiografías laterales de rodilla. Se excluyeron las radiografías por rotación, longitud visible inadecuada de la tibia proximal y hardware/patología obstructiva. Las pendientes tibiales modificadas de 0, 5, 10 y 15 se proyectaron anteriormente desde la meseta tibial medial como lo describe Blackburne Peel. El índice Blackburne Peel se determinó en cada intervalo de pendiente tibial modificada. También se midieron los índices Caton Deschamps e Insall Salvati para comparación. La tasa de cambio del índice Blackburne Peel con el aumento de la pendiente tibial posterior se analizó cuantitativamente. Encontraron que en los esqueletos maduros, los índices de Blackburne Peel disminuyeron en promedio 0.037, 0.044 y 0.049 a medida que la pendiente tibial posterior aumentó de 0-5, 5-10 y 10-15, respectivamente. En los esqueletos inmaduros, los índices de Blackburne Peel disminuyeron en promedio 0.045, 0.053 y 0.059 a medida que la pendiente tibial posterior aumentó de 0-5, 5-10 y 10-15, respectivamente. En total, 29 individuos con 0° de pendiente tibial fueron categorizados como rótula alta según el índice de Blackburne Peel, y solo 16 (55%) permanecieron

categorizados como rótula alta después de aumentar su pendiente tibial posterior a 15°. Concluyeron que la relación cuantitativa entre la pendiente tibial posterior y el índice de Blackburnee-Peel. Como era de esperar, a medida que aumenta la pendiente tibial posterior, el índice de Blackburnee-Peel disminuye. Si bien el cambio en el índice de Blackburnee-Peel por cada cambio de 5° en la pendiente tibial parece ser pequeño, casi la mitad (45 %) de los individuos categorizados como patella alta con 0° de pendiente tibial fueron categorizados como normales cuando su pendiente tibial posterior se incrementó sistemáticamente de 0 a 15°. Al evaluar la altura patelar, es importante comprender cómo la pendiente tibial afecta la medición del índice de Blackburnee-Peel.

Kimberley Kai Lun et al (120) realizaron una investigación en población deportiva, donde se obtuvieron imágenes por resonancia magnética (RM) de la rodilla y se seleccionaron pacientes con dolor anterior de rodilla. Este grupo sintomático se dividió en dos cohortes de pacientes: aquellos con y sin características de tendinopatía rotuliana en la IRM. Se revisaron las radiografías laterales de la rodilla y dos revisores independientes midieron la SPFA, el ángulo de flexión de la rodilla y el índice Insall-Salvati (IS) a partir de las radiografías. Se valoraron 99 pacientes, 48 pacientes con tendinopatía rotuliana y 51 pacientes de control. Se encontró una altura rotuliana media significativamente mayor ( $p = 0.002$ ,  $d = 0.639$ ) y una mayor incidencia de patela alta en la cohorte de tendinopatía rotuliana (25.0 %) en comparación con los controles (3.9 %) ( $p = 0.022$ ,  $d = 0.312$ ). Las mediciones del índice Insall-Salvati no mostraron diferencias en la incidencia de patela alta entre las cohortes de tendinopatía y control. Hubo una excelente confiabilidad inter e intraobservador de las mediciones de SPFA (ICC 0.99). Concluyeron que este es el primer estudio que demuestra una mayor incidencia de patela alta en pacientes con tendinopatía rotuliana en comparación con los controles. Se encontró que una mayor incidencia de patela alta entre los pacientes con tendinopatía rotuliana según la definición de SPFA era clínicamente relevante, ya que sugiere que estos pacientes pueden comprender el subgrupo de pacientes recalcitrantes que no mejoran con la intervención quirúrgica actual y, por lo tanto, pueden beneficiarse de una solución quirúrgica biomecánica.

**D. Kurowecki et al** (121) realizaron una investigación en un población de 49 pacientes pediátricos de 7.5 a 17 años donde valoraron radiografía lateral y resonancia magnética de rodilla en pacientes con placas de crecimiento no fusionadas y utilizaron la relación Insall-Salvati obtenidas por tres observadores. Los datos se analizaron utilizando pruebas pareadas y correlación de Pearson. Encontraron que no hubo diferencia estadísticamente

significativa entre el índice Insall- Salvati determinado en la RMN (media: 1.20) y las radiografías (media: 1.25;  $P > 0.05$ ). Hubo una fuerte correlación entre el índice Insall-Salvati determinado en la RMN y las radiografías ( $r$  de Pearson= 0.6) con consistencia moderada ( $\alpha$  de Cronbach= 0.78). Concluyeron una fuerte asociación entre el índice Insall- Salvati y la rótula alta derivada de la resonancia magnética y las radiografías en niños de 7.5 años y más.

**Ryan W. Paul et al** (122) realizaron una investigación en setenta y dos pacientes (73 rodillas). El índice Caton-Deschamps promedio fue de  $1.23 \pm 0.18$  en la radiografía y de  $1.26 - 0.18$  en la resonancia magnética. Se valoraron pacientes que se sometieron a reconstrucción primaria del ligamento patelofemoral medial y/o osteotomía del tubérculo tibial entre enero de 2015 y noviembre de 2019. Tres revisores independientes midieron los índices de Caton-Deschamps tanto en radiografías como en imágenes por resonancia magnética. Se calcularon coeficientes de correlación intra e interclase y un análisis de Blande-Altman para evaluar la confiabilidad entre evaluadores y la concordancia de las mediciones entre las imágenes radiográficas y por resonancia magnética. Encontraron que hay una fuerte confiabilidad entre evaluadores entre los revisores tanto para los índices Caton-Deschamps radiográficos como para los de resonancia magnética (coeficientes de correlación intraclase 0.700 y 0.715, respectivamente). Las mediciones agrupadas de los observadores revelaron una concordancia moderada entre las imágenes radiográficas y de resonancia magnética para la distancia de la rótula a la tibia, una concordancia débil para la distancia del cartílago articular rotuliano y una fuerte concordancia para el índice Caton-Deschamps (coeficientes de correlación intraclase 0.687, 0.485 y 0.749, respectivamente). El análisis de Bland-Altman demostró una diferencia media en el índice de Caton-Deschamps de  $-0.03 \pm 0.15$  (límites de concordancia del 95 %: -0.29 a 0.23) entre las imágenes radiográficas y las de resonancia magnética, lo que significa que los índices de Caton-Deschamps fueron en promedio 0.03 más bajos en las imágenes radiográficas que en las de resonancia magnética. Concluyeron que el índice de Caton-Deschamps muestra una fuerte concordancia entre las imágenes radiográficas y las de resonancia magnética en pacientes sometidos a cirugía de estabilización de la rótula. Cualquiera de las dos modalidades se puede utilizar de manera confiable para evaluar la altura de la rótula antes de la operación.

**Stephen Picken et al** (123) realizaron una investigación en 94 pacientes, de los cuales 44 pacientes comprendían el grupo de rótula y 50 pacientes el grupo de control. Se incluyeron

a pacientes con síntomas y signos de inestabilidad rotuliana recurrente después de la evaluación clínica y radiológica y cuyos síntomas eran refractarios al tratamiento conservador de primera línea de entre enero de 2016 y noviembre de 2018. En un estudio de casos y controles comparó a pacientes con inestabilidad patelar recurrente (grupo patelar) con un grupo de control. Dos observadores midieron seis índices de altura patelar validados en radiografías y resonancias magnéticas de ambos grupos en dos períodos de tiempo separados. Se realizó un análisis estadístico intergrupar y dentro del grupo de los datos. La confiabilidad inter e intraobservador se evaluó utilizando el coeficiente de correlación intraclass (ICC) y la medida de acuerdo kappa (k). Encontraron que hubo una diferencia significativa de la mayoría de los índices entre los dos grupos ( $p < 0.05$ ). Hubo una diferencia significativa de la mayoría de los índices entre las dos modalidades de imagen ( $p < 0,05$ ). El índice Insall-Salvati tuvo la mayor confiabilidad interobservador tanto para rayos X como para resonancia magnética (ICC = 0.79 a 0.97;  $p < 0.001$ ) ( $k = 0.50$  a 1.00;  $p < 0.001$ ). Concluyeron que los índices de altura de la rótula difieren significativamente cuando se miden con rayos X en comparación con la resonancia magnética. Esto puede inferir que se requiere un conjunto diferente de valores normativos para cada modalidad radiológica, que hemos propuesto en este estudio. En general, el índice Insall-Salvati tuvo el mejor desempeño y muestra un alto grado de confiabilidad intra e interobservador tanto en rayos X como en resonancia magnética.

**Martínez Cano- Juan Pablo et al** (124) realizaron una investigación en una población con 60 pacientes divididos en dos grupos: 30 pacientes con inestabilidad patelar (grupo rótula) y 30 pacientes con lesión del ligamento cruzado anterior o menisco (grupo control) y utilizaron el índice de Insall-Salvati (IS) y el índice de Caton-Deschamps (CD) utilizando tres métodos diferentes: valoraron radiografías convencionales (CR) e imágenes por resonancia magnética (IRM) utilizando uno o dos cortes. Se calcularon los coeficientes de correlación intraclass (ICC) para la confiabilidad entre observadores y la confiabilidad entre métodos. También se calculó la concordancia de Bland-Altman. Encontraron que la fiabilidad interobservador fue muy buena para el IS con ICC de 0.93, 0.84 y 0.82, para la CR, RM de un corte y RM de dos cortes, respectivamente. De forma similar, para el CD los ICC fueron buenos, 0.76, 0.80 y 0.75 para la CR, RM de un corte y RM de dos cortes, respectivamente. No se encontraron diferencias entre el grupo patelar y el grupo control. Los resultados del análisis intermétodo fueron: ICC para IS (0.83, 0.86, 0.93) y CD (0.72, 0.82, 0.83), para las comparaciones de CR/RM de un corte, CR/RM de dos cortes y RM de un corte/RM de dos cortes, respectivamente. Las diferencias de medias de Bland-Altman

mostraron un aumento del 8% y del 7% en los valores de IS con RM de un corte y RM de dos cortes. Concluyeron que la resonancia magnética puede sobrestimar la altura patelar en comparación con la corrección de la altura patelar, con un aumento de hasta el 8 % en los valores de Insall-Salvati cuando se utilizan mediciones de resonancia magnética de uno o dos cortes, y hasta un aumento del 9 % en el valor de Caton-Deschamps cuando se utiliza el método de resonancia magnética de un corte. Se recomienda utilizar la corrección de la altura patelar como método preferido.

**Volkan Kızılgöz et al** (125) realizaron una investigación en una población de 148 pacientes en imágenes de RM de rodilla en pacientes esqueléticamente maduros con edad de entre 18 a 60 años de edad, se analizaron imágenes que fueron reevaluadas para encontrar los valores normales de altura patelar utilizando el índice de Blackburne-Peel (BPI) por un radiólogo de musculoesquelético con 17 años de experiencia. Se aplicó una técnica de medición adaptada de este índice a las imágenes de RM, se utilizó secuencias sagitales ponderadas en T1 donde la superficie articular patelar y la superficie plana de la meseta tibial estuvieran en la misma imagen. Se aplicó la prueba T de muestras independientes, el análisis de varianza de Kruskal-Wallis y la prueba de correlación Rho de Spearman para calcular los resultados. El valor medio fue de  $0.80 \pm 0.09$  para el total de pacientes. Se encontró que las mediciones con respecto a la altura del borde inferior de la superficie articular de la rótula y la longitud de la superficie articular de la rótula indicaron una diferencia significativa entre mujeres y hombres ( $p < 0.001$  para ambas mediciones). Los datos descriptivos obtenidos de este estudio revelaron los valores medios de todo el grupo de estudio, los diferentes sexos y los grupos de edad por separado. Concluyeron que el índice de Blackburne-Peel sería beneficioso para su uso en imágenes de RM, especialmente para determinar rápidamente la altura patelar con anomalías o lesiones asociadas en imágenes de RM de rodilla de rutina sin la necesidad de ninguna otra modalidad de imagen. La interpretación de los resultados de la medición depende del conocimiento y la conciencia de los valores estándar de la población.

