

TESIS DOCTORAL
UNIVERSIDAD DE GRANADA



CORRELACIÓN CLÍNICO RADIOLÓGICA
EN PACIENTES CON DOLOR FÉMORO-
PATELAR

Memoria que presenta para aspirar al grado de Doctora en Medicina y
Cirugía la Licenciada ROCÍO POZUELO CALVO

Granada, Febrero 2013

Editor: Editorial de la Universidad de Granada
Autor: Rocío Pozuelo Calvo
D.L.: GR 2228-2013
ISBN: 978-84-9028-639-5

D. FERNANDO RUIZ SANTIAGO, Doctor en Medicina y Cirugía, Profesor Asociado de Ciencias de la Salud del Departamento de Radiología y Medicina Física de la Universidad de Granada.

CERTIFICA:

Que la licenciada en Medicina y Cirugía **Dña. Rocío Pozuelo Calvo** ha realizado en el Departamento de Radiología y Medicina Física y bajo nuestra dirección, el trabajo cuya memoria presenta para optar al grado de Doctor en Medicina, con el título: “CORRELACIÓN CLÍNICO RADIOLÓGICA EN PACIENTES CON DOLOR FÉMORO-PATELAR”.

Dando mi conformidad para que sea presentada, leída y defendida ante el Tribunal que le sea asignado para su juicio crítico y calificación.

Y, para que así conste, firmo el presente certificado, en Granada, a fecha 27 de Febrero de 2013.

Prof. Dr. Fernando Ruiz Santiago

UNIVERSIDAD DE GRANADA
DEPARTAMENTO DE RADIOLOGÍA Y MEDICINA FÍSICA

D. NICOLÁS OLEA SERRANO, Doctor en Medicina y Cirugía, Catedrático y Director del Departamento de Radiología y Medicina Física de la Universidad de Granada y Director del Instituto de Investigación Biosanitaria de Granada.

CERTIFICA:

Que la licenciada en Medicina y Cirugía **Dña. Rocío Pozuelo Calvo** ha realizado en el Departamento de Radiología y Medicina Física y bajo nuestra dirección, el trabajo cuya memoria presenta para optar al grado de Doctor en Medicina, con el título: “CORRELACIÓN CLÍNICO RADIOLÓGICA EN PACIENTES CON DOLOR FÉMORO-PATELAR”.

Dando mi conformidad para que sea presentada, leída y defendida ante el Tribunal que le sea asignado para su juicio crítico y calificación.

Y, para que así conste, firmo el presente certificado, en Granada, a fecha 27 de Febrero de 2013.

Prof. Dr. Nicolás Olea Serrano

UNIVERSIDAD DE GRANADA
DEPARTAMENTO DE RADIOLOGÍA Y MEDICINA FÍSICA

ROCÍO POZUELO CALVO, licenciada en Medicina y Cirugía por la Universidad de Granada, ha realizado el Programa de Máster “Avances en Radiología y Medicina Física”, correspondiente a los estudios universitarios de tercer ciclo dentro del Programa de Doctorado “Medicina Clínica y Salud Pública” y el Proyecto de Investigación para la realización de esta Tesis Doctoral titulada: “CORRELACIÓN CLÍNICO RADIOLÓGICA EN PACIENTES CON DOLOR FÉMORO PATELAR”, para optar al grado de Doctor en Medicina por esta Universidad.

Y para que conste y en cumplimiento de las disposiciones vigentes, firmo esta memoria de Tesis Doctoral, en Granada a 27 de Febrero de 2013.

Fdo. Rocío Pozuelo Calvo

El doctorando Rocío Pozuelo Calvo y los directores de la tesis D. Fernando Ruiz Santiago y D. Nicolás Olea Serrano garantizamos, al firmar esta tesis doctoral, que el trabajo ha sido realizado por el doctorando bajo la dirección de los directores de la tesis y hasta donde nuestro conocimiento alcanza, en la realización del trabajo, se han respetado los derechos de otros autores a ser citados, cuando se han utilizado sus resultados o publicaciones.

<Granada> < 27 FEBERO 2013>

Director/es de la Tesis

Doctorando

Fernando Ruiz Santiago

Rocío Pozuelo Calvo

Nicolás Olea Serrano

Fdo.:

Fdo.:

A mis padres. A ti.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar debo dar las gracias por encima de todo a *Fernando*, mi director, pero sobre todo mi amigo. Sin su interés y su dedicación este proyecto no hubiera salido adelante. Él ha ido guiando mis pasos hasta hacer este sueño una realidad.

A *Nicolás*, por motivarme y ayudarme a terminar este trabajo. Sus alentadoras palabras me han ayudado a darle la forma final y me han hecho ver que todo esto ha merecido la pena.

A *Migue*, por su paciencia y su confianza en mi.

A *mis padres*, por haber luchado para que pudiera estudiar Medicina, mi vocación desde pequeña, y haber confiado siempre en mi.

A *Guille* y *M^a Carmen* por recibir a mis pacientes cuando iban a buscarme. A *Katy*, por ayudarme a citar a los pacientes, quitándome siempre que podía trabajo de encima.

A todos y cada uno de los *técnicos de Radiología* que me han ayudado para realizar correctamente las pruebas de imagen a mis pacientes. A José Miguel, Amalia, Rosa y María, por ayudarme con las citas.

A *Sara*, por implicarse desde que me conoció y posar como modelo para mí.

INDICE

1.Introducción	19
1.1. Anatomía de la articulación fémoro-patelar.....	22
1.1.1. Rótula.....	22
1.1.2. Cartílago rotuliano.....	25
1.1.3. Tróclea femoral.....	27
1.1.4. Medios de contención de la articulación fémoro-patelar.....	28
1.1.4.1. Cápsula articular.....	28
1.1.4.2. Membrana sinovial.....	29
1.1.4.3. Inserciones musculoligamentosas rotulianas.....	31
1.1.4.3.1. Tejidos blandos estabilizadores pasivos.....	31
1.1.4.3.2. Estabilizadores musculares activos.....	34
1.2. Biomecánica de la rodilla.....	35
1.2.1. Biomecánica de la articulación fémoro-tibial.....	36
1.2.2. Biomecánica de la articulación fémoro-patelar.....	37
1.2.3. Biomecánica del cartílago articular rotuliano.....	42
1.2.4. Fuerza de reacción de la articulación fémoro-rotuliana.....	43

1.3. Epidemiología del dolor anterior de rodilla.....	46
1.4. Etiología y clasificación de la patología fémoro-patelar.....	46
1.4.1. Síndrome doloroso fémoro-patelar idiopático.....	51
1.4.2. Dolor secundario a inestabilidad fémoro-patelar.....	52
1.5. Etiopatogenia del dolor fémoro-patelar.....	57
1.6. Diagnóstico clínico de la patología fémoro-patelar.....	59
1.6.1. Observación estática y alineación.....	60
1.6.2. Posición de la rótula.....	62
1.6.3. Exploración de la musculatura y tejidos blandos.....	63
1.6.4. Maniobras de reproducción del dolor rotuliano.....	68
1.6.5. Maniobras exploratorias de inestabilidad fémoro-patelar.....	74
1.6.6. Maniobras para ligamentos laterales, cruzados y meniscos.....	78
1.7. Diagnóstico por imagen del dolor fémoro-patelar.....	81
1.7.1. Radiología simple.....	81
1.7.2. Tomografía Computarizada.....	86
1.7.3. Resonancia Magnética.....	88
1.8. Tratamiento del Síndrome Doloroso Fémoro-Patelar.....	91

2.Hipótesis	93
3.Objetivos	97
4.Material y métodos	101
4.1. Diseño del estudio.....	103
4.1.1. Pacientes.....	103
4.1.2. Tamaño muestral.....	105
4.2. Variables a estudiar.....	106
4.2.1. Variables Clínicas.....	106
4.2.1.1. Variables epidemiológicas.....	106
4.2.1.2. Variables clínicas recogidas en la anamnesis.....	107
4.2.1.3. Variables exploratorias.....	108
4.2.2. Variables Radiológicas-Tomografía computarizada.....	111
4.2.3. Variables Radiológicas-Resonancia Magnética.....	113
4.2.4. Variables Radiológicas-Radiología convencional de Miembros inferiores.....	114
4.3. Métodos.....	115
4.3.1. Anamnesis y exploración física.....	116
4.3.2. Exploración con Tomografía Computarizada.....	125

4.3.3. Exploración con Resonancia Magnética. Cálculo del tiempo de relajación T2.....	129
4.3.4. Exploración radiológica simple en Bipedestación.....	133
4.4. Análisis estadístico.....	134
5.Resultados	137
5.1. Descripción de la serie clínica.....	139
5.2. Análisis Bivariante.....	149
5.2.1. Cálculo del error intraobservador.....	149
5.2.2. Variables clínicas asociadas a un diagnóstico clínico.....	150
5.2.3. Variables radiológicas asociadas a un diagnóstico clínico.....	156
5.2.4. Variables clínicas asociadas a condromalacia.....	156
5.2.5. Variables radiológicas asociadas a condromalacia.....	163
5.2.6. Comparación entre los grupos diagnósticos.....	176
5.2.6.1. Variables clínicas asociadas con patología fémoro-patelar.....	176
5.2.6.2. Variables radiológicas asociadas con patología fémoro-patelar.....	178

6.Discusión	179
7.Conclusiones	197
8.Bibliografía	201

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

En ausencia de otra patología, el dolor anterior de rodilla o retropatelar que se exagera con la sedestación prolongada, posición de rodillas, bajar y subir escaleras y posición de cuclillas, se define como síndrome doloroso fémoro-patelar.

Las diversas causas que pueden provocar dolor anterior de rodilla, unido a la confusión que existe en cuanto a la terminología a utilizar para clasificar las alteraciones fémoro-patelares, generan la necesidad de establecer una serie de criterios que nos permitan unificar conceptos a la hora de emitir un diagnóstico para el paciente, que facilite el enfoque terapéutico (1).

En un trabajo previo, publicado por nuestro grupo (2) se encontró que en aquellos casos de dolor fémoro-patelar idiopático los pacientes tenían un mayor Ángulo Q (ángulo que resulta del cruce de la línea que une la espina iliaca antero superior con el centro de la rótula y la que une este punto con la tuberosidad anterior de la tibia) y una mayor anchura de la faceta del cóndilo medial. Se lanzaba la hipótesis de que, dado que el dolor se provocaba fundamentalmente en posiciones que requerían una flexión de rodilla, los estudios realizados en dicha posición podrían ser capaces de detectar mayores alteraciones.