**Stephen Picken et al** (126) realizaron una investigación en 44 pacientes con inestabilidad patelofemoral evaluados con radiografía y resonancia magnética. Dos observadores un investigador clínico en Traumatología y Ortopedia (nivel de médico residente superior) y un estudiante de medicina de cuarto año, se analizaron imágenes de la altura de rótula en PACS en dos intervalos de tiempo separados por 8 semanas; midieron seis índices de altura de rótula. Todas las mediciones se agregaron y se calculó un promedio medio para

cada relación de altura de rótula. Estos resultados se analizaron estadísticamente utilizando pruebas de correlación de momento de Pearson y regresión lineal. Se encontró una correlación estadísticamente significativa entre la mayoría de los índices de altura de rótula. En la radiografía, los coeficientes de correlación ( $r = 0.92$ ,  $p < 0.001$ ) y regresión ( $R^2 = 0.85$ ,  $p < 0.001$ ) más fuertes fueron entre los índices de Blackburne-Peel y Caton-Dechamps, con la fórmula;  $CD = 0.20 + (0.95 \times BP)$ . En la resonancia magnética, los coeficientes de correlación ( $r = -0.84$ ,  $p < 0.001$ ) y regresión ( $R^2 = 0.71$ ,  $p < 0.001$ ) más fuertes fueron entre el índice patelofisario y el índice patelotroclear, con la fórmula;  $PP = 1.02 - (1.10 \times PT)$ . Concluyeron que existe una correlación estadísticamente significativa entre la mayoría de los índices de altura de la rótula, fue evidente que el ángulo de flexión de la rodilla influyó en la precisión de la medición, en particular la del índice patelofisario más pronunciado en las mediciones de rayos X que en las de resonancia magnética. Las fórmulas resultantes producidas en este estudio se pueden utilizar para predecir el valor de un índice de altura de la rótula cuando se conocen los resultados de otro.

**Yannick Palmowski et al.** (127) realizaron una investigación donde incluyeron 159 pacientes que tenían radiografías laterales e imágenes de resonancia magnética con antecedentes de reconstrucción del ligamento patelofemoral medial o del ligamento cruzado anterior. Se analizaron en radiografías el índice de Caton Dechamps radiográfico tradicional, en resonancia magnética y distancia TT-TG. Sobre la base de la TT-TG, los pacientes se dividieron en 2 grupos. Se utilizaron dos métodos diferentes para evaluar CDI mediante resonancia magnética: utilizando una imagen de un solo corte y una técnica alternativa utilizando dos imágenes transversales diferentes. La correlación de los dos métodos de medición se evaluó utilizando el coeficiente de correlación de Pearson. El coeficiente de correlación intraclase (ICC) se determinó a partir de las mediciones de los dos investigadores. Se encontró que la distancia media TT-TG fue de 11.6 mm ( $\pm 4.6$ ). En pacientes con una TT-TG  $< 15$  mm, ambos métodos de medición mostraron una correlación comparable con las mediciones en rayos X. En pacientes con una TT-TG de  $> 15$ , el nuevo método de imágenes transversales mostró una mayor correlación con la evaluación tradicional con rayos X en comparación con la evaluación CDI utilizando el método tradicional de corte único ( $r = 0.594$ ,  $p < 0.001$  frente a  $r = 0.302$ ,  $p = 0.055$ ). Concluyeron que en la evaluación de la CDI en resonancia magnética mediante un método de imágenes transversales tiene una mejor correlación con la evaluación tradicional de la CDI mediante rayos X que la evaluación mediante un solo corte. Esto es particularmente cierto en

pacientes con TT-TG elevado y, como tal, se debe utilizar preferentemente en la evaluación de la altura patelar en esta cohorte.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La inestabilidad patelofemoral (IPF) abarca un espectro de enfermedades, que van desde una desviación leve hasta una franca luxación lateral de la patela (128–130). Casi siempre se presenta esta luxación o subluxación por diversos factores, desde un traumatismo agudo, hasta una laxitud crónica de los ligamentos, una mala alineación ósea, trastornos del tejido conectivo, o por patología anatómica. Por lo general, la manifestación de esta inestabilidad es la presencia de dolor, que limita las funciones básicas, y que puede evolucionar a una artrosis posterior (130).

Se ha observado que las luxaciones de la patela representan el 3% de todas las lesiones de la rodilla. Generalmente ocurren en pacientes jóvenes, entre los 10 y 16 años, y de predominio en el sexo femenino (130–132), y generalmente se presentan como resultado de participación en eventos deportivos (133,134).

Una de las patologías que conforman la IPF es la denominada patela alta. Esta se define como una rótula anormalmente alta en relación con el fémur, la tróclea femoropatelar, o la tibia con estabilidad ósea disminuida. Se reduce por lo general el área articular de contacto patelofemoral con decremento de la cobertura del cartílago patelococlear (129). Se relaciona con el 30-44% de las dislocaciones de la patela, siendo uno de los factores de luxación recurrente de la patela, además que representa como un importante factor predisponente de malaalineación patelar de la completa y de la sintomatología relacionada al síndrome patelofemoral (111,135), ya que es observada en más de 50% de las radiografías de pacientes con IPF (128).

El diagnóstico de la patela alta, generalmente se presenta cuando se presenta un evento de subluxación o luxación patelofemoral. Ante la sospecha, por lo general posterior a un evento traumático, debe de realizarse un estudio imagenológico. La determinación de la presencia de esta entidad, se tienen diversos métodos para la determinación de esta. Estos incluyen el índice de Canton-Deschamps, índice Insall-Salvati, índice de Kosino y el rango de Balckburne-Peel (2,133,136). Pero cada una varía con respecto a la otra, por lo tanto, nos realizamos la siguiente **pregunta de investigación**:

¿Cuál es la concordancia intermétodo, interobservador e intraobservador para determinar altura patelar con radiografía simple y resonancia magnética en pacientes esqueléticamente maduros en la UMAE HTYO Puebla?

## 4. JUSTIFICACIÓN.

A pesar de la importancia de la rótula alta, no existe consenso sobre una definición precisa, debido a que hay diversos métodos de medición para la determinación si se presenta o no una rotula alta. Ya que la importancia de un diagnóstico lo más fiable posible, determinará que tipo de tratamiento debe de seguirse, con el objetivo de delimitar la inestabilidad patelofemoral secundaria a una malaalineación de la rótula (111).

La mayoría de las mediciones para la determinación de una patela alta se limita su uso a la población pediátrica debido a una medición compleja o una medición relativamente afectada por los cambios de osificación que ocurren durante el crecimiento (137,138). Algunos autores no han llegado al consenso de cuál método es el mejor, pero algunos argumentan que los métodos de Caton y Blackburne son los más reproducibles.

Estos métodos de medición por lo general son determinados en una radiografía simple convencional, pero también se han realizado en una resonancia magnética (RM). Aunque estas mediciones se crearon utilizando evaluaciones radiográficas, estas se pueden realizarse en la RM, debido a que estas mediciones se pueden medir los rangos de la altura patelar en secuencias sagitales de ponderación media. También se ha señalado que estos valores derivados de las radiografías no pueden ser directamente aplicables a la RM, requiriendo ajustes adicionales al compararse al utilizar el índice Blackburne-Peel y el índice Insal-Salvati (134). Pocos estudios donde han comparado la correlación de los resultados obtenidos tanto en radiografía simple lateral como en RM, con diferentes métodos. La ventaja de realizar una valoración con RM es el poder evaluar el grado de daño del cartilago patelofemoral, ya que se reporta una sensibilidad del 85% y una exactitud del 70% para detectar esto (135).

De aquí la importancia de realizar un estudio donde se determine esta correlación, la cual va a ser realizada por expertos en imagenología musculoesquelética, lo que nos permitirá determinar cuál es el método más fiable para la determinación del diagnóstico de una patela alta en población con madurez esquelética, ya que es en este grupo que mayormente se trata de manera quirúrgica, con realización de osteotomías, siendo el grupo de mayor demanda de atención por esta entidad en nuestro hospital; así mismo evaluaremos si el nivel de experiencia del evaluador tendrá relación con la confiabilidad de las mediciones.

Este estudio es factible, debido a que se tiene un acervo digital de diversos estudios imagenológicos, tanto de radiografía simple digital como de RM, de cinco años a la fecha,

por lo que se tendría una cantidad suficiente de pacientes. Además, se cuenta con expertos en imagenología musculoesquelética, quienes tendrán la disponibilidad y el tiempo para realizar las mediciones radiológicas. Además, el sistema digital de visualización de estudios imagenológicos del hospital, entre sus herramientas cuenta con un sistema para realizar mediciones en las diversas proyecciones, tanto Radiografía como Resonancia Magnética.

En cuanto a la viabilidad del estudio, al ser un estudio descriptivo y retrospectivo no habrá modificación del estado natural de la enfermedad, ni se aplicarán estudios directos a los pacientes, sino que se realizará una revisión de expedientes clínicos y radiológicos de los pacientes. Aunque sólo realice esta revisión documental, se mantendrá en cualquier momento el carácter de confidencialidad de los datos y la privacidad de los pacientes.

## **5. OBJETIVOS.**

### **5.1. OBJETIVO GENERAL.**

Analizar la concordancia interobservador e intraobservador entre diferentes métodos para determinar altura patelar con radiografía simple y resonancia magnética en pacientes esqueléticamente maduros en la UMAE HTYO Puebla.

### **5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Describir las variables demográficas de los pacientes.
- Realizar las mediciones del índice Insall-Salvati (IS), Índice Insall-Salvati modificado (mIS), Blackburne-Peel (BP) y Caton-Deschamps (CD) en la radiografía lateral a todos los pacientes.
- Realizar las mediciones del del índice Insall-Salvati (IS), Índice Insall-Salvati modificado (mIS), Blackburne-Peel (BP), Caton-Deschamps (CD) y el índice patelotroclear (IPT) en la RM de rodilla a todos los pacientes .
- Determinar cual es el método con mejor reproducibilidad para el diagnóstico de patela alta o baja.
- Analizar la concordancia interobservador entre las diferentes mediciones para determinar rotula alta o baja tanto en radiografía simple como para RM.
- Analizar la concordancia intraobservador entre las diferentes mediciones para determinar rotula alta o baja en radiografía simple como para RM.
- Determinar si el nivel de experiencia del observador repercute en la confiabilidad de las mediciones.

## **6. HIPÓTESIS.**

### **6.1. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN (H<sub>1</sub>).**

El índice de Insall-Salvati será el de mayor fiabilidad, reproductibilidad y similitud en las radiografías simples y, el índice de Insall-Salvati modificado lo será en las RM, tanto intraobservador como interobservador para determinar patela alta y/o baja en la población esqueléticamente madura.

### **6.2. HIPÓTESIS NULA (H<sub>0</sub>).**

El índice de Insall-Salvati será el de menor fiabilidad, reproductibilidad y similitud en las radiografías simples y, el índice de Insall-Salvati modificado lo será en las RM, tanto intraobservador como interobservador para determinar patela alta y/o baja en la población esqueléticamente madura.

### **6.3. HIPÓTESIS ALTERNA.**

Todas las mediciones radiológicas, tanto para radiografías simples como para RM, tendrá la misma fiabilidad, reproductibilidad y similitud intraobservador como interobservador para determinar patela alta y/o baja en población esqueléticamente madura.

## 7. MATERIAL Y METODOS.

### 7.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

Por su naturaleza: **No Experimental.**

Por la maniobra del investigador: **Observacional.**

Por su propósito: **Analítico.**

Por el número de evaluaciones en el tiempo: **Transversal.**

Por su población: **Homodémico.**

Por su temporalidad: **Retrospectivo.**

### 7.2. UNIVERSO DE TRABAJO.

- **Población fuente:** Pacientes con patología traumática de rodilla.
- **Población elegible:** Pacientes con diagnóstico de inestabilidad patelofemoral, luxación de rotula y/o síndrome patelofemoral.

### 7.3. UBICACIÓN TEMPOROESPACIAL.

**7.3.1. Lugar.** Servicio de Radiología e imagen de la Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE) Hospital de Traumatología y Ortopedia, del Centro Médico Nacional “Manuel Ávila Camacho”, perteneciente al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) localizado en el primer piso. Domicilio del hospital en Diagonal Defensores de la República S/N, esquina con Avenida 6 poniente. Colonia Amor. Puebla de Zaragoza, Puebla, México. CP 72090. Teléfono: 22 224 3307 Ext. .

**7.3.2. Periodo de estudio:** 01 de septiembre de 2023 al 31 de agosto de 2024.

## **7.4. CRITERIOS DE SELECCIÓN.**

### **7.4.1. Criterios de inclusión.**

- Pacientes a quienes se les realizó una radiografía y/o RMN por dolor de rodilla, patología ligamentaria, sospecha de inestabilidad patelofemoral, lesión de ligamento cruzado anterior, seguimiento por plastia de ligamento cruzado, luxación y/o subluxación de rótula o síndrome patelofemoral.
- Imágenes de radiografía lateral de rodilla tomadas en un rango de flexión de 20 a 50°.
- Sin antecedente de cirugía previa a nivel de rótula, tendón cuadríceps o tendón rotuliano en la rodilla afectada.
- Lesión unilateral.
- Mayores de 14 años y menores de 73 años.
- Sin distinción de sexo.
- Atendidos en esta unidad.
- Pacientes derechohabientes del IMSS.
- Que cuenten con una radiografía lateral de rodilla ya sea con técnica de decúbito supino con haz anteroposterior o haz tangencial y con una flexión mínima de 30°, y/o RM de rodilla realizadas en el instituto.
- Estudios radiográficos realizados en las distintas unidades pertenecientes al instituto que se puedan ser visibles en el sistema PACS o sistema WEB en la unidad.
- Con expediente clínico completo.
- Pacientes con deformidades de la rodilla como enfermedades angulares u otras, lipomas arboriformes en bursa suprapatelar, derrames masivos así como fractura de rótula, plastia a nivel del tendón del cuadríceps o rotuliano.
- Estudios realizados entre el 01 de septiembre de 2023 al 31 de agosto del 2024.

### **7.4.2. Criterios de exclusión.**

- Pacientes menores de 14 años y mayores de 73 años.
- Pacientes sin maduración esquelética completa.
- Pacientes con rótula bipartita.
- Pacientes con antecedentes de fractura patelar.

- Paciente con evidencia de cirugía previa a nivel del compartimiento anterior de la articulación de la rodilla.
- Pacientes con material de osteosíntesis alrededor de la patela.
- Pacientes con que cursen con cuadro clínico agudo traumático de rodilla como fractura de rótula (patela), fractura de meseta tibial, fractura inter o supraintercondilar femoral, así como rodilla flotante y/o luxación de rodilla.
- Pacientes con antecedente y/o que presenten enfermedad de Osgood-Schlater.
- Pacientes que se les haya realizado alguna osteotomía por adelantamiento rotuliano y/o medialización de la rótula.
- Pacientes con antecedentes de tendinopatía del cuádriceps y otra patología intraarticular que puede haber afectado la posición rotuliana.
- Pacientes con enfermedades congénitas, metabólicas, infecciosas, neurológicas y oncológicas que afecten las rodillas.
- Pacientes con diagnóstico previo de parálisis cerebral.
- Presencia de neoplasias en la articulación de la rodilla.
- Pacientes no derechohabientes.
- Pacientes que no cuenten ni con Rx simple ni RMN de rodilla.
- Estudios que no cuenten con los criterios de calidad para la medición.
- Estudios realizados antes del 1ero de Septiembre del 2023 y posterior al 31 de agosto de 2024.

#### **7.4.3. Criterios de eliminación.**

- Paciente que se le haya realizado cirugía antes de la realización de Rx o RM de rodilla para su medición.
- Paciente que acuda con Rx o estudio de RM de rodilla que no se visualice en el sistema PACS.
- Pacientes que al observarse los estudios presenten deformidades y/o lesiones no reportadas en el expediente.
- Pacientes que hallan fallecido y no tengan algun estudio ya sea Rx de rodilla o RM

### **7.5. MUESTRA.**

#### **7.5.1. Técnica de muestreo.**

No probabilístico a criterio del investigador.

## 7.5.2. Muestra.

No se requiere determinación del tamaño de muestra ya que se tomará a todos los pacientes a quienes se les realizó RM y/o Rx de rodilla en el periodo del 01 septiembre del 2023 al 31 de agosto de 2024.

## 7.6. VARIABLES.

### 7.6.1. Definición de variables.

- Variable dependiente: patela alta y patela baja.
- Variable independiente: mediciones radiográficas
- Variables demográficas o confusoras: Edad y sexo.

### 7.6.2. Operacionalización de variables.

#### Demográficas.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE Y ESCALA	UNIDAD DE MEDICIÓN
Edad	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo hasta el momento que se considera.	Edad de la paciente descrita en el expediente clínico	Cuantitativa Discreta	Años
Sexo	Condición orgánica de un ser vivo por la cual éste es masculino o femenino.	Sexo del paciente descrito en el expediente clínico	Cualitativa Nominal Dicotómica	Masculino Femenino

#### Patela alta/ baja

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE Y ESCALA	UNIDAD DE MEDICIÓN
Patela alta	Se describe una situación en la que la posición de la rótula se considera alta y muestra un tendón rotuliano más largo que la rótula.	Determinación, de acuerdo con las mediciones realizadas por los observadores, si se presenta o no patela alta en los pacientes	Cualitativa nominal dicotómica.	Si No.

		esqueléticamente maduros.		
<b>Patela baja</b>	Se describe una situación en la que la posición de la rótula se considera baja y muestra un tendón rotuliano más corto que la rótula.	Determinación, de acuerdo con las mediciones realizadas por los observadores, sí se presenta o no patela baja en los pacientes esqueléticamente maduros.	Cualitativa nominal dicotómica.	Si No.

### Mediciones radiográficas.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE Y ESCALA	UNIDAD DE MEDICIÓN
<b>Mediciones radiográficas en Rx</b>	Métodos para la valoración de la altura patelar en imágenes laterales en técnica radiográfica digital.	Medición realizada con los índices de Insall-Salvati (IS), Blackburne-Peel (BP) y Caton-Deschamps (CD) en las radiografías laterales de rodilla con 30° de flexión de pacientes esqueléticamente maduros.	Cuantitativa discreta.	Puntaje de los índices: IS= 0.8 - 1.2 mIS= 1.2 - 2.1 CD= 0.6 - 1.3 BP= 0.8-1.0
<b>Mediciones radiográficas en RM</b>	Métodos para la valoración de la altura patelar en imágenes sagitales en resonancia magnética.	Medición realizada con los índices de Insall-Salvati modificado (MIS) y el índice patelotrocLEAR (PT) en las RM de rodilla de pacientes esqueléticamente maduros.	Cuantitativa discreta.	IS= 0.74 - 1.5 mIS= 1.2-2.1 CD= 0.6-1.3 BP= 0.8-1.0 IPT= 0.8-0.18

## 7.7. MÉTODO.

### 7.7.1. Procedimiento.

1. Antes de iniciar la investigación, se someterá el presente protocolo a revisión y evaluación ante los comités de investigación en salud y ética en investigación en salud de la unidad, con el fin de autorizar/aprobar la investigación, así mismo, la obtención del número de registro que avala la realización del estudio.

2. Una vez aprobado el protocolo, se procederá al reclutamiento de pacientes. Este se realizará de manera indirecta. Primeramente, se buscará en el censo o bitácora del servicio de imagenología y radiología de la unidad, a pacientes a quienes se les haya realizado Resonancia Magnética y Radiografía como por dolor de rodilla, sospecha de sospecha de inestabilidad patelofemoral, luxación y/o subluxación de rótula. Se extraerá nombre y número de seguridad social.

3. Se realizará una lista de estos pacientes, para solicitar, mediante oficio dirigida al jefe o jefa del archivo clínico para préstamo del expediente clínico físico y/o electrónico para revisión. De estos expedientes se verificará si se cumplen o no los criterios de selección así como el diagnóstico de envío.

4. De los pacientes que cumplan los criterios de inclusión, se procederá a revisar la radiografía simple (Rx) y/o Resonancia Magnética.

5. De estos estudios se realizarán las mediciones radiográficas correspondientes. Estas las realizarán un médico de base del servicio de imagenología y radiodiagnóstico y dos médicos residentes de 4to año de la unidad. Para las Radiografías se realizará la medición del índice de Insall-Salvati (IS), el índice de Insall-Salvati modificado (mIS), el índice de Blackburne-Peel (BP) y el índice de Caton-Deschamps (CD). Estas se medirán en la proyección lateral de rodilla. Los valores que se considerarán como indicativas de patela baja y alta serán:

Índice de Insall-Salvati (1971). Relación entre la longitud del ligamento rotuliano y la longitud diagonal máxima de la rótula.

- Patela baja:  $<0.8$
- Rango normal:  $1.02 \pm 0.13$ .
- Patela alta:  $> 1.2$

Índice de Blackburne-Peel (1977). Relación entre la distancia entre el margen inferior de la superficie articular rotuliana y la extensión anterior de la línea de la meseta tibial y la longitud de la superficie articular rotuliana.

- Patela baja:  $<0.8$
- Normal:  $0.8 - 1.0$
- Patela alta:  $> 1.0$

Índice de Caton-Deschamps (1982). Relación entre la distancia entre el margen inferior de la superficie articular de la rótula y el ángulo anterosuperior de la tibia y la longitud de la superficie articular rotuliana.

- Patela baja:  $<0.6$
- Normal:  $0.6- 1.3$
- Patela alta:  $> 1.2$

Índice de Grelsamer-Meadows también conocido como Insall-Salvati modificado (1992). Relación entre la distancia entre el margen inferior de la superficie articular rotuliana y el tubérculo tibial y la longitud de la superficie articular rotuliana.

- Patela baja:  $<1.2$
- Normal:  $1.25$  (rango  $1.2- 2.1$ )
- Patela alta:  $> 2$

Para las RM se realizará la medición del índice de Insall-Salvati (IS), el índice de Insall-Salvati modificado (mIS), el índice de Blackburne-Peel (BP), el índice de Caton-Deschamps (CD) y el índice patelotroclear (PT). Los valores que se considerarán como indicativas de patela baja y alta serán:

Índice de Insall-Salvati (1971). Relación entre la longitud del ligamento rotuliano y la longitud diagonal máxima de la rótula.

- Patela baja:  $<0.74$
- Normal:  $0.74 - 1.5$
- Patela alta:  $> 1.5$

Índice de Blackburne-Peel (1977). Relación entre la distancia entre el margen inferior de la superficie articular rotuliana y la extensión anterior de la línea de la meseta tibial y la longitud de la superficie articular rotuliana.

- Patela baja:  $<0.8$
- Normal:  $0.8 - 1.0$
- Patela alta:  $> 1.0$

Índice de Caton-Deschamps (1982). Relación entre la distancia entre el margen inferior de la superficie articular de la rótula y el ángulo anterosuperior de la tibia y la longitud de la superficie articular rotuliana.

- Patela baja:  $<0.6$
- Normal:  $0.6- 1.3$
- Patela alta:  $> 1.2$

Índice de Grelsamer-Meadows también conocido como Insall-Salvati modificado (1992). Relación entre la distancia entre el margen inferior de la superficie articular rotuliana y el tubérculo tibial y la longitud de la superficie articular rotuliana.

- Patela baja:  $< 1.2$
- Normal: 1.25 (rango 1.2- 2.1)
- Patela alta:  $> 2$

Índice patelo troclear (IPT) 2006: Se mide en una secuencia T2 sagital donde se observe el grosor máximo del cartílago rotuliano y el diámetro craneocaudal máximo de la rótula. Se define como el porcentaje de superposición del cartílago troclear (A) (medido desde el aspecto más superior del cartílago troclear con respecto al aspecto más inferior del cartílago rotuliano articular utilizando un ángulo recto y líneas paralelas) y el cartílago articular en la rótula (B).  $A/B$

- Patela baja:  $> 0.8$
- Normal: 0.49
- Patela alta:  $< 0.18$

6. Una vez completada la muestra se realizará el análisis de resultados, así se realizará la redacción del escrito final donde incluirán los resultados, discusión y conclusiones.