Este trabajo debe entenderse como una continuación de dicha línea de investigación, aportando como novedad el estudio mediante Tomografía Computarizada (TC) de las rodillas en flexión de 90°, así como secuencias morfológicas y fisiológicas en Resonancia Magnética (RM).

1.1.ANATOMÍA DE LA ARTICULACIÓN FÉMORO-PATELAR

La articulación fémoro-patelar forma parte de la articulación de la rodilla que desde el punto de vista mecánico constituye una tróclea o trocleoartrosis. La articulación de la rodilla consta de tres estructuras óseas: fémur, tibia y rótula, las cuales constituyen tres compartimentos diferentes y parcialmente separados: los compartimentos medial, lateral y fémoro-rotuliano.

La rodilla viene a estar formada por dos articulaciones: fémoro-tibial y fémoro-patelar. Sin embargo, fisiológicamente no existe sino una única articulación.

1.1.1. RÓTULA

La rótula es el hueso sesamoideo de mayor tamaño del organismo que se sitúa sobre la tróclea femoral. Presenta forma de óvalo asimétrico con el vértice situado distalmente. Las fibras del tendón del cuádriceps envuelven su porción anterior y se funden con el tendón rotuliano distalmente. La articulación situada entre la rótula y la tróclea femoral constituye el compartimento anterior o fémoro-rotuliano.

La superficie posterior de la rótula puede dividirse en dos partes: la parte superior, articular, que ocupa las tres cuartas partes, y la inferior, no articular, que corresponde al cuarto restante inferior. La superficie articular es oval, con su mayor diámetro ubicado en el plano transversal. Se divide en las carillas lateral y medial por la cresta media. Los tamaños respectivos de estas carillas son variables.

Wiberg (3), en un extenso estudio radiográfico de la articulación fémoro-rotuliana , clasificó las rótulas en tres tipos diferentes, a los que luego Baumgartl (4) agregó un cuarto (*Fig. 1*). El tipo I presenta unas carillas medial y lateral de tamaño bastante parecido y con una suave concavidad. El tipo II tiene una carilla medial menor que la lateral, y es plana o ligeramente convexa. El tipo III tiene una carilla medial muy reducida, en comparación con la lateral, es convexa y prácticamente vertical. El tipo IV, descrito por Baumgartl, “en forma de coto de caza”, sin cresta central o carilla medial. De acuerdo con un estudio anatómico el tipo II se presenta con mayor frecuencia (57%) seguido por el tipo I (24%) y el III (19%). Es evidente que desde el tipo I al IV existe una predominancia creciente de la carilla lateral sobre la medial. Aceptando por tanto que la morfología rotuliana final está determinada por las fuerzas aplicadas sobre ella, los tipos III y IV deben ser el resultado de un deslizamiento lateralizado de la rótula sobre el surco, mientras que el tipo I se desarrollaría cuando las carillas lateral y medial reciben cargas simétricas.

La faceta medial, por tanto, es la posición articular donde se observa mayor variedad anatómica. La faceta lateral es cóncava tanto en el plano transversal como en el vertical.

Las dos facetas articulares forman un ángulo abierto hacia delante denominado ángulo rotuliano cuyo valor medio es de 120°, generalmente con un rango de 120°-140° .

Goodfellow y cols (5) han descrito la presencia de otra cresta medial que delinea una carilla “impar” u “odd facet” cerca del borde medial de la rótula. Esta zona no parece tener contacto con el cóndilo femoral medial

cuando la rodilla está en flexión completa de 90°. Más allá de los 90° la rótula rota y la faceta impar puede articular con la carilla articular del cóndilo medial.

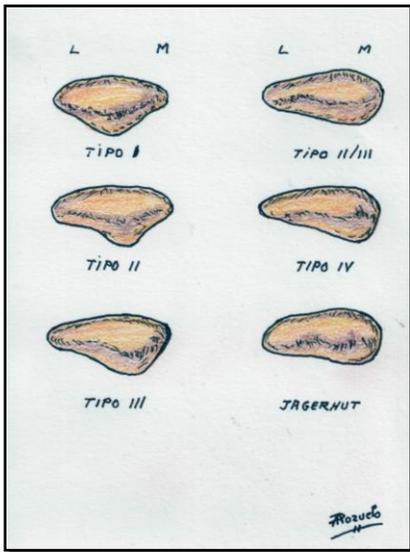


Fig 1. Clasificación de la rótula según Wiberg y Baumgartl. El tipo I presenta las carillas medial y lateral de tamaño bastante parecido, ambas con una suave concavidad. El tipo II tiene una carilla medial menor que la lateral, y es plana o ligeramente convexa. El tipo III tiene una carilla medial muy reducida, en comparación con la lateral, y es convexa y casi vertical. El tipo IV fue descrito por Baumgartl “en forma de coto de caza”, sin cresta central o carilla medial. El tipo Jagerhut significa “sombrero de caza” y es una variedad muy inestable.

La base de la rótula es una pequeña superficie inclinada de arriba hacia abajo y de atrás hacia delante. En su mitad o tres cuartos anteriores se inserta el tendón cuadriceps, cuyas expansiones anteriores pasan por delante, quedando así la rótula incluida en el aparato extensor de la rodilla. Los bordes van convergiendo hacia el vértice. Sirven de inserción a las expansiones laterales del cuádriceps, los ligamentos laterales de la rótula y el ligamento anterior de rodilla. El vértice se prolonga hacia abajo por el tendón rotuliano, que lo une a la tuberosidad anterior de la tibia.

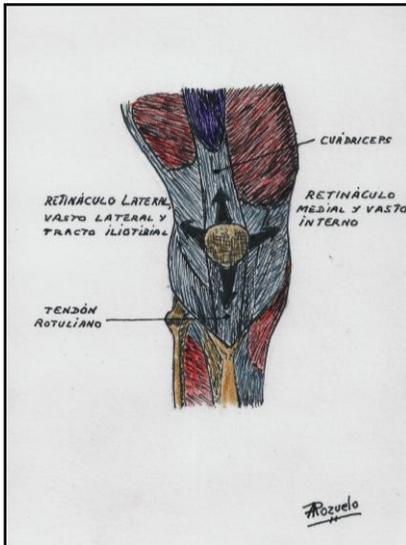


Fig.2. Elementos estabilizadores de la rótula. Se encuentra fija y estabilizada en la rodilla por medio de cuatro estructuras en disposición cruciforme: el tendón rotuliano hacia abajo, el tendón del cuádriceps hacia arriba y los retináculos medial y lateral (alérón externo e interno).

1.1.2. CARTÍLAGO ROTULIANO

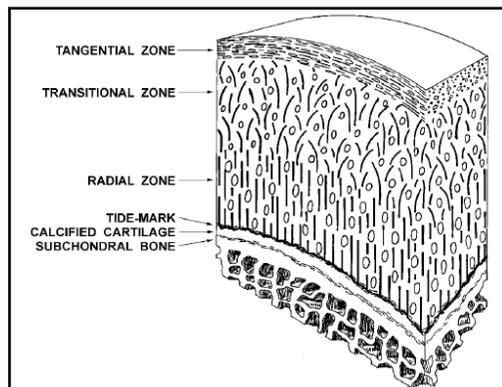
Debemos recordar que la forma de la superficie articular está determinada por el perfil del hueso subcondral y el grosor del cartílago. El cartílago es más grueso a nivel de la cresta central; de hecho, es el cartílago más grueso del cuerpo humano (más de 5mm). Este espesor quizá puede explicar porqué el cartílago rotuliano sufre trastornos más a menudo que el troclear. Se caracteriza porque no sigue exactamente el contorno óseo de la rótula, al contrario que el resto de los cartílagos articulares (6).

El cartílago está constituido fundamentalmente por células cartilaginosa y matriz extracelular. No tiene vasos, nervios ni tejido linfático, por lo que su nutrición es por imbibición del líquido sinovial. Las células, los condrocitos, suponen el 4% de su peso en seco (7). La matriz extracelular está constituida principalmente por agua, que supone un 80% de

su peso, colágeno (15%) y proteoglicanos (5%). El colágeno tipo II supone aproximadamente el 60% de la matriz extracelular. Los proteoglicanos, principalmente el agregcano, están compuestos de un núcleo central proteico donde los glucosaminoglicanos, condroitin sulfato y keratán sulfato, se unen al ácido hialurónico para formar macromoléculas.

El cartílago se divide en 4 capas: superficial, intermedia, profunda y calcificada. Las fibras colágenas superficiales se conocen como fibras paralelas porque siguen en paralelo la superficie articular, suponiendo el 3-12% del grosor del cartílago. Las fibras colágenas, sin células cartilaginosa, tejen una malla que trata de evitar la pérdida estructural del cartílago. La capa media se conoce como capa de transición y supone el 20-30% del grosor del cartílago. Aquí pequeñas células cartilaginosa están distribuidas dentro de la estructura de las fibras colágenas. La capa profunda, capa radiada, supone más del 50% del cartílago. Aquí las fibras se disponen perpendicularmente a la superficie del cartílago y las células cartilaginosa son relativamente grandes. La capa calcificada tiene escasa cantidad de células cartilaginosa y fibras colágenas. Su transición con la capa radiada se conoce como línea de marea (tide-mark).

Fig 3. Estructura microscópica de las zonas histológicas del cartílago hialino.



La concentración de agua es mayor en la superficie que en las capas profundas. En cambio, la concentración de proteoglicanos es menor en la capa superficial y mayor en la profunda. Las fibras colágenas forman una trama entrecruzada que comunica con un gran número de glicoproteínas plegadas en la red colágena. La carga negativa de los aniones sulfato (SO_3^{2-}) y carboxilato (COO^-) en las cadenas laterales de las glicoproteínas atraen cationes, fundamentalmente sodio (Na^+), resultando en un efecto osmótico que atrae el agua hacia el cartílago. Esta agua ocupa los huecos que deja la malla colágena (8). El sodio es más abundante en las áreas con mayor concentración de glucosaminoglicanos.