### **7.7.2. Recolección de la información.**

Toda la información que se extraiga de los expedientes clínicos, así como de las imágenes radiográficas, se anotarán en hojas de recolección de datos (Anexo II), y a su vez la recopilación de toda la información de estas hojas será anotada en una base de datos, que se realizará en el programa Microsoft Excel, la cual estará configurada para exportación al programa estadístico IBM SPSS.

### **7.7.3. Maniobras para evitar y controlar sesgos.**

#### **Control de sesgos de información:**

Para evitar este sesgo se realizó una búsqueda exhausta de información relacionada al tema principal de esta investigación. Para ello se realizó una revisión sistemática, donde se ponderó a cada artículo con el nivel de evidencia (NE) de la medicina basada en evidencia de Oxford. En esta revisión se establece con una pregunta PICO, de la cual se derivan términos MESH, y de acuerdo con esto se realiza una revisión y extracción de

artículos que hablen sobre métodos radiológicos para la determinación de patela alta en pacientes con inestabilidad patelofemoral.

**Control de sesgos de selección:**

Se elegirá a la población a estudiar con base a criterios de inclusión, exclusión y eliminación. Pero para tener una representatividad, generalmente se establece un cálculo de tamaño de muestra, pero por el tipo de patología se incluirán a todos los pacientes que se halla realizado una Rx y/o RM de rodilla, de acuerdo con los criterios de inclusión.

**Control de sesgos de análisis:**

Para evitar sesgos en la realización del trabajo de campo, se establece una construcción de cuestionarios y encuestas, realizadas y validada por un experto en imagenología y radiología. Además, se validará metodológicamente por parte del asesor metodológico y estadístico de la tesis vinculada a este protocolo de investigación

Los resultados se analizarán mediante el programa validado S.P.S.S versión 24 para Windows, que servirá para la elaboración de tablas y gráficos. Para evitar problemas con la licencia, se bajará la versión de prueba de 30 días para estudiantes.

#### **7.7.4. Análisis estadístico.**

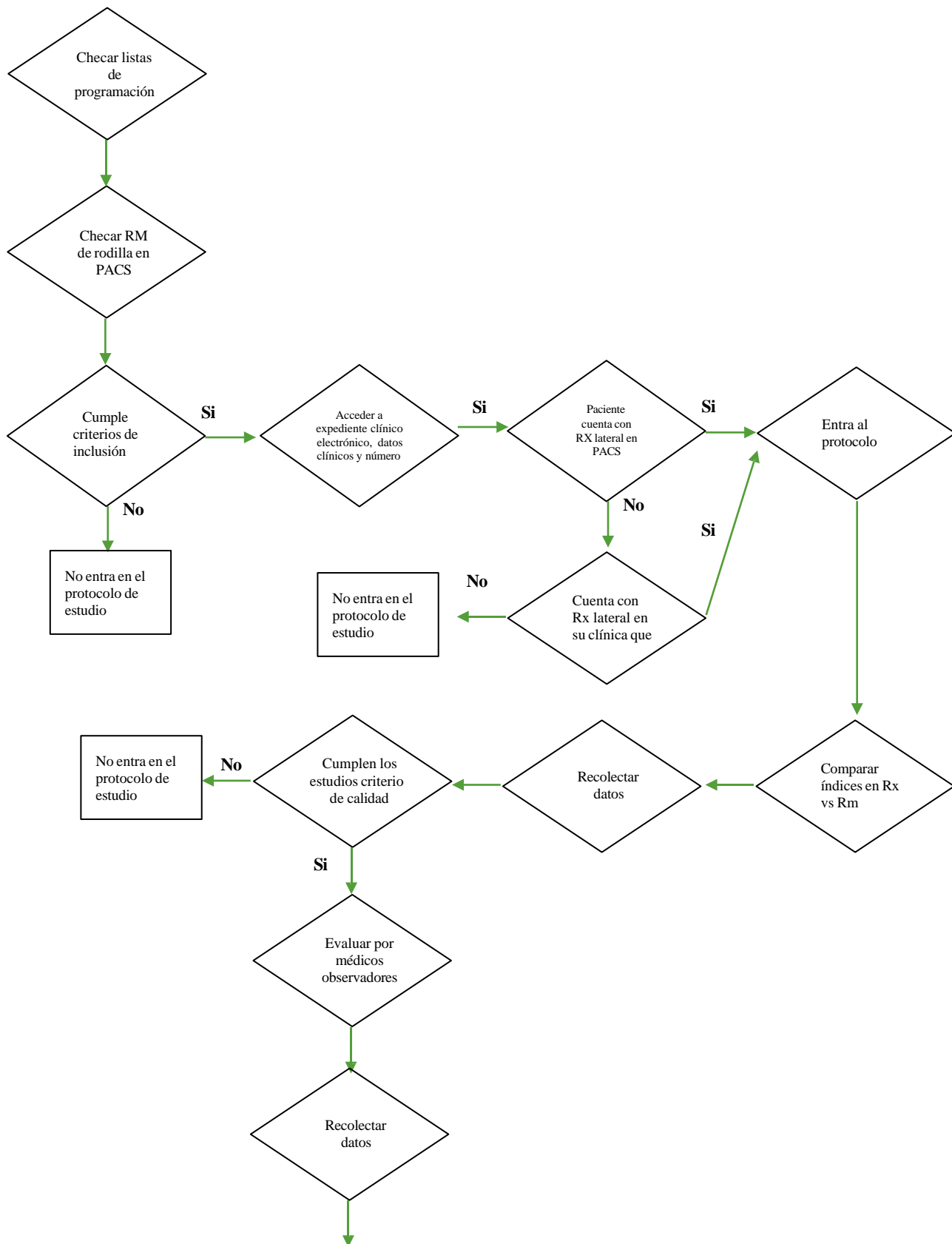
Para el análisis univariado se establecerán frecuencias y porcentajes para las variables cualitativas, mientras que para las variables cuantitativas se expresarán en media y/o mediana, así como sus medidas de dispersión: desviación estándar de la media (DE ó  $\pm$ ), rangos intercuartiles de la mediana (25, 50,75) y valores máximos y mínimos.

Para el análisis bivariado, se realizará medición intraobservador con la correlación intraclase (CCI), y para la correlación interobservador con Kappa de Cohen (grado de concordancia). La fiabilidad para CCI se considerará: baja fiabilidad  $CCI < 0.4$ , fiabilidad regular a buena  $CCI > 0.4-0.75$  y excelente  $> 0.75-1$ . La fuerza de concordancia para Kappa se considera: pobre o débil valores  $< 0.40$ , moderada valores entre  $0.41-0.60$ , buena valores entre  $0.61-0.80$ , y muy buena  $> 0.8-1$ .

El valor que se tomará como estadísticamente significativo será  $P < 0.05$ .

### 7.7.5. Mapa procedimental.

A manera de mapa conceptual debes de mostrar la forma gráfica de como se va a realizo la investigación.



## **7.8. Recursos e infraestructura.**

### **7.8.1. Recursos humanos.**

**Dra. Santa Portillo Gutiérrez** Investigadora principal y directora de tesis. Será la encargada de la dirección de la investigación, validará y ayudará en la construcción de los instrumentos de medición. Además, contribuirá en la supervisión del trabajo de campo y de la recolección de la información, contribuirá en la asesoría de la redacción de las conclusiones y de la discusión del escrito final.

**Dr. Jorge Quiroz Williams** Investigador asociado y tutor de tesis. Será el encargado de la codirección de la tesis, así como como el análisis estadístico de los resultados, asesoría y tutoría metodológica. Además, será el encargado de publicar los resultados en alguna revista médica científica arbitrada de preferencia indexada.

**Dra. Cynthia Amparo García Déctor** Tesista. Médico residente que será la encargada de la búsqueda de pacientes, de archivos clínicos y contacto con los mismos y extracción de las variables a medir, la construcción de los instrumentos de medición, la realización de radiografías complementarias y de entregar y recoger personalmente los cuestionarios a los médicos participantes. Además, contribuirá en la búsqueda de información. Realizará el trabajo de campo y recopilación de información el análisis estadístico, redacción, graficación y tabulación de los resultados. Así como finalmente redactará la discusión y conclusiones de la tesis.

### **7.8.2. Recursos materiales.**

- Bolígrafos
- Colores
- Gomas
- Hojas tamaño carta para impresión de las hojas de recolección de datos
- Impresora
- Cartucho de tinta
- Memoria USB 4GB
- Engrapadoras
- Grapas
- Fotocopias
- Tabla recolectora
- Laptop Macbook Air M1
- Tabletas electrónicas personales
- Programas de paquetería como Microsoft Office.
- Alimentos y bebidas
- Resonador (Siemens Magnetom 3T).
- Equipo de rayos X (MARCA: CMR. MODELO: MRF 90TE y MARCA: OSKO ).
- Sistema PACS (Synapse® Versión 5 de Fujifilm).
- Sistema ECE IMSS
- Pantallas de grado médico marca Barco.

### **7.8.3. Recursos financieros.**

La presente investigación se realizará con recursos del hospital y del instituto para su desarrollo, no se requiere financiamiento público ni privado externo, y en caso de requerirse será cubierto por los investigadores.

#### **Factibilidad:**

Para el desarrollo de la presente investigación se cuenta con los recursos humanos, económicos y materiales necesarios para cumplir con los objetivos señalados en los periodos estipulados. Además, los investigadores tienen acceso a la población de estudio, por lo que es factible su realización.

## **8. CONSIDERACIONES ÉTICAS.**

El presente trabajo de investigación se realizará en el registro de población mexicana, con base al reglamento de la Ley General de Salud en relación en materia de investigación para la salud, que se encuentra en vigencia actualmente en el territorio de los Estados Unidos Mexicanos, en especial en el título segundo: De los aspectos éticos de la Investigación en seres humanos, capítulo 1, disposiciones generales. En los artículos 13 al 27. Título sexto: De la ejecución de la investigación en las instituciones de atención a la salud. Capítulo único, contenido en los artículos 113 al 120 así como también acorde a los códigos internacionales de ética: Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (AMM) sobre los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos, adoptada por la 18a asamblea de la AMM celebrada en Helsinki, Finlandia en Junio 1964 y enmendada 7 veces, la última enmienda por la 64a Asamblea Médica Mundial de Fortaleza, Brasil en octubre del 2013, donde se establece que deben adoptarse todas las precauciones necesarias para respetar la intimidad de las personas y reducir al mínimo el impacto del estudio sobre su integridad física y mental y su personalidad. Después de asegurarse de que el individuo ha comprendido la información, el médico u otra persona calificada apropiadamente debe pedir entonces, preferiblemente por escrito, el consentimiento informado y voluntario de la persona. Si el consentimiento no se puede otorgar por escrito, el proceso para lograrlo debe ser documentado y atestiguado formalmente.

Este trabajo se presentará ante el comité de investigación (CLIS 2105) y ética en investigación en Salud (CLIE 21058) de la UMAE, mediante el sistema de registro electrónico de la coordinación de investigación en salud (SIRELCIS) para su evaluación y dictamen.

Este estudio, al ser no experimental no modificará la historia natural de los presentes, así como los procesos y tratamientos. Se tomará la información de fuentes indirectas por lo que NO se requiere de carta de consentimiento informado, conforme a la Norma 2000-001-009 del IMSS que establece las disposiciones para la investigación en salud en el IMSS.

Cumple con los principios de: Beneficencia, No maleficencia, Justicia y Equidad, tanto para el personal de salud, como para los pacientes, ya que el presente estudio contribuiría a identificar y analizar la concordancia interobservador e intraobservador entre diferentes métodos para determinar rotula alta y baja en pacientes esqueléticamente maduros con

radiografía simple y resonancia magnética en la UMAE HTYO Puebla. Contribuyendo seguramente a dar elementos para la atención de los pacientes y pautas para el mejoramiento de la calidad de atención a los derechohabientes del instituto.

Acorde a las pautas del reglamento de la ley general de salud en materia de investigación publicada en el Diario Oficial de la Federación sustentada en el artículo 17 en el Numero I se considera una investigación sin riesgo ya que se emplearán técnicas de investigación documental retrospectiva, y que están no realizarán alteración o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos, como lo son los cuestionarios y la revisión de expedientes descritos en este protocolo de investigación.

De acuerdo a la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental (LFTAIPG), en especial en el capítulo IV se establece un marco muy general que regula la obtención, transmisión, uso y manejo de los datos personales en posesión de dependencias y entidades federales, así como en la declaración de la AMM (Asociación Médica Mundial) sobre las consideraciones éticas de las bases de datos de salud y los biobancos, adoptada por la 53a Asamblea General de la AMM, Washington DC, EE.UU. octubre 2002 y revisada por la 67ª Asamblea General de la AMM, Taipei, Taiwán, octubre 2016. Por lo tanto, la información obtenida del presente protocolo será solo con fines de la investigación. Los datos obtenidos de los pacientes no se harán públicos en ningún medio físico o electrónico. El resguardo de la información personal de los pacientes se guardará en una carpeta física, en la División de Investigación en Salud, quedando para su resguardo por 5 años, posteriormente será guardada en un archivo de descarga.



## 10. RESULTADOS.

Se obtuvo una muestra de 86 pacientes, que cumplieron los criterios de inclusión en el periodo de estudio estipulado. De estos fueron 44 masculinos que representan el 51.2% y 42 femeninos que representan el 48.8%; la edad promedio obtenida es de 39.77 años. (Tabla 1).

En cuanto a los diagnósticos, de envío se reportaron: Gonartrosis en 10 pacientes (11.6%), esguince o traumatismo 31 pacientes (36%), fractura 3 pacientes (3.5%), meniscopatía en 25 pacientes (29.1%), lesión del LCA/LCP en 15 pacientes (17.4%) y condromalacia en 2 pacientes (2.3%); los diagnósticos radiológicos de los estudios se reportaron se engloban en los siguientes grupos: sin patología en 9 pacientes (10.5%), lesión meniscal en 43 pacientes (50%), lesión ligamentaria en 32 (37.2%), lesión condral en 1 (1.2) y cambios osteodegenerativos en 1 (1.2%). (Tabla 2).

Las mediciones realizadas tanto en Radiografía como en RMN, al comparar a los tres observadores, el observador 1 (Obs1) obtuvo en radiografía una media de IS 1.22 (DE: 0.21, rango: 0.82-2.11), MIS 1.77 (DE: 0.21, rango 1.21-2.23), BP 0.86 (DE: 0.13, rango: 0.58-1.20) y CD 1.06 (DE: 0.16, rango: 0.74-1.49), y se obtuvo asimismo en RMN una media de IS 1.19 (DE: 0.17, rango 0.80-1.58), MIS 1.26 (DE: 0.17, rango 0.89-1.81), BP 1.01 (DE: 0.17, rango 0.59-1.44), CD 0.94 (DE: 0.15, rango 0.69-1.44) e IPT 0.32 (DE: 0.14, rango 0.01-1.0); el observador 2 (Obs2) obtuvo en radiografía una media de IS 1.34 (DE: 0.26, rango 0.83-2.16), MIS 1.94 (DE: 0.28, rango 1.19-2.76), BP 0.93 (DE: 0.16, rango 0.49-1.60) y CD 1.06 (DE: 0.17, rango 0.74-1.62) y en RMN una media de IS 1.26 (DE: 0.17, rango 0.89-1.81), MIS 1.91 (DE: 0.20, rango 1.31-2.48), BP 0.99 (DE: 0.14, rango 0.58-1.36), CD 0.93 (DE: 0.15, rango 0.33-1.42) e IPT 0.31 (DE: 0.10, rango 0.09-0.64) y el observador 3 (Obs3) obtuvo en radiografía una media en IS 1.14 (DE: 0.18, rango 0.84-1.71), MIS 1.62 (DE:0.23, rango 0.65-2.20), BP 0.81 (DE:0.13, rango 0.50-1-14) y CD 1.07 (DE: 0.17, rango 0.81-1.73) y en RMN una media de IS 1.17 (DE: 0.16, rango 0.84-1.55), MIS 1.70 (DE: 0.22, rango 1.04-2.20), BP 0.96 (DE: 0.15, rango 0.49-1.33), CD 0.94 (DE: 0.16, rango 0.70-1.70) e IPT 0.31 (DE: 0.11, rango (0.03-0.70)). (Tabla 3).

Al realizar correlaciones entre los observadores y las diferentes mediciones, se obtuvo que para el OBS 1 una correlación en radiografía para IS 0.536 (P=0.000), MIS 0.499 (P=0.000), BP 0.126 (P=0.248) y CD 0.066 (P=0.548) y en RMN para IS 0.402 (P=0.000), MIS 0.405 (P=0.000), BP 0.510 (P=0.000), CD 0.381 (P=0.000) e IPT 0.247 (P=0.022); para el OBS2

una correlación en radiografía IS 0.651 (P=0.000), MIS 0.605 (P=0.000), BP 0.311 (P=0.004) y CD 0.172 (P=0.113) y en RMN para IS 0.577 (P=0.000), MIS 0.407 (P=0.000), BP 0.413 (P=0.000), CD 0.079 (P=0.470) e IPT 0.240 (P=0.026) y para el OBS3 una correlación en radiografía en IS 0.459 (P=0.000), MIS 0.328 (P=0.002), BP 0.066 (P=0.547) y CD 0.005 (P=0.965) y en RMN para IS 0.345 (P=0.001), MIS 0.428 (P=0.000), BP 0.383 (P=0.000), CD 0.289 (P=0.007) e IPT 0.067 (P=0.542). (Tabla 4).

Al valorar la concordancia entre las valoraciones de los tres observadores, se encontró en las mediciones realizadas en las radiografías (Rx), para el Obs1 fue de 0.705 ( $=<0.001$ ), Obs2 de 0.531 ( $=<0.001$ ) y Obs3 0.202 (0.002) y en RMN, para el Obs1 de 0.197 (0.044), Obs2 de 0.390 ( $=<0.001$ ) y Obs3 de 0.075 (0.378). (Tabla 5).

## 11. DISCUSIÓN.

En esta investigación se encontró una fuerte concordancia en los resultados en comparación a la literatura encontrada donde se valoran los índices más utilizados para la medición de altura patelar en imágenes sagitales; nuestra hipótesis menciona el índice de Insall- Salvatti (IS) es el que tiene mejor reproducibilidad al usarse en radiografía en comparación a los otros índices empleados, de acuerdo con los resultados mostrados en ésta investigación.

Se encontró que la confiabilidad entre evaluadores fue regular a buena para el índice Insall-Salvati (coeficiente de correlación intraclass [CCI], 0.536, 0.651 y 0.559 respectivamente) para las mediciones realizadas en radiografía; fue regular a buena para el índice Insall-Salvati modificado (coeficiente de correlación intraclass [CCI], 0.405, 0.407 y 0.428 respectivamente) lo cual comprueba nuestra hipótesis principal.

En un estudio realizado por C.G Guilherme et al (115) se analizaron radiografías laterales de rodilla con flexión de 30° donde se encontró que los coeficientes de correlación y concordancia más altos con IS seguido de CD. Así mismo, Fleur V. Verhulst et al (112) valoraron Rx, Tc y RM con cinco métodos (IS, BP, CD, mIS y el IPT) encontrando que IS fue la única medición que mostró una buena confiabilidad intra e interobservador con un ICC en Rx de 0.72 (0.56–0.83)/0.91 (0.83–0.95), Tc 0.78 (0.65–0.87)/0.83 (0.72–0.90) y RM 0.70 (0.53–0.82)/0.85 (0.60–0.93). También para S. Picken et al (126) el IS tuvo la mayor confiabilidad intra e interobservador tanto para Rx como para RM (ICC = 0,79 a 0,97;  $p < 0,001$ ) ( $k = 0,50$  a  $1,00$ ;  $p < 0,001$ ); pero en la comparación entre diferentes auxiliares de diagnóstico la misma medición (IS) mostro diferentes valores utilizando el mismo concluyen que los índices de altura de la rótula difieren significativamente cuando se miden con Rx en comparación con la RM influenciado en los diferentes valores normativos para cada modalidad radiológica y la técnica de imagen.

En esta investigación las mediciones radiológicas fueron realizadas por un médico radiólogo con cuatro años de experiencia (OBS1) y por dos médicos residentes de imagenología diagnóstica y terapéutica del cuarto año de la especialidad (OBS2 y OBS3). La mayoría de los médicos de base no accedieron a la participación del estudio de manera voluntaria, argumentando que por la carga de trabajo no pudieron participar. Por lo tanto se extendió la presente investigación a los dos médicos residentes quienes participaron ya avanzado el cuarto año de la especialidad, quienes tenían el conocimiento y la capacidad

previa para realizar las mediciones elegidas para la valoración. El OBS1 por su experiencia clínica presentó mejores resultados en las valoraciones. Por lo tanto, fue una de nuestras debilidades. En contraste a lo anteriormente mencionado, en estudios donde se compararon valoraciones realizadas por médicos de base y médicos residentes, para C.G. Guilherme et al (115) quienes compararon a cuatro observadores con diferentes niveles de experiencia (un residente de primero año en ortopedia, un residente de tercer año en ortopedia, un adscrito en ortopedia especialista en rodilla y un adscrito en radiología especialista en musculoesquelético), se encontró una mayor concordancia interobservador (IS: 0.808, BP: 0.769, CD: 0.824 e mIS: 0.696) en médicos especialista con experiencia previa. Así mismo, en un estudio similar realizado por Fleur V. Verhulst et al (112) quienes también evaluaron grado de concordancia y confiabilidad interobservador en (cirujano ortopedista, radiólogo, residente de ortopedia y estudiante de medicina) donde encontraron que la confiabilidad intraobservador de un método de medición está relacionada con la experiencia. Lo anterior encontrado coincide con los resultados obtenidos en la presente investigación, donde la concordancia fue mayor en las valoraciones realizadas en el médico con mayor experiencia.

**FORTALEZAS:** al ser un centro de trauma y ortopedia que cuenta con una amplia población y un sistema actualizado de acceso a los expedientes clínicos y a un sistema PACS que nos permite la evaluación en alta calidad de imágenes equiparable a los diversos recursos que se utilizaron en los artículos revisados, pueden reproducirse múltiples estudios para la medición de la altura patelar y poder publicar artículos a nivel nacional.

**DEBILIDADES:** la mayoría de las Rx laterales no pudieron incluirse en el estudio por no contar con una adecuada técnica por no respetarse una angulación de 30°, otros contaban únicamente con RM y otros contaban con radiografía lateral simple de rodilla la cual no es adecuada para valoración de la altura patelar. Al contrario de muchos artículos donde mencionan a IS como el mejor método para la medición de la altura patelar en Rx y RM en nuestro estudio no concuerda por la manera en que se adquiere el estudio en RM que no tiene una angulación como en la radiografía lateral a 30°.

La planeación original del estudio era contar con 3 médicos especialistas con experiencia previa en las mediciones, pero debido a las circunstancias antes mencionadas se optó por agregar a médicos residentes en el estudio. Por último, no se realizaron mediciones de altura y concordancia patelar en el plano axial debido a que éste último se ha reportado en RM y con reconstrucciones especiales.

**NUESTRA PROPUESTA** es que la reproductividad en los diferentes métodos realizados está en relación a la experiencia del médico radiólogo. Asignar a médico para la evaluación de criterio de la radiología convencional y evaluar una técnica adecuada, así como la educación médica continua de un grupo multidisciplinario.

## **12. CONCLUSIONES.**

Podemos concluir que el estudio con mayor fiabilidad para la valoración de altura patelar es la Rx en comparación con la RM, principalmente debido a la flexión que se presenta durante la adquisición del estudio. Así mismo, se encontró que el mejor método para valorar la altura patelar en Rx es el índice de Insall- Salvati (IS) y el mejor en RM es el índice de Insall- Salvati modificado (mIS) ya que mostraron ambas una buena correlación inter e intraobservador.

Finalmente se encontró que entre mayor nivel de experiencia existe una mayor concordancia inter observador para la medición de la altura patelar.