1.1.3. TRÓCLEA FEMORAL

La porción articular del fémur anterior está compuesto por un surco y dos carillas: medial y lateral. El surco continua hacia abajo con la escotadura intercondílea. Las carillas medial y lateral continúan con los cóndilos femorales. La unión entre las superficies condilar y troclear suele estar marcada por un surco plano estando determinado por el contacto con el menisco en el momento de la extensión completa de la rodilla. Los dos surcos son asimétricos y el lateral es más evidente. De la misma forma, las carillas medial y lateral de la tróclea femoral son asimétricas. De hecho, en la rodilla normal, la lateral es unos pocos milímetros más saliente que la medial. La mayor altura de la carilla lateral y la congruencia entre el surco troclear y la cresta media de la rótula son factores que se consideran estabilizadores óseos de la rótula. El surco es bastante más plano en las rodillas inestables, de modo que la función estabilizadora de las estructuras óseas se pierde en función de la profundidad de la tróclea femoral.

La carilla lateral troclear se extiende en sentido proximal un poco más que la medial. Puede existir una cresta entre el borde superior de la tróclea y la superficie anterior del fémur, y esto suele ser más pronunciado en la carilla medial. Hasta hace poco, se consideraba que el conflicto entre esta cresta y la superficie articular de la carilla articular medial de la rótula era la causa de la condromalacia. Esta hipótesis ha sido refutada por el conocimiento de que la rótula ingresa en la tróclea desde el lado lateral (9).

En cuanto a su forma y dimensión, los cóndilos femorales son asimétricos: el cóndilo medial posee mayor tamaño y una curvatura de mayor simetría. El cóndilo lateral, visto lateralmente, presenta un radio de curvatura que se acentúa notablemente en su porción posterior y tiene mayor altura a lo largo del surco troclear, protegiendo de la subluxación lateral de la rótula. En ambos cóndilos existen epicóndilos: el interno sirve para la inserción el aductor mayor y el ligamento colateral interno; el externo es el origen el ligamento colateral externo y de la cabeza externa de los gemelos, mientras que la cabeza interna se origina en la superficie correspondiente del cóndilo opuesto.

1.1.4. MEDIOS DE CONTENCIÓN DE LA ARTICULACIÓN FÉMORO-PATELAR

1.1.4.1. Cápsula articular

La cápsula constituye una membrana fibrosa con diversas áreas de engrosamiento que pueden considerarse ligamentos discretos. La porción anterior de la cápsula es delgada y en su punto central es sustituida por el tendón rotuliano.

Proximalmente, la cápsula articular de la rodilla se inserta al fémur aproximadamente 3 ó 4 dedos por encima de la rótula. Distalmente, presenta una inserción circular sobre el borde tibial, excepto en el punto donde el tendón poplíteo penetra en la articulación a través del hiato. En su porción posterior, la cápsula presenta fibras verticales que nacen de los cóndilos y paredes de la fosa intercondílea del fémur. En esta región la cápsula se refuerza con el brazo capsular y el ligamento poplíteo oblicuo procedentes del tendón semimembranoso. Este ligamento en ancho y se fusiona con la cápsula posteromedial. Se extiende también más allá de la línea media entrelazándose con el ligamento arcuato que refuerza la cápsula posterolateral (10).

Los engrosamientos de la cápsula articular tienen la única función de reforzarla ya que se considera un elemento bastante laxo. Por tanto, la estabilización articular estática de la rodilla se consigue mediante estructuras ligamentosas incorporadas, mientras que, la dinámica, la proporcionan tendones musculares que se combinan con la cápsula.

1.1.4.2. Membrana sinovial

El revestimiento sinovial es un tejido normalmente liso, de color rosado transparente. Desde el punto de vista histológico, en su superficie se encuentra una delgada capa de células sinoviales (sinoviocitos) con dos tipos diferentes de poblaciones celulares, que pueden dividirse de forma somera en un grupo celular con función fagocítica y otro grupo con función de síntesis.

La membrana sinovial reviste el interior de la articulación de la rodilla y se extiende proximalmente hasta el fondo de saco suprarrotuliano, por encima de la rótula. El fondo de saco suprarrotuliano está separado de la cara anterior del fémur a través de una capa de tejido adiposo. El límite superior del fondo de saco se inserta en un pequeño músculo, el subcruval, que se origina en la superficie anterior de la diáfisis femoral.

En el interior de la articulación, la membrana sinovial recubre los ligamentos cruzados y el tendón poplíteo. Una vaina o receso sinovial se extiende alrededor del tendón poplíteo a los largo de una distancia variable que sobrepasa la porción posterolateral de la cápsula. También reviste los recesos coronales situados por debajo de los meniscos y, anteriormente, recubre la almohadilla adiposa, situada por detrás del ligamento rotuliano y la cápsula. Aunque el tamaño de la membrana sinovial se aproxima al de la cápsula, su extensión es mucho mayor. Son muy frecuentes los pliegues sinoviales, especialmente a nivel del fondo de saco suprarrotuliano. Los pliegues sinoviales infrarrotuliano (ligamento adiposo), suprarrotuliano y rotuliano medial constituyen los tres pliegues sinoviales más frecuentes.

La función de la membrana sinovial es producir líquido sinovial, lubricante de la articulación y elemento nutritivo del cartílago articular.

1.1.4.3. Inserciones músculoligamentosas rotulianas

1.1.4.3.1. Tejidos blandos estabilizadores pasivos

La rótula está fijada en la rodilla de forma eficaz, por estructuras en disposición cruciforme. Estas estructuras guían a la rótula en su trayecto durante la flexión y extensión.

Tendón Rotuliano

El tendón rotuliano, cuya longitud es variable, determina la posición craneocaudal de la rótula, es decir, su altura en relación a la interlínea articular (11). Se trata de una estructura aplanada que conecta el vértice de la rótula con la tuberosidad tibial. Es algo más oblicua en la zona distal y lateral, y de esta forma contribuye a la alineación en valgo que presenta el aparato extensor. Esta tendencia puede aumentar en las rodillas con inestabilidad rotuliana recurrente producida por el desplazamiento lateral de la tuberosidad tibial.

Retináculo lateral

La anatomía del retináculo lateral ha sido descrita por Fulkerson y Gossling (12). Está compuesto por fibras dispuestas en dos capas, la superficial y la profunda. La capa superficial (retináculo oblicuo superficial) está compuesta por fibras oblicuas que corren en dirección inferoanterior, desde el borde anterior de la banda iliotibial hasta el borde lateral de la rótula

y el borde lateral del tendón rotuliano. La capa profunda está formada por tres estructuras diferentes, siendo la parte media la que discurre en dirección transversal desde la parte más profunda del tracto iliotibial hasta el borde lateral de la rótula (retináculo transverso profundo). Por encima, se encuentre la banda epicóndilorrrotuliana que conecta el epicóndilo lateral con la cara superolateral de la rótula. Por debajo, la banda rotuliana tibial conecta la tibia, cerca del tubérculo de Gerdy, con la cara inferolateral de la rótula. Esta última porción recibe también el nombre de ligamento rotuliano-meniscal. (Fig.4)

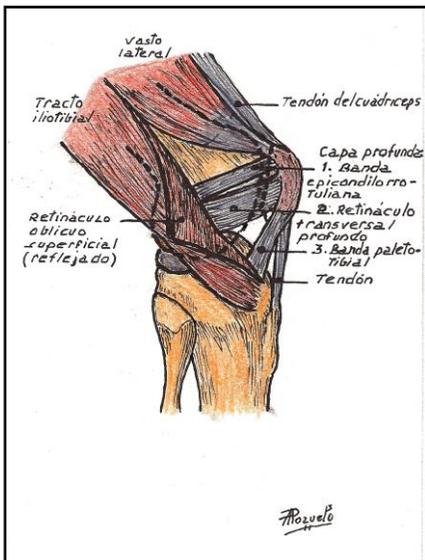


Fig. 4. Visión lateral de los elementos estabilizadores de la rótula. La capa profunda del retináculo lateral se encuentre compuesta por tres estructuras diferente, de proximal a distal: la banda epicóndilorrrotuliana, el retináculo transversal profundo y la banda patelotibial.

La masa principal del retináculo lateral corre desde el borde lateral de la rótula y del tendón rotuliano hasta la cara anterior de la banda iliotibial. Con el incremento de la flexión, la banda iliotibial se desplaza hacia atrás,

aumentando la tracción sobre la rótula. Si esto se produce sobre estabilizadores mediales débiles puede producirse la inclinación lateral o la subluxación de la rótula.

Retináculo medial

El retináculo medial es una expansión del vasto interno y se inserta en los tercios superiores del borde interno de la rótula. Se han descrito dos condensaciones distintas de fibras: el ligamento fémoro-rotuliano medial, que se inserta en el epicóndilo femoral medial, y el ligamento rotulotibial medial, que se inserta en el menisco medial y en la tibia. Se ha encontrado una relación negativa interesante entre la longitud del tendón rotuliano y el ancho del ligamento fémoro-rotuliano medial (13): es frecuente encontrar una rótula alta asociada con una subluxación lateral, por lo que no resulta sorprendente que cuanto más largo es el tendón rotuliano más débiles sean los estabilizadores mediales.

Se ha estudiado la importancia del retináculo medial en el control del desplazamiento lateral de la rótula (14). El ligamento fémoro-rotuliano medial y el fémoro-meniscal juntos suponen el 75% de las fuerzas de control sobre el desplazamiento lateral de la rótula.

El ligamento lateral externo recibe la ayuda de la cintilla de Maissiat, tensada por el tensor de la fascia lata. El ligamento lateral interno recibe ayuda de la contracción de los músculos de la pata de ganso: sartorio, semitendinoso y recto interno. Debido a la expansión del tracto iliotibial, las estructuras externas son más fuertes que las internas.

Los ligamentos están cubiertos por tendones consistentes, resultando más efectivos en su función estabilizadora de la rodilla. De la misma forma, el cuádriceps ayuda a esta función mediante una serie de expansiones directas y cruzadas, que forman en la cara anterior de la articulación, una cubierta fibrosa.

1.1.4.3.2. Estabilizadores musculares activos. Tendón del cuádriceps

Los cuatro componentes del músculo cuádriceps se unen en la zona distal en un tendón. Tres músculos, vasto medial, lateral y medio (vasto interno, externo y crural), son monoarticulares, mientras que el cuarto, el recto anterior, es biarticular y se extiende desde la cadera hasta la rodilla. El tendón del cuádriceps está compuesto por tres capas. Las fibras más superficiales del recto anterior corren sobre la rótula y se unen a las del tendón rotuliano, mientras que las más profundas se insertan en la base de la rótula. El vasto medial y el lateral se unen para formar la capa media del tendón del cuádriceps, que se inserta en la base de la rótula. Estos músculos también envían fibras que se mezclan con el retináculo rotuliano correspondiente. El vasto intermedio se inserta en la base de la rótula a través de la tercera capa más profunda del tendón del cuádriceps (9).

La rodilla mantiene su estabilidad de forma variable en función de que se encuentre en flexión o en hiperextensión. En una posición de alineación normal con flexión muy ligera, es indispensable que dispongamos de un buen cuádriceps para mantener la bipedestación, ya que si no la flexión tendería a acentuarse por sí misma. Sin embargo, en la posición de hiperextensión, la rodilla queda bloqueada por los elementos cápsulo-

ligamentosos posteriores, de manera que es posible mantener la bipedestación sin intervención del cuádriceps.

Con la finalidad de evitar una hiperextensión existen una serie de elementos estabilizadores. Por un lado, elementos cápsulo-ligamentosos, como son los refuerzos fibrosos de la capsula articular y, por otro, como elementos musculares, los músculos flexores de la rodilla: los músculos de la pata de ganso, bíceps femoral y los gemelos.

1.2. BIOMECÁNICA DE LA RODILLA

La rodilla constituye una articulación en bisagra modificada, con una limitada estabilidad inherente debido a su arquitectura ósea. La falta de correspondencia entre las superficies óseas permite 6° de libertad de movimiento alrededor de la rodilla, incluyendo el movimiento de traslación entre planos (medial-lateral, anterior-posterior y proximal-distal), así como la rotación en tres planos (flexión-extensión, interna-externa, varo-valgo). El movimiento y estabilidad de la articulación son controlados por una serie de estabilizadores estáticos adicionales intraarticulares, como los meniscos y los ligamentos cruzados, así como estructuras estabilizadoras estáticas y dinámicas extraarticulares, como los ligamentos colaterales y los músculos (15-17).

1.2.1. BIOMECÁNICA DE LA ARTICULACIÓN FÉMORO-TIBIAL

La rodilla presenta una movilidad en los tres planos del espacio: sagital, frontal y horizontal. El arco de mayor amplitud es el de flexo extensión que se produce en el plano sagital. La flexión activa llega a los 140°, pasiva a 160° y la hiperextensión a 15°. Dicho movimiento de flexo extensión no es un movimiento libre como el de una bisagra sino que se acompaña de una rotación automática y un deslizamiento del fémur sobre la tibia. Está determinado por la forma de los cóndilos femorales y de la meseta tibial y por el complejo ligamento-meniscal.

El hecho de que la curvatura del cóndilo externo sea mayor que la del interno y de que en el plano sagital los cóndilos sean divergentes hacia atrás, condiciona que, en la flexión, el desplazamiento efectuado por el cóndilo externo sea mayor que el del interno provocando una rotación externa del fémur sobre la tibia que alcanza aproximadamente los 10°.

En la extensión, como la superficie articular del cóndilo interno llega más adelante que la del externo, cuando el cóndilo externo ha agotado su recorrido se ve obligado a rotar internamente, lo que provoca el auto-atornillamiento de la rodilla en máxima extensión. En esta situación se produce la mejor coaptación del fémur sobre la tibia con la ayuda de los meniscos, favoreciendo en conjunto la transmisión de fuerzas de compresión y la estabilidad.

La flexión de la rodilla no es posible sólo por la rodadura simple de los cóndilos sobre la meseta, ya que la longitud condílea es el doble que la de la tibia. Para que los cóndilos no se salgan de la meseta es necesario que además del movimiento de rodadura, exista un movimiento de deslizamiento.

En el control de este complejo movimiento tienen un papel determinante los ligamentos cruzados, los cuales junto con los segmentos óseos comprendidos entre sus inserciones, se han comparado a una cadena cinemática cerrada de cuatro barras cuya tensión determina las cantidades relativas de rodadura-deslizamiento que deben producirse en la flexo extensión

La flexión de la rodilla permite también unos ligeros movimientos laterales, en valgo y en varo, que no exceden de 12° y que facilitan el acoplamiento del pie a las irregularidades del terreno.

1.2.2. BIOMECÁNICA DE LA ARTICULACIÓN FÉMORO-PATELAR

Los componentes óseos de la articulación patelo-femoral son dos: la tróclea femoral y la rótula.

La tróclea está compuesta por la cara anterior de los cóndilos femorales que representan una estructura asimétrica: el cóndilo interno tiene menor altura que el externo y una distinta inclinación para adaptarse a la forma de la rótula.

La rótula es un hueso sesamoideo incluido en el aparato extensor de la rodilla. Presenta una forma triangular con dos carillas articulares generalmente asimétricas. La carilla externa suele ser más ancha que la interna y con un ángulo de inclinación menor; ambas carillas forman un ángulo de 120°. Este encaje que hace la forma triangular de la rótula en la tróclea femoral contribuye a la estabilidad de la articulación que tiene una

tendencia natural a la luxación externa por acción del aparato músculo-tendinoso.

El aparato extensor de la rodilla está formado por el cuádriceps, la rótula y el tendón rotuliano. Este conjunto debe ser considerado como una unidad funcional y tanto el cuádriceps como el tendón rotuliano sirven para mantener la rótula en posición.

El cuádriceps converge hacia el polo superior de la rótula distribuyendo sus inserciones de la siguiente manera: el recto anterior se inserta en la parte superficial con una dirección paralela a la diáfisis del fémur. Siguiendo la misma dirección, en el plano más profundo, encontramos el tendón del crural. Entre ambos, entrecruzando sus inserciones, encontramos el vasto externo y el vasto interno. La inserción del vasto externo presenta una inclinación de alrededor de 30° respecto al eje de la rótula por lo que su contracción tiende a luxarla externamente. La inserción del vasto interno desciende distalmente más que la del externo, y se prolonga por el borde interno de la rótula. Las fibras musculares del vasto interno a medida que descienden se horizontalizan y constituyen la denominada “porción transversal del vasto interno” que llega a formar un ángulo de casi 80° con el eje de la rótula. Esta especial configuración del vasto interno tiene importancia para estabilizar la rótula en la tróclea femoral.

El tendón rotuliano se extiende desde el polo inferior de la rótula hasta la tuberosidad anterior de la tibia. Se trata de un tendón grueso y de forma cónica.

La rótula, para mantenerse en posición, presenta también unos amarres laterales o alerones rotulianos descritos previamente.

Cinética de la articulación patelo-femoral

La rótula tiene dos funciones biomecánicas importantes. Por un lado ayuda a la extensión de la rodilla al aumentar el brazo de palanca del cuádriceps a lo largo de todo el arco de movimiento. La segunda función biomecánica de la rótula consiste en permitir una mejor distribución de las fuerzas de compresión sobre el fémur ya que aumenta la superficie de contacto entre éste y el tendón rotuliano.

En el plano sagital actúan dos fuerzas sobre la rótula, por una lado la del cuádriceps y por otro, en sentido opuesto la del tendón rotuliano. Con la rodilla en extensión ambas fuerzas se neutralizan pero cuando se inicia la flexión se crea una fuerza resultante que aplasta la rótula contra el fémur. A medida que avanza la flexión se incrementa también esta fuerza resultante. Durante la marcha normal, al ser la flexión de rodilla pequeña, la fuerza resultante es de aproximadamente la mitad del peso de cuerpo. Sin embargo, al subir y bajar escaleras, se requiere una flexión de aproximadamente los 90°, provocando la aparición de una fuerza patelo-femoral que es aproximadamente el triple del peso corporal. Esto explica el porqué los pacientes que presentan un trastorno patelo-femoral inician su sintomatología con los movimientos que requieren mayor flexión de rodilla.

En el movimiento de flexo extensión de la rodilla en el plano sagital, la rótula sufre un desplazamiento de arriba hacia abajo de alrededor de unos

7 cm sobre la tróclea femoral. Desde la extensión completa hasta los 90° de flexión, tanto el cóndilo interno como el externo se articulan con la rótula, quedando encajada en el surco intercondíleo en la máxima flexión. Las zonas de contacto entre la rótula y la tróclea femoral están condicionadas por la forma de dichas estructuras. El hecho de que varíen los puntos de contacto patelo-femorales sirve para que una misma zona de cartílago no esté sometida a grandes presiones durante mucho tiempo, evitando en consecuencia su sobrecarga y la artrosis secundaria (Fig.5).

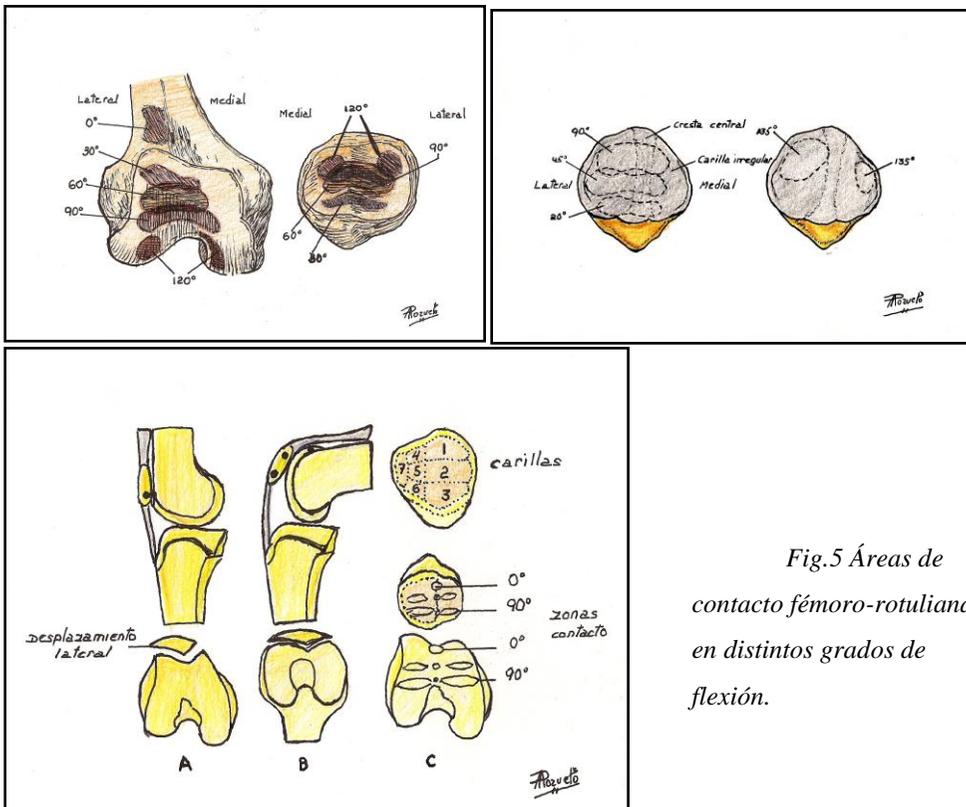


Fig.5 Áreas de contacto fémoro-rotulianas en distintos grados de flexión.