### 13. BIBLIOGRAFÍA.

1. Tisano BK, Shah JP, Chhabra A. Patellar and Quadriceps Mechanism: Clinical, Imaging, and Surgical Considerations. En: *Imaging of the Knee Techniques and Applications*. 2a ed. 2023. p. 381–406.
2. Vergara-Amador E, Davalos Herrera D, Guevara OA. Valores normales de 3 métodos para determinar rótula alta en niños de 6 a 12 años. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2018;62(6):442–7.
3. Flandry F, Hommel G. Normal Anatomy and Biomechanics of the Knee. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2011;19(2):82–92.
4. Jain R, Kalia RB, Das L. Anthropometric measurements of patella and its clinical implications. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2019;29(8):1765–9.
5. Fox AJS, Bedi A, Rodeo SA. The Basic Science of Human Knee Menisci: Structure, Composition, and Function. *Sports Health*. 2012;4(4):340–51.
6. Codorean II, Codorean IB. *Clinical-MRI Correlations of Anterior Knee Pain: Common and Uncommon Causes*. Springer; 2023. p. 1–372.
7. Wibee G. Roentgenographs and Anatomic Studies on the Femoropatellar Joint: With Special Reference to Chondromalacia Patellae. *Acta Orthop*. 1941;12(1–4):319–410.
8. Tecklenburg K, Dejour D, Hoser C, Fink C. Bony and cartilaginous anatomy of the patellofemoral joint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006;14(3):235–40.
9. Kwak SD, Colman WW, Ateshian GA, Grelsamer RP, Henry JH, Mow VC. Anatomy of the human patellofemoral joint articular cartilage: Surface curvature analysis. *J Orthop Res*. 1997;15(3):468–72.
10. Panni AS, Cerciello S, Maffulli N, Di Cesare M, Servien E, Neyret P. Patellar shape can be a predisposing factor in patellar instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011;19(4):663–70.
11. Mayo BC, Amirouche F, Koh JL. *Patellofemoral Biomechanics*. En: *The Patellofemoral Joint A Case-Based Approach*. Springer; 2022. p. 3–20.
12. Cohen ZA, Henry JH, McCarthy DM, Van Mow C, Ateshian GA. Computer Simulations of Patellofemoral Joint Surgery. *Am J Sports Med*. 2003;31(1):87–98.
13. Cuellar VG, Lerebours F, Strauss EJ. Nonoperative Management: Who, When, and What? *Oper Tech Sports Med*. 2012;20(3):207–12.

14. Froimson MI, Ratcliffe A, Gardner TR, Mow VC. Differences in patellofemoral joint cartilage material properties and their significance to the etiology of cartilage surface fibrillation. *Osteoarthritis Cartilage*. 1997;5(6):377–86.
15. Ateshian GA, Kwak SD, Soslowky LJ, Mow VC. A stereophotogrammetric method for determining in situ contact areas in diarthrodial joints, and a comparison with other methods. *J Biomech*. 1994;27(1):111–24.
16. Wang X, Hunter DJ, Vesentini G, Pozzobon D, Ferreira ML. Technology-assisted rehabilitation following total knee or hip replacement for people with osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019;20(1):1–17.
17. Crock H V. The arterial supply and venous drainage of the bones of the human knee joint. *Anat Rec*. 1962;144(3):199–217.
18. Ogden JA. Radiology of postnatal skeletal development. *Skeletal Radiol*. 1984;11(4):246–57.
19. Ficat RP, Hungerford DS. Disorders of the Patello-femoral Joint. Williams & Wilkins; 1977. p. 1–249.
20. Dwek JR, Chung CB. The patellar extensor apparatus of the knee. *Pediatr Radiol*. 2008;38(9):925–35.
21. Llopis E, Padrón M. Anterior knee pain. *Eur J Radiol*. 2007;62(1):27–43.
22. Saupe H. Beitrage zur patella bipartita. *Fortschr Röntgenstr*. 1921;28:37–41.
23. Saupe H. Primäre Knochenmarkseiterung der Kniescheibe. *Deutsche Zeitschrift f Chirurgie*. 1943;258(6–8):386–92.
24. Flores D V., Gómez CM, Pathria MN. Layered approach to the anterior knee: Normal anatomy and disorders associated with anterior knee pain. *Radiographics*. 2018;38(7):2069–101.
25. Dejour H, Walch G, Nove-Josserand L, Guier Ch. Factors of patellar instability: An anatomic radiographic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 1994;2(1):19–26.
26. Dye SF, Chew MH. The use of scintigraphy to detect increased osseous metabolic activity about the knee. *Instr Course Lect*. 1994;43:453–69.
27. Muñoz SR, Miranda EA, Iñiguez MC, Wainer ME, Cerda AU, López DE. Estudio por imágenes de la articulación patelofemoral: estado del arte. *Rev Chil Radiol*. 2022;28(1).
28. McMahon C, Ramappa A, Lee K. The Extensor Mechanism: Imaging and Intervention. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2017;21(2):89–101.

29. Gwinner C, Märdian S, Schwabe P, Schaser KD, Krapohl BD, Jung TM. Current concepts review: Fractures of the patella. *GMS Interdiscip Plast Reconstr Surg DGPW*. 2016;5.
30. Yablon CM, Pai D, Dong Q, Jacobson JA. Magnetic Resonance Imaging of the Extensor Mechanism. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2014;22(4):601–20.
31. Zeiss J, Saddemi SR, Ebraheim NA. MR imaging of the quadriceps tendon: normal layered configuration and its importance in cases of tendon rupture. *AJR Am J Roentgenol*. 1992;159(5):1031–4.
32. Staeubli HU, Bollmann C, Kreutz R, Becker W, Rauschnig W. Quantification of intact quadriceps tendon, quadriceps tendon insertion, and suprapatellar fat pad: MR arthrography, anatomy, and cryosections in the sagittal plane. *AJR Am J Roentgenol*. 1999;173(3):691–8.
33. Conlan T, Garth WP, Lemons JE. Evaluation of the medial soft-tissue restraints of the extensor mechanism of the knee. *J Bone Joint Surg Am*. 1993;75(5):682–93.
34. Desio SM, Burks RT, Bachus KN. Soft Tissue Restraints to Lateral Patellar Translation in the Human Knee. *Am J Sports Med*. 1998;26(1):59–65.
35. Tuxøe J, Teir M, Winge S, Nielsen P. The medial patellofemoral ligament: a dissection study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2002;10(3):138–40.
36. Ostlere S. The Extensor Mechanism of the Knee. *Radiol Clin North Am*. 2013;51(3):393–411.
37. Andrikoula S, Tokis A, Vasiliadis HS, Georgoulis A. The extensor mechanism of the knee joint: an anatomical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006;14(3):214–20.
38. Schweitzer ME, Falk A, Pathria M, Brahme S, Hodler J, Resnick D. MR imaging of the knee: can changes in the intracapsular fat pads be used as a sign of synovial proliferation in the presence of an effusion? *AJR Am J Roentgenol*. 1993;160(4):823–6.
39. Basso O, Johnson DP, Amis AA. The anatomy of the patellar tendon. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2001;9(1):2–5.
40. Edama M, Kageyama I, Nakamura M, Kikumoto T, Nakamura E, Ito W, et al. Anatomical study of the inferior patellar pole and patellar tendon. *Scand J Med Sci Sports*. 2017;27(12):1681–7.

41. Tuong B, White J, Louis L, Cairns R, Andrews G, Forster BB. Get a kick out of this: the spectrum of knee extensor mechanism injuries. *Br J Sports Med.* 2011;45(2):140–6.
42. el-Khoury GY, Wira RL, Berbaum KS, Pope TL, Monu JU. MR imaging of patellar tendinitis. *Radiology.* 1992;184(3):849–54.
43. Karantanas AH, Zibis AH, Papanikolaou N. Increased signal intensity on fat-suppressed three-dimensional T1-weighted pulse sequences in patellar tendon: magic angle effect? *Skeletal Radiol.* 2001;30(2):67–71.
44. Loizides A, Messina C, Glodny B, Gruber L, Brenner E, Gruber H, et al. A case of crossed-doubled patellar tendon: an atavistic variant, simple mutation or pathologic finding? *Surg Radiol Anat.* 2017;39(1):111–4.
45. Ogden JA, Hempton RJ, Southwick WO. Development of the tibial tuberosity. *Anat Rec.* 1975;182(4):431–45.
46. Hirano A, Fukubayashi T, Ishii T, Ochiai N. Magnetic resonance imaging of Osgood-Schlatter disease: the course of the disease. *Skeletal Radiol.* 2002;31(6):334–42.
47. Sanchis-Alfonso V. Anterior Knee Pain and Patellar Instability. 3a ed. *Anterior Knee Pain and Patellar Instability.* Springer; 2023. p. 1–782.
48. Stäubli HU, Schatzmann L, Brunner P, Rincón L, Nolte LP. Mechanical Tensile Properties of the Quadriceps Tendon and Patellar Ligament in Young Adults. *Am J Sports Med.* 1999;27(1):27–34.
49. Lieb FJ, Perry J. Quadriceps function. An anatomical and mechanical study using amputated limbs. *J Bone Joint Surg Am.* 1968;50(8):1535–48.
50. Wendt PP, Johnson RP. A study of quadriceps excursion, torque, and the effect of patellectomy on cadaver knees. *J Bone Joint Surg Am.* 1985;67(5):726–32.
51. Kaufer H. Patellar biomechanics. *Clin Orthop Relat Res.* 1979;(144):51–4.
52. Feller JA, Amis AA, Andrish JT, Arendt EA, Erasmus PJ, Powers CM. Surgical Biomechanics of the Patellofemoral Joint. *Arthroscopy.* 2007;23(5):542–53.
53. Insall J, Ranawat CS, Scott WN, Walker P. Total condylar knee replacment: preliminary report. *Clin Orthop Relat Res.* 1976;(120):149–54.
54. Guhl JF. Operative arthroscopy. *Am J Sports Med.* 1979;7(6):328–35.
55. Goutallier D, Bernageau J, Lecudonnec B. [The measurement of the tibial tuberosity. Patella groove distanced technique and results (author's transl)]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1978;64(5):423–8.

56. Salsich GB, Ward SR, Terk MR, Powers CM. In Vivo Assessment of Patellofemoral Joint Contact Area in Individuals Who are Pain Free. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;(417):277–84.
57. Townsend PR, Rose RM, Radin EL, Raux P. The biomechanics of the human patella and its implications for chondromalacia. *J Biomech.* 1977;10(7):403–7.
58. Heino Brechter J, Powers CM. Patellofemoral stress during walking in persons with and without patellofemoral pain. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(10):1582–93.
59. Huberti HH, Hayes WC. Patellofemoral contact pressures. The influence of q-angle and tendofemoral contact. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;66(5):715–24.
60. Neyret P, Robinson AHN, Le Coultre B, Lapra C, Chambat P. Patellar tendon length — the factor in patellar instability? *Knee.* 2002;9(1):3–6.
61. Lancourt JE, Cristini JA. Patella alta and patella infera. Their etiological role in patellar dislocation, chondromalacia, and apophysitis of the tibial tubercle. *J Bone Joint Surg Am.* 1975;57(8):1112–5.
62. Bertollo N, Pelletier MH, Walsh WR. Relationship between patellar tendon shortening and in vitro kinematics in the ovine stifle joint. *Proc Inst Mech Eng H.* 2013;227(4):438–47.
63. Zaffagnini S, De Pasquale V, Marchesini Reggiani L, Russo A, Agati P, Bacchelli B, et al. Electron microscopy of the remodelling process in hamstring tendon used as ACL graft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18(8):1052–8.
64. Muhle C, Ahn JM, Yeh L, Bergman GA, Boutin RD, Schweitzer M, et al. Iliotibial Band Friction Syndrome: MR Imaging Findings in 16 Patients and MR Arthrographic Study of Six Cadaveric Knees. *Radiology.* 1999;212(1):103–10.
65. Jacobson JA, Lenchik L, Ruhoy MK, Schweitzer ME, Resnick D. MR imaging of the infrapatellar fat pad of Hoffa. *Radiographics.* 1997;17(3):675–91.
66. Bredella MA, Tirman PF, Peterfy CG, Zarlingo M, Feller JF, Bost FW, et al. Accuracy of T2-weighted fast spin-echo MR imaging with fat saturation in detecting cartilage defects in the knee: comparison with arthroscopy in 130 patients. *AJR Am J Roentgenol.* 1999;172(4):1073–80.
67. Dirim B, Haghghi P, Trudell D, Portes G, Resnick D. Medial Patellofemoral Ligament: Cadaveric Investigation of Anatomy with MRI, MR Arthrography, and Histologic Correlation. *AJR Am JRoentgenol.* 2008;191(2):490–8.