En el movimiento de la rótula en el plano frontal tiene especial relevancia el ángulo Q. Está formado por la intersección en el centro de la rótula de una línea dirigida desde la espina iliaca antero superior y de otra trazada desde la tuberosidad anterior de la tibia. Los valores normales del ángulo Q oscilan entre 8°-12° en los hombres y 15°-18° en mujeres (19). Los pacientes con genu valgo, con lateralización de la tuberosidad exterior de la tibia o con hipotonía del vasto interno, aumentan el ángulo Q desplazándose la rótula hacia fuera. Clínicamente se traduce en una subluxación o luxación rotuliana que ha sido especialmente destacado por Trillat (20).

En los casos de retracción de la aleta rotuliana externa aparece el síndrome de hiperpresión externa descrito por Ficat (21), caracterizado por una basculación sin desplazamiento de la rótula hacia fuera.

La sobrecarga de la parte interna de la articulación patelo-femoral es mucho menos frecuente. La subluxación interna puede ser debida a un vicio de torsión de la tibia o a una transposición interna de la tuberosidad anterior de la tibia. La hiperpresión interna secundaria a una retracción del alerón interno puede observarse en la práctica clínica diaria como consecuencia de una artrotomía interna.

En el plano longitudinal se encuentran anomalías anatómicas como la rótula baja o la rótula alta.

La rótula baja, menos frecuente que la alta, puede ser constitucional, debida a una alteración del cuádriceps como puede ser una parálisis, estar asociada a un genu recurvatum o ser secundaria a yatrogenia. En estos casos se encuentra en contacto permanente con la tróclea y se pierde el mecanismo de descarga.

La rótula alta se considera una de las causas de la condromalacia. Ello es debido a que este tipo de rótula precisa un mayor grado de flexión para introducirse en el desfiladero troclear y permanece durante un mayor arco del movimiento en situación inestable. Estudios biomecánicos han encontrado una tendencia de los pacientes con rótula alta a presentar una menor fuerza de reacción fémoro-patelar que las personas asintomáticas, como mecanismo compensador del menor contacto cartilaginoso fémoro-rotuliano. Sin embargo, este mecanismo compensador se pierde en actividades físicas más exigentes, como la deambulación rápida, donde en los pacientes con rótula alta aumenta discretamente la fuerza de reacción y, fundamentalmente, el stress fémoro-patelar, debido principalmente a la menor área de contacto cartilaginoso (22).

1.2.3. BIOMECÁNICA DEL CARTÍLAGO ARTICULAR ROTULIANO

Durante la sobrecarga articular, el líquido intersticial del cartílago aumenta su presión debido a la restricción de su movimiento provocada por la trama macromolecular que es la encargada de distribuir las cargas mecánicas. El cartílago rotuliano no muestra una respuesta uniforme a las cargas compresivas. Las capas profundas requieren mayor grado de compresión para afectarse que las capas superficiales.

El cartílago puede sufrir tres tipos de stress: compresión, tensión y cizallamiento. La compresión deforma el cartílago y provoca un desplazamiento de agua desde la matriz extracelular al espacio sinovial. La capacidad del cartílago de resistir la compresión es el resultado de la capacidad de la matriz extracelular para limitar el flujo de agua. Como el

cartílago cercano al hueso es más rígido, la mayoría de la deformación ocurre en la capa superficial del cartílago (23). La tensión causa deformidad en el contorno del cartílago que es resistida por las fibras colágenas y los agreganos hidratados (24). El cizallamiento se produce cuando una superficie articular pasa sobre otra a nivel de la interfase hueso-cartílago dando lugar a fisuras y delaminación.

1.2.4. FUERZA DE REACCIÓN DE LA ARTICULACIÓN FÉMORO-ROTULIANA

La fuerza de reacción de la articulación fémoro-rotuliana es el resultado de la tensión desarrollada por el cuádriceps y el tendón rotuliano debida a la contracción de aquél. Se representa por el vector resultante de la fuerza del tendón del cuádriceps (M1) y la fuerza del tendón rotuliano (M2). Tradicionalmente se ha supuesto que las fuerzas M1 y M2 son iguales si la rótula actúa como una polea desprovista de fricción. Sin embargo investigaciones más recientes han demostrado que la relación M1/M2 no es igual a 1 en toda la amplitud del movimiento y que aumentan en la flexión hasta llegar a 1.5. (25-27).

Para obtener una estimación aproximada de la fuerza de reacción fémoro-rotuliana en posición estática se deben considerar otros factores de las actividades comunes de la vida diaria. Uno de esos factores es la inercia de las aceleraciones y desaceleraciones dinámicas. Además, el centro de gravedad del cuerpo puede desplazarse hacia delante o hacia atrás y por lo tanto reducir o aumentar el momento de flexión del peso corporal.

El momento de flexión se calcula como el producto de la fuerza que tiende a flexionar la articulación (peso del cuerpo) por la distancia de su línea de acción (línea que pasa por el centro de gravedad) al centro de rotación del movimiento (punto de contacto articular entre el fémur y la tibia)(Fig.6).

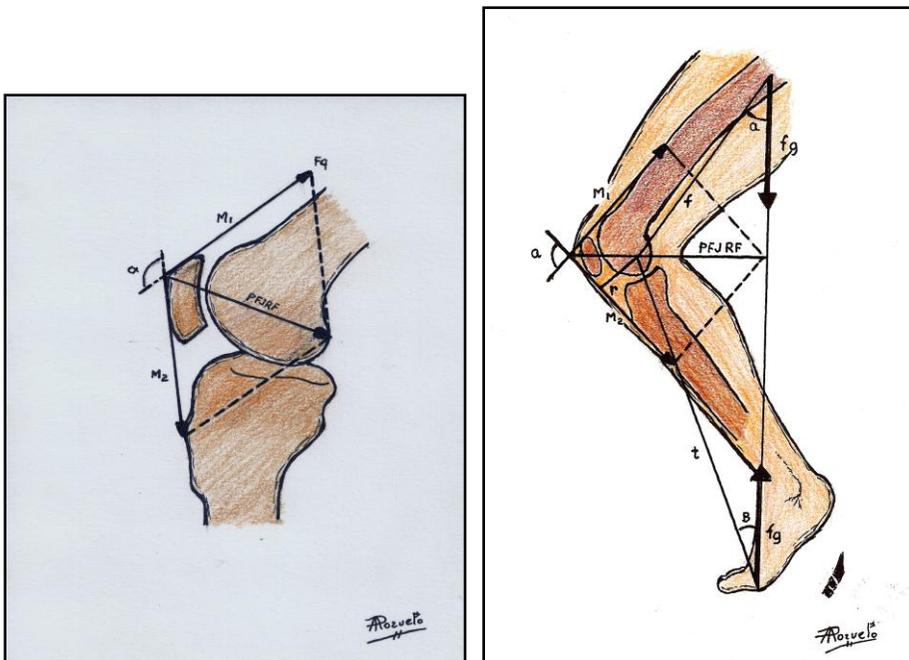


Fig.6 Representación esquemática de las fuerzas del cuádriceps (F_q), del tendón del cuádriceps (M_1) y del tendón rotuliano (M_2). Si se acepta que $F_q=M_1=M_2$ dentro de un sistema desprovisto de fricciones, se puede calcular la fuerza de reacción de la articulación fémorrotuliana (FRAFR). Adaptado de Hungerford DS, Barry N: “Biomechanics of the patellofemoral joint” Clin Orthop 144:9, 1979

Autores como Reilly y Martens (28) han publicado valores elevados de dicha fuerza de reacción de la articulación fémoro-rotuliana en determinadas posiciones. Calcularon que esa fuerza era de 0.5 veces el peso corporal en 9° de flexión durante la marcha, o de 3.3 veces el peso en 60° de flexión al subir o bajar escaleras y de más de 7.8 veces el peso corporal en 130° durante la flexión forzada de las rodillas. Matthews y cols. (29) calcularon dicha fuerza de reacción durante las mismas actividades y obtuvieron resultados similares.

De la misma forma, contracturas de la musculatura isquiotibial y tríceps sural puede contribuir de forma indirecta a alterar la dinámica fémoro-patelar. La contractura de dicha musculatura supone un flexo mantenido de rodilla lo cual incrementa la fuerza de reacción de la articulación fémoro-patelar.

Las presiones fémoro-rotulianas de contacto son, con probabilidad, los factores más importantes de la biomecánica de la articulación fémoro-rotuliana. Incluso, de mayor importancia que el valor absoluto de la fuerza de reacción de la articulación fémoro-rotuliana es la relación de esa fuerza con la superficie de contacto; es decir, la presión de contacto. El aumento de la zona de contacto durante la flexión compensa parcialmente el incremento de la fuerza de reacción de la articulación fémoro-rotuliana

Una vez descrito todo este sistema estabilizador de la rodilla, parece fácil entender porqué los sujetos con dolor fémoro-patelar anterior empeoran sus síntomas durante las actividades que requieren una flexión máxima de rodilla.

1.3. EPIDEMIOLOGÍA DEL DOLOR ANTERIOR DE RODILLA

El síndrome de dolor fémoro-patelar (SDFP) se presenta como una de las patologías más frecuentes de la articulación de la rodilla, suponiendo, por lo tanto, uno de los principales motivos de consultas médicas tanto de los servicios de traumatología y ortopedia como de los de rehabilitación desde la década de los años 80 (30,31), hasta el punto de haber llegado a ser recogido por M. Malek como la primera de las causas de dolor de rodilla en Estados Unidos durante 1981 (32). Las cifras de prevalencia oscilan entre el 15-45% (33).

Esta variabilidad está influenciada no sólo por el rango de edad y grado de actividad física de la población seleccionada, sino por la ausencia de tests válidos para diagnosticar el síndrome de dolor fémoro-patelar, a cuyo diagnóstico se suele llegar por exclusión.

La incidencia de este síndrome es superior en deportistas y militares, oscilando, según las series, entre el 25% y 43% (34). Otros autores han demostrado una incidencia 2.23 veces superior en mujeres (35). La incidencia, en la población general femenina, puede oscilar entre el 12% y el 25% (36).

1.4. ETIOLOGÍA Y CLASIFICACIÓN DE LA PATOLOGÍA FÉMORO-PATELAR

Ordoñez y Delgado (37) señalan la dificultad para establecer la génesis de los síntomas en la patología fémoro-patelar y describen seis

cuadros clínicos que pueden provocar dolor anterior de rodilla: síndrome de hiperpresión externa, inestabilidad rotuliana, condromalacia rotuliana, artrosis fémoro-patelar, osteocondritis disecante de rótula y otras causas (plica, bursitis, tendinitis, distrofia simpático refleja...)

Los síndromes por sobreuso incluyen diagnósticos como la tendinosis rotuliana, tendinosis del cuádriceps, enfermedad de Osgood-Schlatter, enfermedad de Sinding-Larsen-Johannson y bursitis prerrotuliana, que, generalmente, no presentan dificultades para su diagnóstico. La enfermedad de Osgood-Schlatter aparece en chicos entre los 12 y los 15 años. Se manifiesta como dolor a nivel de la tuberosidad tibial anterior con irregularidad de la misma en la radiografía. Sin embargo, la enfermedad de Sinding-Larsen-Johannson ocurre en el mismo grupo de edad, pero el dolor se localiza en el polo inferior de la rótula. La radiografía puede mostrar cambios sutiles en el grosor del tendón que pueden pasar desapercibidos a clínicos inexpertos, o mostrar una fragmentación ósea franca en las inserciones tendinosas.

La rodilla del saltador es una tendinosis rotuliana debida a una sobrecarga del tendón durante actividades de alto impacto como correr o saltar o durante las actividades de la vida cotidiana. El dolor se desencadena en polo inferior de la rótula al correr, saltar, subir escaleras, agacharse e incluso a veces al caminar.

La *osteocondritis disecante de la rótula* es una afección rara que implica la separación de una parte del cartílago articular acompañado del hueso subcondral adyacente. Esta enfermedad fue descrita por primera vez por Rombold (38). El fragmento óseo puede permanecer *in situ* o

desprenderse y formar un cuerpo suelto intraarticular. Aparece con más frecuencia en hombres que en mujeres, siendo la segunda década de la vida la que se ve más afectada. Para explicar su etiología se han propuesto dos teorías, que implican la interrupción de la irrigación sanguínea (teoría isquémica) o la acción de factores mecánicos (teoría traumática). El traumatismo puede ser directo o secundario a la aplicación repetida de tensiones sobre la articulación fémoro-rotuliana en actividades deportivas. El síntoma más común es el dolor fémoro-rotuliano, seguido por la tumefacción articular y episodios ocasionales de bloqueo.

Aunque la relación entre condromalacia y dolor es motivo de debate, está claro que existen pacientes con rodilla dolorosa en los que la única lesión estructural detectada corresponde al cartílago (39). Las fuerzas tangenciales y rotacionales pueden provocar lesiones por impactación osteocondral, con edema óseo, mientras que movimientos de desaceleración o pivote pueden provocar lesiones condrales definidas por cizallamiento o desgarros fibrilares y delaminación (40).

La primera descripción de *condromalacia* del cartílago fue realizada por Buedinger (41-42), al observar la presencia de fisuras que consideró causadas por un traumatismo. No obstante, el término condromalacia no fue utilizado por Buedinger y ha sido atribuido a Aleman (43). Insall y cols. (44) encontraron que el sitio más frecuente de condromalacia (71%) es una zona elíptica desarrollada transversalmente sobre la zona central de la rótula, con los tercios superior e inferior de la superficie articular casi siempre excluidos (*Fig. 7*).

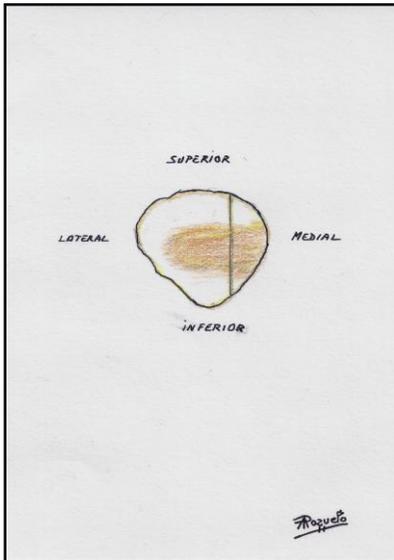


Fig.7 Composición de mapas rotulianos efectuados durante la intervención que muestra la distribución de la condromalacia en una serie de 105 rótulas. . Tomada de Insall JN, Falvo KA y Wise DW: "Chondromalacia patellae: A prospective study". J Bone Joint Surg (Am) 58:1, 1976.

Outerbridge clasificó la condromalacia en cuatro grados diferentes: grado I: reblandecimiento y edema del cartílago; grado II: fragmentación y fisura en un área de 1.25 cm o menos; grado III: Zona afectada mayor de 1.25 cm; grado IV: erosión del cartílago que llega hasta el hueso (45).

En la actualidad se acepta, en general, que la condromalacia casi siempre es secundaria a la sobrecarga, a la mala alineación fémoro-rotuliana o, menos frecuentemente, a un traumatismo directo. El término de *condromalacia idiopática* debe ser restringido para los casos infrecuentes de pacientes con un daño probado del cartílago articular que no muestran evidencia de desequilibrio mecánico o de antecedentes traumáticos (Fig.8).

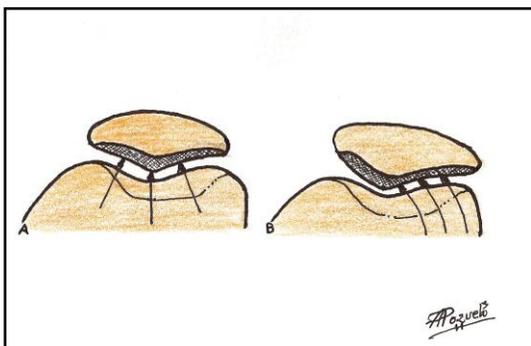


Fig.8 Cuando existe una sobrecarga lateral, el cartílago articular de la zona de la cresta se deforma y transmite las cargas al hueso subcondral

En las fases precoces la lesión del cartílago rotuliano se manifiesta por la degeneración de las fibras colágenas, lo que aumenta la fricción articular y la permeabilidad al agua con rotura del sistema osmótico y pérdida de proteoglicanos, lo que conlleva a una pérdida de la capacidad de carga del cartílago. La dispersión de los proteoglicanos y la exposición de los aniones induce un incremento en el contenido de agua (8).

El cartílago tiene una limitada capacidad de recuperación espontánea y su pérdida puede progresar a la lesión de otras estructuras articulares, culminando en la artrosis. El término de condromalacia debería limitarse a aquellas alteraciones que comprometen sólo al cartílago articular. Si la enfermedad ha progresado y ha creado cambios en el hueso (formación de osteofitos, esclerosis subcondral y quistes) y en la sinovial (sinovitis), es mejor clasificar esas alteraciones como artrosis fémoro-rotuliana.

En la *artrosis fémoro-rotuliana* se afecta predominantemente la interlínea articular lateral debido al vector en valgo del aparato extensor. Aparece fundamentalmente en pacientes mayores de 60 años y cursa con dolor de rodilla que empeora con actividades que impliquen carga. Suelen

aparece limitaciones articulares, asociado a crepitación y la radiografía simple muestra importantes cambios degenerativos.

Excluidas las causas de fácil diagnóstico clínico y radiológico, la exploración clínica y pruebas complementarias deben de tratar de diferenciar entre el dolor secundario a inestabilidad y el síndrome doloroso fémoro-patelar idiopático (SDFP)

1.4.1. SÍNDROME DOLOROSO FÉMORO-PATELAR IDIOPÁTICO

Cuando, tras realizar una correcta exploración clínica y una serie de pruebas de imagen no se identifica una causa definitiva del dolor fémoro-patelar, se le otorga el nombre de idiopático. Aunque este término puede ser una fuente de confusión debido a la falta de terminología unificada sobre los problemas de la articulación fémoro-patelar (1, 46).

Se han considerado como principales factores contribuyentes del dolor fémoro-patelar anterior idiopático la malalineación de la extremidad inferior, desequilibrio muscular y sobrecarga de la articulación, lo cual hace suponer un etiología funcional (47). Esta teoría viene apoyada por el hecho de que es una patología más frecuente en atletas jóvenes y en reclutas militares (48).

1.4.2. DOLOR SECUNDARIO A INESTABILIDAD FÉMORO-PATELAR

La rótula está fijada y estabilizada en la rodilla por medio de cuatro estructuras en disposición cruciforme: el tendón rotuliano hacia abajo, el tendón del cuádriceps hacia arriba y los retináculos medial y lateral (alérón externo e interno). Estas estructuras guían a la rótula en su trayectoria durante la flexión y la extensión, y se consideran estabilizadores pasivos.

Por otro lado, los cuatro componentes del músculo cuádriceps se unen en la zona distal en un tendón constituyendo el principal elemento estabilizador activo. Las fibras del vasto medial tienen una dirección más oblicua hacia abajo y hacia afuera, y, por tanto, son más apropiadas para limitar el desplazamiento lateral de la rótula. Las fibras del vasto lateral alcanzan la rótula en un ángulo más agudo que las fibras del vasto medial oblicuo en relación con el eje mayor del tendón de cuádriceps. Recientemente se ha prestado atención a la parte más distal del vasto lateral, que ha mostrado ser portadora de una anatomía especial, denominándose vasto lateral oblicuo (49). Estas fibras se originan en el tabique intermuscular lateral y, por tanto, son más apropiadas para desarrollar una fuerza de desplazamiento rotuliano hacia fuera.