68. Link TM, Steinbach LS, Ghosh S, Ries M, Lu Y, Lane N, et al. Osteoarthritis: MR Imaging Findings in Different Stages of Disease and Correlation with Clinical Findings. *Radiology*. 2003;226(2):373–81.
69. Merchant AC, Mercer RL, Jacobsen RH, Cool CR. Roentgenographic analysis of patellofemoral congruence. *J Bone Joint Surg Am*. 1974;56(7):1391–6.
70. Bontrager KL, Lampignano JP. *Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy*. 7a ed. Mosby Inc; 2009. p. 1–841.
71. Miranda V E, Muñoz Ch S, Paolinelli G P, Astudillo A C, Wainer E M, Duboy U J. Estudio de Imágenes De Articulación Patelofemoral: ¿En Qué Estamos? *Rev Chil Radiol*. 2010;16(3):101–15.
72. Blumensaat C. Die Lageabweichungen und Verrenkungen der Kniescheibe. *Chir Orthop*. 1938;31:149–223.
73. Brattström H. Patella Alta in Non-Dislocating Knee Joints. *Acta Orthop Scand*. 1970;41(5):578–88.
74. van Duijvenbode D, Stavenuiter M, Burger B, van Dijke C, Spermon J, Hoozemans M. The reliability of four widely used patellar height ratios. *Int Orthop*. 2016;40(3):493–7.
75. Eugene FD. MERRILL. *Atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos*. 11a ed. Vol. 1. Elsevier; 2010.
76. Subramanian M, Chin MSM, Peh WCG. *Magnetic Resonance Imaging*. En: *Imaging of the Knee*. 2a ed. Springer; 2023. p. 65–108.
77. Shapiro L, Staroswiecki E, Gold G. *Magnetic Resonance Imaging of the Knee: Optimizing 3 Tesla Imaging*. *Semin Roentgenol*. 2010;45(4):238–49.
78. del Grande F, Santini F, Herzka DA, Aro MR, Dean CW, Gold GE, et al. Fat-Suppression Techniques for 3-T MR Imaging of the Musculoskeletal System. *Radiographics*. 2014;34(1):217–33.
79. Pruessmann KP. Parallel Imaging at High Field Strength. *Top Magn Reson Imaging*. 2004;15(4):237–44.
80. Garwood ER, Recht MP, White LM. *Advanced Imaging Techniques in the Knee: Benefits and Limitations of New Rapid Acquisition Strategies for Routine Knee MRI*. *AJR Am J Roentgenol*. 2017;209(3):552–60.
81. Chen F, Wolf F, Manz KM, Fürmetz J, Gonser S, Thaller PH. Quality of long standing radiographs assessment of the patella position. *Knee*. 2023;42:200–9.

82. Smith TO, Davies L, Toms AP, Hing CB, Donell ST. The reliability and validity of radiological assessment for patellar instability. A systematic review and meta-analysis. *Skeletal Radiol.* 2011;40(4):399–414.
83. Grelsamer RP, Meadows S. The modified Insall-Salvati ratio for assessment of patellar height. *Clin Orthop Relat Res.* 1992;(282):170–6.
84. Caton JH, Dejour D. Tibial tubercle osteotomy in patello-femoral instability and in patellar height abnormality. *Int Orthop.* 2010;34(2):305–9.
85. Belkin NS, Meyers KN, Redler LH, Maher S, Nguyen JT, Shubin Stein BE. Medial Patellofemoral Ligament Isometry in the Setting of Patella Alta. *Arthroscopy.* 2020;36(12):3031–6.
86. de Carvalho A, Andersen AH, Topp S, Jurik AG. A method for assessing the height of the patella. *Int Orthop.* 1985;9(3):195–7.
87. White AE, Otlans PT, Horan DP, Calem DB, Emper WD, Freedman KB, et al. Radiologic Measurements in the Assessment of Patellar Instability: A Systematic Review and Meta-analysis. *Orthop J Sports Med.* 2021;9(5).
88. Biedert RM, Albrecht S. The patellotrochlear index: a new index for assessing patellar height. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14(8):707–12.
89. Ahmad M, Janardhan S, Amerasekera S, Nightingale P, Ashraf T, Choudhary S. Reliability of patellotrochlear index in patellar height assessment on MRI—correction for variation due to change in knee flexion. *Skeletal Radiol.* 2019;48(3):387–93.
90. Crossley KM, Stefanik JJ, Selfe J, Collins NJ, Davis IS, Powers CM, et al. 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 1: Terminology, definitions, clinical examination, natural history, patellofemoral osteoarthritis and patient-reported outcome measures. *B J Sports Med.* 2016;50(14):839–43.
91. Lankhorst NE, Bierma-Zeinstra SMA, van Middelkoop M. Factors associated with patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *B J Sports Med.* 2013;47(4):193–206.
92. Thijs Y, Van Tiggelen D, Willems T, De Clercq D, Witvrouw E. Relationship between hip strength and frontal plane posture of the knee during a forward lunge. *Br J Sports Med.* 2007;41(11):723–7.
93. Straccolini A, Casciano R, Levey Friedman H, Stein CJ, Meehan WP, Micheli LJ. Pediatric sports Injuries: a comparison of males versus females. *Am J Sport Med.* 2014;42(4):965–72.

94. Muñoz SR, Miranda EA, Iñiguez MC, Wainer ME, Cerda AU, López DE. Estudio por imágenes de la articulación patelofemoral: estado del arte. *Rev Chil Radiol.* 2022;28(1):12–26.
95. Post WR, Fithian DC. Patellofemoral Instability: A Consensus Statement From the AOSSM/PFF Patellofemoral Instability Workshop. *Orthop J Sports Med.* 2018;6(1).
96. Sanders T, Kennedy N, Dahm D, Krych A, Stuart M, Levy B. “Satisfactory Knee Function After Multi-Ligament Reconstruction: Minimum 10-Year Follow-Up”. En: *International Journal of Exercise Science: Conference Proceedings: Vol 8: Iss 6, Article 80.* 2018.
97. Tan SHS, Ibrahim MM, Lee ZJ, Chee YKM, Hui JH. Patellar tracking should be taken into account when measuring radiographic parameters for recurrent patellar instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018;26(12):3593–600.
98. Yue R, Arendt E, Tompkins M. Patellar Height Measurements on Radiograph and Magnetic Resonance Imaging in Patellar Instability and Control Patients. *J Knee Surg.* 2017;30(09):943–50.
99. Bonadio MB, Demange MK. Post-meniscectomy spontaneous osteonecrosis of the knee (SPONK): etiology, clinical presentation and treatment. *Ann Jt.* 2017;2:68–68.
100. Brady JM, Rosencrans AS, Shubin Stein BE. Use of TT-PCL versus TT-TG. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2018;11(2):261–5.
101. Camp CL, Krych AJ, Stuart MJ, Regnier TD, Mills KM, Turner NS. Improving Resident Performance in Knee Arthroscopy. *J Bone Joint Surg Am.* 2016;98(3):220–5.
102. Chassaing V, Zeitoun JM, Camara M, Blin JL, Marque S, Chancelier MD. Tibial tubercle torsion, a new factor of patellar instability. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2017;103(8):1173–8.
103. Ahlbäck S, Bauer GCH, Bohne WH. Spontaneous Osteonecrosis of the Knee. *Arthritis Rheum.* 1968;11(6):705–33.
104. Leach RE, Gregg T, Siber FJ. Weight-Bearing Radiography in Osteoarthritis of the Knee. *Radiology.* 1970;97(2):265–8.
105. Kim YH, Park JW, Kim JS, Park SD. The relationship between the survival of total knee arthroplasty and postoperative coronal, sagittal and rotational alignment of knee prosthesis. *Int Orthop.* 2014;38(2):379–85.

106. Rosenberg TD, Paulos LE, Parker RD, Coward DB, Scott SM. The forty-five-degree posteroanterior flexion weight-bearing radiograph of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 1988;70(10):1479–83.
107. Scott D, Kowalczyk A. Osteoarthritis of the knee. *BMJ Clin Evid.* 2007;2007.
108. Skou N, Egund N. Patellar position in weight-bearing radiographs compared with non-weight-bearing: significance for the detection of osteoarthritis. *Acta Radiol.* 2017;58(3):331–7.
109. Buckland-Wright JC, Macfarlane DG, Williams SA, Ward RJ. Accuracy and precision of joint space width measurements in standard and macroradiographs of osteoarthritic knees. *Ann Rheum Dis.* 1995;54(11):872–80.
110. Boegård T. Radiography and bone scintigraphy in osteoarthritis of the knee—comparison with MR imaging. *Acta Radiol Suppl.* 1998;418:7–37.
111. Biedert RM, Tscholl PM. Patella Alta: A Comprehensive Review of Current Knowledge. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2017;46(6):290–300.
112. Verhulst F V., van Sambeek JDP, Olthuis GS, van der Ree J, Koëter S. Patellar height measurements: Insall–Salvati ratio is most reliable method. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2020;28(3):869–75.
113. Shabshin N, Schweitzer ME, Morrison WB, Parker L. MRI criteria for patella alta and baja. *Skeletal Radiol.* 2004;33(8):445–50.
114. Ali SA, Helmer R, Terk MR. Patella alta: Lack of correlation between patellochlear cartilage congruence and commonly used patellar height ratios. *AJR Am J Roentgenol.* 2009;193(5):1361–6.
115. Gracitelli GC, Pierami R, Tonelli TA, Falótico GG, Silva FD, Nakama GY, et al. Assessment of Patellar Height Measurement Methods from Digital Radiography. *Rev Bras Ortop.* 2015;47(2):210–3.
116. Lee PP, Chalian M, Carrino JA, Eng J, Chhabra A. Multimodality correlations of patellar height measurement on X-ray, CT, and MRI. *Skeletal Radiol.* 2012;41(10):1309–14.
117. Behrendt C, Zaluski A, e Albuquerque RP, de Sousa EB, Cavanellas N. Comparative evaluation of patellar height methods in the Brazilian population. *Rev Bras Ortop.* 2015;51(1):53–7.
118. Munch JL, Sullivan JP, Nguyen JT, Mintz D, Green DW, Shubin Stein BE, et al. Patellar Articular Overlap on MRI Is a Simple Alternative to Conventional Measurements of Patellar Height. *Orthop J Sports Med.* 2016;4(7).

119. Mortensen AJ, Ludwig TC, Adams BM, Adeyemi TF, Aoki SK. The Blackburne–Peel Index for Determining Patellar Height Is Affected by Tibial Slope. *Arthrosc Sports Med Rehabil.* 2021;3(2):e359–65.
120. Lun KK, Bennie S, Crowley JD, Lucas P, Cross M, Walsh WR, et al. Sagittal patellar flexion angle measurement determines greater incidence of patella alta in patellar tendinopathy patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2021;29(9):3115–23.
121. Kurowecki D, Shergill R, Cunningham KM, Peterson DC, Takroui HSR, Habib NO, et al. A comparison of sagittal MRI and lateral radiography in determining the Insall–Salvati ratio and diagnosing patella alta in the pediatric knee. *Pediatr Radiol.* 2022;52(3):527–32.
122. Paul RW, Brutico JM, Wright ML, Erickson BJ, Tjoumakaris FP, Freedman KB, et al. Strong Agreement Between Magnetic Resonance Imaging and Radiographs for Caton–Deschamps Index in Patients With Patellofemoral Instability. *Arthrosc Sports Med Rehabil.* 2021;3(6):e1621–8.
123. Picken S, Summers H, Al-Dadah O. Inter- and intra-observer reliability of patellar height measurements in patients with and without patellar instability on plain radiographs and magnetic resonance imaging. *Skeletal Radiol.* 2022;51(6):1201–14.
124. Martinez-Cano JP, Gobbi RG, Giglio PN, Arendt E, Costa GB, Hinckel BB. Magnetic resonance imaging overestimates patellar height compared with radiographs. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2022;30(10):3461–9.
125. Kızılgöz V. Using the Blackburne-Peel index to measure the patellar height on magnetic resonance images. *Sci Rep.* 2023;13(1):21950.
126. Picken S, Summers H, Al-Dadah O. Patella height measurements in patients with patellofemoral instability: the power to predict patella height indices. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2024;144(4):1511–22.
127. Palmowski Y, Jung T, Hellwig S, Oehme S, Fahy S, Bartek B. An evaluation of a novel method for the MRI-based assessment of Caton-Deschamps index in the Knee. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2024;144(7):3161–5.
128. Kim HK, Parikh S. Patellofemoral Instability in Children: Imaging Findings and Therapeutic Approaches. *Korean J Radiol.* 2022;23(6):674.
129. Biedert RM. Patellar tendon lengthening and augmentation with quadriceps tendon graft for treatment of severe patella infera. *Knee.* 2022;39:132–42.