Entre las condiciones que contribuyen a la mala alineación rotuliana hay que considerar factores anatómicos y posturales como el aumento del ángulo Q, la rótula alta, una tróclea femoral plana, la trayectoria o trayecto lateralizado de la rótula, la hipoplasia del vasto medial oblicuo, el aumento de la anteversión femoral y la rotación tibial externa compensatoria. La mejor forma de pensar en estas alteraciones es considerarlas displasias del desarrollo capaces de crear deficiencias anatómicas de forma continuada.

Se ha discutido cuáles de estas anomalías son de origen genético y cuáles son cambios adaptativos. Desde el punto de vista embriológico, la rótula tiene carillas (interna y externa) que, al comienzo, son de igual tamaño. Sin embargo, en el sexto mes de la gestación las dimensiones de la carilla lateral exceden las de la medial, de la misma forma que sucede en el adulto (50). La forma adulta definitiva de la tróclea se alcanza muy temprano en la vida fetal (50, 51). De acuerdo con estos datos, la luxación recidivante de la rótula ha sido descrita como una enfermedad hereditaria, con transmisión autosómica dominante (52). Por otra parte, es bien sabido que la luxación rotuliana puede producirse por alteraciones en el aparato extensor que provoquen una insuficiencia de éste. Por lo tanto, parece que existen formas de origen genético y otras adquiridas y que ambas se manifiestan con el desplazamiento lateral de la rótula.

El prototipo de luxación rotuliana lo constituye una chica joven, con laxitud ligamentosa y múltiples alteraciones anatómicas tales como rótula alta, displasia troclear y malalineación ósea angular y rotacional. De la misma forma contribuyen a la aparición de cuadros de inestabilidad el aumento del ángulo Q, genu valgo y genu recurvatum (*Fig.9 y 10*).

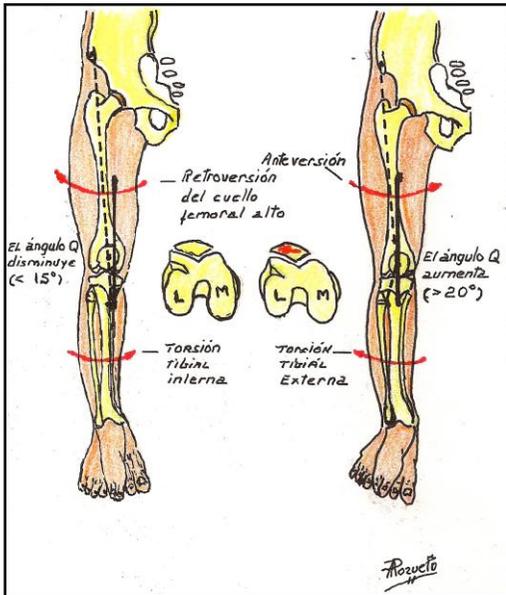


Fig.9 La retroversión del cuello femoral hace rotar al fémur externamente. En combinación con la torsión tibial interna, el ángulo Q disminuye. La anteversión del cuello femoral hacer rotar al fémur internamente. En combinación con la torsión tibial externa, el ángulo Q aumenta. (De Tria AJ Jr, Klein Ks: An Illustrated Guide to the knee. New York, Churchill Livingstone 1992).

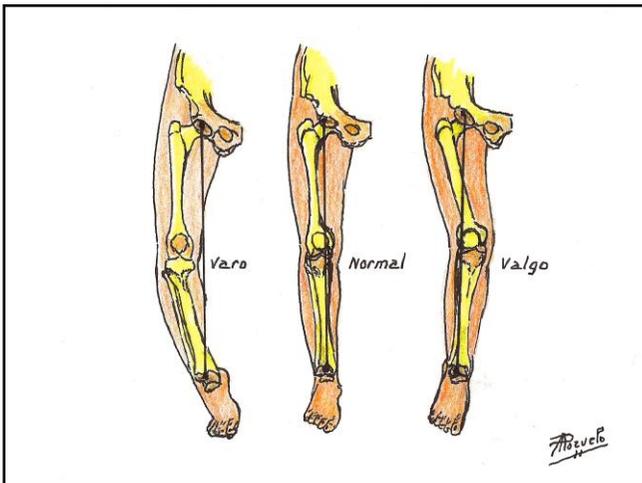


Fig. 10 Medida del eje mecánico del miembro. Se mide en bipedestación (De Tria AJ Jr, Klein Ks: An Illustrated Guide to the knee. New York, Churchill Livingstone 1992)

La subluxación y la luxación de la rótula pueden agruparse juntas dentro de la categoría de inestabilidad rotuliana. La diferencia estriba en el grado de la trayectoria y no en su naturaleza.

La subluxación es una alteración de la trayectoria normal de la rótula en la que, sin embargo, la rótula aún permanece dentro del surco femoral. La luxación significa que la rótula se ha desplazado por completo fuera del surco. Por lo tanto, parece que, a menos que el paciente haya notado la rótula ubicada en la cara lateral de la rodilla, puede ser imposible saber si durante un episodio único de inestabilidad rotuliana el hueso se luxó o se subluxó. Además, la rótula puede mostrar una trayectoria lateralizada sin episodios de inestabilidad (subluxación crónica de la rótula).

Desde el punto de vista clínico se pueden encontrar las siguientes situaciones clínicas: luxación aguda, subluxación crónica, luxación recidivante, habitual y permanente de la rótula

Dentro de la categoría de subluxación crónica de rodilla están incluidas las rodillas con dolor rotuliano en las que las proyecciones axiales o los estudios con TC revelan el desplazamiento lateral (subluxación) de la rótula. Pueden ser consideradas como una situación intermedia de displasia del aparato extensor, entre el síndrome de hiperpresión lateral de la rótula y la luxación recidivante; los pacientes refieren dolor (como los que padecen el síndrome de hiperpresión lateral de la rótula) y la rótula muestra una trayectoria lateralizada (como en las rodillas con luxación recidivante de rótula). Este grupo ha sido descrito por Dejeur (53) y lo considera responsable del 20% de las rodillas con dolor rotuliano. Este autor ha denominado a esta situación inestabilidad rotuliana potencial.

El síndrome de hiperpresión externa de la rótula (SHPE) fue descrito por primera vez por Ficat en 1975 como expresión del desequilibrio entre los elementos de contención medial y lateral de la rótula (54). Sin embargo fue

Maquet, en 1976 (55), quién describió su biomecánica, mientras que Larson en 1978 recomendó la liberación del retináculo lateral como parte del tratamiento (56). Este síndrome incluye las rodillas que presentan dolor fémoro-rotuliano que se agrava con las actividades en flexión, sin episodios de inestabilidad verdadera. No obstante, algunos pacientes pueden referir la sensación subjetiva de que la rodilla le falla, probablemente en relación con la inhibición momentánea del cuádriceps, debida al dolor, y no como consecuencia de una inestabilidad rotuliana verdadera y objetiva. En estos pacientes se ha encontrado un aumento del ángulo Q, mientras que el ángulo de congruencia y la altura de la rótula tan sólo muestran anomalías menores. En estas rodillas, el mecanismo patogénico parece depender del aumento de las fuerzas de lateralización que actúan sobre la rótula, que puede permanecer estable en el surco. Ficat y cols (54) atribuyeron la inclinación lateral de la rótula al acortamiento del retináculo lateral. De acuerdo con este mecanismo patogénico, estos autores definieron una zona crítica que soporta las fuerzas más intensas de compresión-cizallamiento y que, en consecuencia, presenta la incidencia más elevada de degeneración cartilaginosa. La zona crítica se ubica sobre la cresta central de la rótula con cierta prolongación hacia la carilla lateral.

La más grave de las inestabilidades rotulianas viene representada por la luxación rotuliana, ya sea congénita o recidivante. Tanto una como otra están provocadas por una displasia músculo-aponeurótica con una disminución en la capacidad retentiva de la tróclea que puede llegar a ser nula. Normalmente, esto es debido a una malformación congénita (hipoplasia o aplasia de la vertiente lateral) generalmente asociada a una displasia rotuliana (57).

Con menos frecuencia, puede existir un golpe directo sobre el lado medial de la rodilla que causa la luxación de la rótula sin que la rodilla se encuentre mal alineada. En estos casos es frecuente el desgarramiento del alerón medial que exige un tratamiento reparador inmediato pues su retraso puede suponer la aparición posterior de luxaciones recidivantes.

1.5. ETIOPATOGENIA DEL DOLOR FÉMORO-PATELAR

La etiología del dolor anterior de rodilla es motivo de debate. Desde el punto de vista biomecánico se ha propuesto la hipótesis de que un elevado stress, fuerza por unidad de área, en la articulación fémoro-patelar conduce a la degeneración del cartílago articular y al desarrollo del dolor (58). Sin embargo, el término “condromalacia” sólo se refiere a un diagnóstico anatomopatológico que se utiliza para describir las alteraciones del cartílago diagnosticadas mediante observación directa en artrotomía, artroscopia o mediante técnicas de imagen, aunque también es aceptado el diagnóstico clínico cuando existe una clara crepitación fémoro-patelar durante la extensión activa de la rodilla. Sin embargo, hay que considerar que existe una disociación clínico-patológica, con pacientes que presentan condromalacia y son asintomáticos, y pacientes sintomáticos con cartílago microscópicamente normal (59). Por lo tanto en la actualidad, se acepta en general que la condromalacia en el SDFP es un fenómeno secundario, dado que el cartílago carece de inervación y, por lo tanto, es insensible.

A mediados del siglo XX diversos autores estudiaron la relación entre dolor anterior de rodilla y desalineación rotuliana. Se pensó que la

condromalacia en la cara medial rotuliana era secundaria al pinzamiento de ésta contra la tróclea femoral lateral tras la recolocación de una subluxación patelar (66,68) recomendando una realineación combinada proximal y distal del aparato extensor como tratamiento del dolor anterior de rodilla con mala respuesta a tratamiento conservador. Merchant fue el primero que consideró la existencia de dos tipos de condromalacia, con o sin malalineación, preconizando la realización de una radiografía tangencial a 45° de la rótula como método diagnóstico de ambos tipos (69).