130. Wolfe S, Varacallo MA, Thomas JD, Carroll JJ, Kahwaji CI. Patellar Instability. StatPearls; 2023.
131. Vivekanantha P, Kahlon H, Cohen D, de SA D. Isolated medial patellofemoral ligament reconstruction results in similar postoperative outcomes as medial patellofemoral ligament reconstruction and tibial-tubercle osteotomy: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2023;31(6):2433–45.
132. Liebensteiner MC, Dirisamer F, Balcarek P, Schoettle P. Guidelines for Treatment of Lateral Patella Dislocations in Skeletally Mature Patients. *Am J Orthop (Belle Mead, NJ).* 2017;46(2):E86–96.
133. Orellana KJ, Batley MG, Lawrence JTR, Nguyen JC, Williams BA. Radiographic Evaluation of Pediatric Patients with Patellofemoral Instability. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2022;15(5):411–26.
134. Thomas S, Rupiper D, Stacy GS. Imaging of the Patellofemoral Joint. *Clin Sports Med.* 2014;33(3):413–36.
135. Rogers DL, Cosgarea AJ. Evaluating Patellofemoral Patients: Physical Examination, Radiographic Imaging, and Measurements. *Clin Sports Med.* 2022;41(1):1–13.
136. Fabricant PD, Heath MR, Mintz DN, Emery K, Veerkamp M, Gruber S, et al. Many Radiographic and Magnetic Resonance Imaging Assessments for Surgical Decision Making in Pediatric Patellofemoral Instability Patients Demonstrate Poor Interrater Reliability. *Arthroscopy.* 2022;38(9):2702–13.
137. Ormeci T, Turkten I, Sakul BU. Radiological evaluation of patellofemoral instability and possible causes of assessment errors. *World J Methodol.* 2022;12(2):64–82.
138. Purohit N, Hancock N, Saifuddin A. Surgical management of patellofemoral instability. I. Imaging considerations. *Skeletal Radiol.* 2019;48(6):859–69.

## 14. ANEXOS.

### 11.1. ANEXO I. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.



GOBIERNO DE  
MÉXICO



UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD  
HOSPITAL DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA  
CMN "Manuel Ávila Camacho"  
Dirección de Educación e Investigación en Salud  
División de Investigación en Salud

Puebla de Zaragoza, Puebla a 02 de febrero de 2024

#### SOLICITUD DE EXCEPCIÓN DE LA CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Para dar cumplimiento a las disposiciones legales nacionales en materia de investigación en salud, solicito al Comité de Ética en Investigación de la Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Traumatología y Ortopedia "Manuel Ávila Camacho" que apruebe la excepción de la carta de consentimiento informado debido a que el protocolo de investigación:

**"Concordancia interobservador e intraobservador entre diferentes métodos para determinar rotula alta y baja en pacientes esqueléticamente maduros con radiografía simple y resonancia magnética en la UMAE HTYO Puebla".**

Esta es una propuesta de investigación sin riesgo que implica la recolección de los siguientes datos ya contenidos en los expedientes clínicos:

- Variables demográficas.
- Características de las lesiones.
- Resultados de estudios de gabinete.

#### MANIFIESTO DE CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS

En apego a las disposiciones legales de protección de datos personales, me comprometo a recopilar solo la información que sea necesaria para la investigación y esté contenida en el expediente clínico y/o base de datos disponible, así como codificarla para imposibilitar la identificación del paciente, resguardarla, mantener la confidencialidad de esta y no hacer mal uso o compartirla con personas ajenas a este protocolo.

La información recabada será utilizada exclusivamente para la realización del protocolo "Concordancia interobservador e intraobservador entre diferentes métodos para determinar rotula alta y baja en pacientes esqueléticamente maduros con radiografía simple y resonancia magnética en la UMAE HTYO Puebla" cuyo propósito es la realización de una tesis.

Estando en conocimiento de que en caso de no dar cumplimiento se procederá acorde a las sanciones que procedan de conformidad con lo dispuesto en las disposiciones legales en materia de investigación en salud vigente y aplicable.

Atentamente

  
Dr. Santa Portillo Gutiérrez  
Investigadora Responsable

## 11.2. ANEXO II. HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

FOLIO: \_\_\_\_\_

### HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Nombre del paciente: \_\_\_\_\_

Número de seguridad social: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ años                      Sexo:  Masculino                       Femenino

DIAGNÓSTICO DE ENVÍO: \_\_\_\_\_

DIAGNÓSTICO RADIOLÓGICO: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### MEDICIONES RADIOLÓGICAS EN RX

Observador 1		Observador 2		Observador 3	
IS		IS		IS	
mIS		mIS		mIS	
BP		BP		BP	
CD		CD		CD	

<b>PATELA BAJA:</b>	<b>PATELA ALTA:</b>
<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> Si
<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No

#### MEDICIONES RADIOLÓGICAS EN RMN

Observador 1		Observador 2		Observador 2	
IS		IS		IS	
mIS		mIS		mIS	
BP		BP		BP	
CD		CD		CD	
IPT		IPT		IPT	

<b>PATELA BAJA:</b>	<b>PATELA ALTA:</b>
<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> Si
<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No

### 11.3. ANEXO III. ENCUESTA.

Observador 1

Observador 2

Observador 3

Folio Caso: \_\_\_\_\_

#### MEDICIONES RADIOLÓGICAS EN RADIOGRAFÍA SIMPLE (lateral de rodilla):

Índice de Insall-Salvati (IS): \_\_\_\_\_

Índice de Insall-Salvati modificado (mIS): \_\_\_\_\_

Índice de Blackburne-Peel (BP): \_\_\_\_\_

Índice de Caton-Deschamps (CD): \_\_\_\_\_

¿De acuerdo con las mediciones realizadas el paciente presenta patela alta?

Si

No

¿De acuerdo con las mediciones realizadas el paciente presenta patela baja?

Si

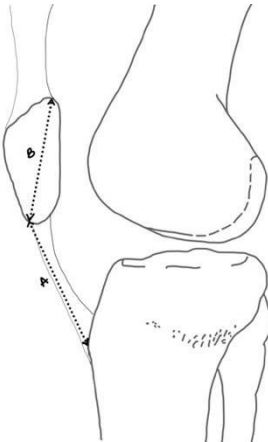
No

## 11.4. ANEXO IV. HOJA DE VALORES NORMALES.

### HOJA DE REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA PARA MEDICIÓN DE ÍNDICES

#### TÉCNICA

- Radiografía lateral de rodilla
- Imagen sagital T2 STIR o DP en RM que se visualice el ligamento rotuliano y la patela.
- Reportar 2 decimales: ej. 0.98



#### Índice de Insall-Salvati (IS) 1971<sup>1</sup>:

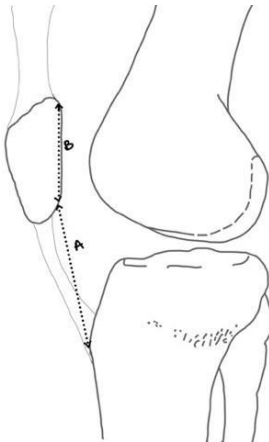
Se calcula dividiendo la longitud del tendón rotuliano (A) sobre la diagonal máxima del hueso rotuliano (B).  $A/B$

##### En radiografía lateral:

Patela baja:  $<0.8$   
Rango normal:  $1.02 \pm 0.13$ .  
Patela alta:  $> 1.2$

##### En Resonancia magnética

Patela baja:  $<0.74$   
Normal:  $0.74 - 1.5$   
Patela alta:  $> 1.5$



#### Índice de Grelsamer-Meadows o Insall-Salvati modificado (mIS) 1992<sup>2</sup>:

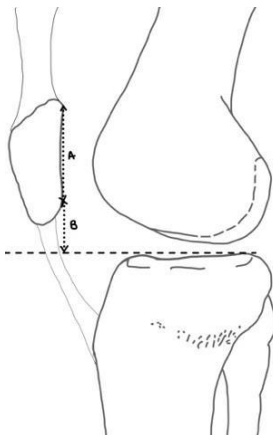
Se calcula dividiendo la distancia entre la cara inferior de la superficie articular de la rótula y la inserción del ligamento rotuliano (A) por la longitud de la superficie articular rotuliana (B).  $A/B$

##### En radiografía lateral:

Patela baja:  $<1.2$   
Normal:  $1.25$  (rango  $1.2 - 2.1$ )  
Patela alta:  $> 2$

##### En Resonancia magnética

Patela baja:  $<1.2$   
Normal:  $1.25$  (rango  $1.2 - 2.1$ )  
Patela alta:  $> 2$



#### Índice de Blackburne-Peel (BP) 1977<sup>3</sup>:

Se calcula trazando una línea horizontal a nivel del platillo tibial; perpendicular a ésta línea se realizan dos mediciones: (A) a lo largo de la superficie articular patelar y (B) distancia entre la línea horizontal y el aspecto inferior de la superficie articular patelar.  $B/A$

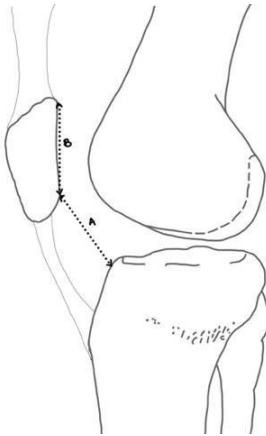
##### En radiografía lateral:

Patela baja:  $<0.8$   
Normal:  $0.8 - 1.0$   
Patela alta:  $> 1.0$

##### En Resonancia magnética

Patela baja:  $<0.8$   
Normal:  $0.8 - 1.0$   
Patela alta:  $> 1.0$

### Índice de Caton-Deschamps (CD) 1982<sup>4</sup>:



Se calcula obteniendo una relación entre la superficie articular de la rótula (B) sobre la medida que va del ángulo anterior de la meseta tibial y la superficie articular inferior de la rótula (A).  $B/A$

#### En radiografía lateral:

Patela baja:  $<0.6$

Normal:  $0.6- 1.3$

Patela alta:  $> 1.2$

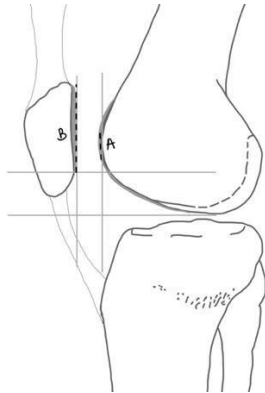
#### En Resonancia magnética

Patela baja:  $<0.6$

Normal:  $0.6- 1.3$

Patela alta:  $> 1.2$

### Índice patelo troclear (IPT) 2006<sup>5</sup>:



Se mide en una secuencia T2 sagital donde se observe el grosor máximo del cartílago rotuliano y el diámetro craneocaudal máximo de la rótula.

Se define como el porcentaje de superposición del cartílago troclear (A) (medido desde el aspecto más superior del cartílago troclear con respecto al aspecto más inferior del cartílago rotuliano articular utilizando un ángulo recto y líneas paralelas) y el cartílago articular en la rótula (B).  $A/B$

#### En Resonancia magnética

Patela baja:  $>0.8$

Normal:  $0.49$

Patela alta:  $< 0.18$