A pesar de la estrecha relación entre dolor anterior de rodilla y desalineación fémoro patelar, se acepta que dicha desalineación no siempre es sintomática, sino que se trata de una entidad clínica de penetración variable, en la que la desalineación es una condición necesaria pero no suficiente para que se desarrolle dolor. Sin embargo, el retináculo lateral ha sido considerado por sí mismo como fuente de dolor en casos de hiperpresión externa, por haberse observado degeneración neuromatosa de pequeños nervios a ese nivel (70,71). Fulkerson en 1985 observó daño neural en la aleta rotuliana externa de pacientes con dolor fémoro-patelar rebelde al tratamiento conservador. Posteriormente, diversos autores (60-62) han apoyado dicha teoría e incluso Sanchís-Alfonso y cols llegan a preciar una relación directa entre la intensidad del dolor y la gravedad de la lesión neural (68,69).

Dye en 1996 (70) introdujo el concepto de pérdida de la homeostasis normal del tejido debido a la sobrecarga del mecanismo extensor. La presencia de una carga excesiva supera la capacidad del cuerpo de absorber energía, lo que conduce a microtraumatismo, lesión tisular y dolor. Dye

describe la rodilla como un sistema biológico de transmisión que funciona aceptando, transfiriendo y disipando la carga que recibe.

La teoría mecánica considera que una dispersión inadecuada de fuerzas tangenciales dará lugar a lesiones del cartílago rotuliano, y, con ello, a un incremento del intercambio óseo y una sinovitis química, que puede explicar el dolor a nivel poplíteo que existe en algunos casos de dolor anterior de rodilla (65,72). Simultáneamente, la presión anormal, transmitida al hueso subcondral debido al reblandecimiento del cartílago rotuliano, estimula los nervios subcondrales, constituyendo así una nueva fuente de dolor solapada con la teoría neural.

1.6. DIAGNÓSTICO CLÍNICO DE LA PATOLOGÍA FÉMORO-PATELAR

La clave para tratar con éxito el dolor fémoro-rotuliano es realizar un diagnóstico preciso a partir de una anamnesis y una exploración física detalladas (73). Dicha exploración debe realizarse en todas las posiciones que reproducen el dolor: bipedestación, decúbito supino, decúbito prono, sentado y durante la marcha.

Se debe explorar el miembro afecto y el contralateral para poder evidenciar posibles asimetrías.

1.6.1. OBSERVACIÓN ESTÁTICA Y ALINEACIÓN

Debemos comenzar analizando los miembros inferiores en posición de bipedestación. En primer lugar destacaremos la alineación clínica del miembro inferior (eje anatómico) que mide el ángulo fémoro-tibial. Dicho ángulo es el resultante de trazar líneas paralelas al eje de la tibia y del fémur y nos refleja la presencia de una deformidad en varo o en valgo de la rodilla.

El genu valgum viene provocado por un desplazamiento externo de la tuberosidad tibial y, en consecuencia, asocia un aumento del ángulo Q. El genu varum ocurre cuando existe un desplazamiento medial de la tuberosidad tibial, provocando con ello un aumento de la sobrecarga del compartimento interno de la rodilla y un incremento moderado de la sobrecarga en la región medial de la articulación fémoro-patelar. El genu recurvatum (definido como una hiperextensión de las rodillas) está asociado a la presencia de una rótula alta, siendo mucho más frecuente en mujeres y provocando una mayor incidencia de luxación recidivante de rótula.

Del mismo modo se realizará una valoración de las alteraciones rotacionales del fémur y la tibia así como la posición del pie. Una anteversión exagerada del cuello femoral supone una orientación del surco troclear hacia adentro, provocando con ello un aumento del ángulo Q, constituyendo así una fuente potencial de dolor e inestabilidad.

El ángulo Q es el formado por la intersección de una línea que va desde la espina iliaca anterosuperior hasta el centro de la rótula y otra que va desde el centro de la rótula hasta la tuberosidad tibial (74). Estas líneas coinciden prácticamente con las líneas de acción de la musculatura del cuádriceps y del tendón rotuliano, respectivamente, en la rótula.

Hoy en día se debate si este ángulo es mejor medirlo en posición decúbito supino o en bipedestación. Wooland y Francis (75) midieron el ángulo Q en decúbito supino y en bipedestación en un gran número de mujeres normales. Los datos obtenidos en bipedestación fueron significativamente mayores, no obstante no obtuvieron tanta significación clínica. Dichos valores fueron semejantes a los obtenidos por Aglietti y cols (76) (Fig. 11).

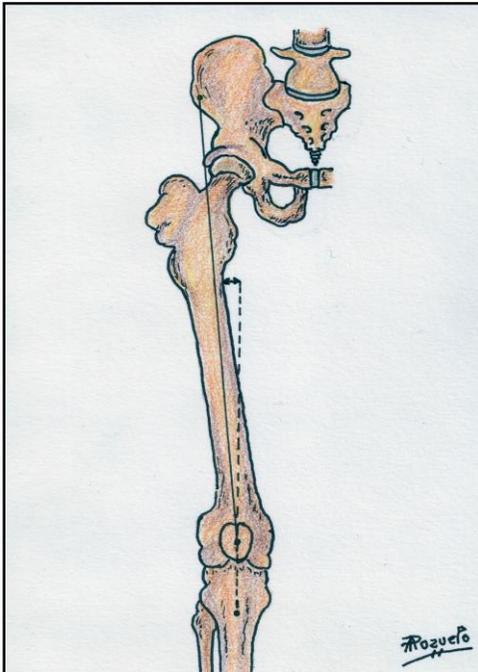


Fig.11 Medición del Ángulo Q. Valores de normalidad 15-20° en mujeres, 10-15° en hombres. Tomado de Dandy DJ. Chronic patellofemoral instability. J Bone Joint Surg 1996; 78-B (2): 328-335

El ángulo Q puede medirse en decúbito supino y en posición de bipedestación pero dado que esta medida se ve afectada por la rotación de la cadera, se debe observar la posición del borde medial del pie durante la

marcha para reproducir esta posición durante la medición. La pronación o supinación activa del pie debe evitarse debido a que están asociadas con la rotación interna y externa de la pierna y consecuentemente aumenta o disminuye el ángulo Q (77). Tanto la pronación del pie como la rotación interna de la extremidad producen un aumento del ángulo Q. De ahí la necesidad de estandarizar la posición del pie durante la medición del ángulo.

Algunos autores como Fithian y cols (78) midieron el ángulo Q con la rodilla ligeramente flexionada (unos 30°), y aplicando simultáneamente una fuerza posterior hasta que la rótula contactara con la fosa troclear, pero, dada la dificultad para obtener de forma sistematizada la flexión de la rodilla y la rotación de la cadera, hace menos fiable la reproducibilidad de dicha medición. Este ángulo genera una fuerza subluxante de dirección lateral sobre la rótula, la que junto con la fuerza dirigida hacia atrás dada por la flexión de la rodilla aumenta la presión sobre la carilla lateral de la tróclea femoral. El intervalo normal del ángulo Q varía en la literatura y existe controversia sobre si la anatomía pélvica más ancha de las mujeres es o no un factor que contribuye al aumento del ángulo Q. Los valores normales para dicho ángulo son de aproximadamente 10° para los hombres y de 15° para las mujeres.

1.6.2. POSICIÓN DE LA RÓTULA

Una vez terminada la posición en bipedestación pediremos al paciente que se siente para observar la posición e inclinación de la rótula. En condiciones normales, la rótula se encuentra entre los cóndilos femorales

cuando la rodilla está en 90° de flexión. En caso de que exista una rótula alta, su superficie anterior apuntará al techo cuando la rodilla se encuentre a 90° de flexión, mientras que si ésta es baja, no llegará a alcanzar los cóndilos. Para poder catalogar una rótula como alta ha de tener un índice rotuliano de Insall-Salvati superior a 1.2. Este índice se calcula dividiendo la longitud del tendón rotuliano por la longitud sagital mayor de la rótula. En rodillas normales el borde medial de la rótula se encuentra en el mismo nivel que el lateral, con una pequeña inclinación lateral en extensión completa.

La crepitación rotuliana con frecuencia se debe al daño en el cartílago articular de la articulación fémoro-rotuliana, pero también puede deberse a una alteración de partes blandas. Debe clasificarse como ausente, moderada o grave y dado que, más allá de los 90° de flexión, no puede evaluarse con el paciente sentado, se estudia mejor en posición de cuclillas.

1.6.3. EXPLORACIÓN DE LA MUSCULATURA Y TEJIDOS BLANDOS

Las alteraciones a nivel del cuádriceps y más concretamente en el vasto interno son factores predisponentes del dolor fémoro-patelar anterior. Debemos explorar a cada uno de nuestros pacientes buscando signos de debilidad muscular clasificándolos según la escala de Daniels (balance muscular) y valoraremos si existe o no atrofia de cuádriceps. Para ello, se realiza una medida circunferencial del muslo de ambos miembros inferiores a una distancia estándar de 10 cm del polo superior de la rótula y se comparan entre sí.

El dolor fémoro-patelar se asocia con frecuencia a déficit en la flexibilidad del cuádriceps, los isquiotibiales, el tríceps sural y la cintilla iliotibial. Es por esto por lo que la flexibilidad de los mismos debe ser evaluada de forma sistemática mediante las maniobras que describimos a continuación.

Maniobra de Duncan Ely: valora el acortamiento de recto anterior del cuádriceps. Se coloca al paciente en decúbito prono y se flexiona de forma pasiva la rodilla con una mano, colocando la otra sobre la pelvis hasta que notamos una pequeña elevación de la pelvis. Se considera normal que se produzca a partir de los 90°. Si ocurre antes existe un acortamiento del recto anterior (*Fig.12*).



Fig.12 Maniobra de Duncan Ely. Valora el acortamiento del recto anterior del cuádriceps.

Medida del ángulo poplíteo. Valora el acortamiento de los isquiotibiales. El paciente se coloca en decúbito supino, con la cadera a 90° de flexión y se le pide que vaya estirando la rodilla progresivamente todo lo que pueda. Se realiza la medida de la flexión de rodilla con un goniómetro

La normalidad de dicho ángulo oscila alrededor de los 20°. Un ángulo poplíteo mayor indica acortamiento de isquiotibiales (*Fig. 13*).



Fig. 13. Medida del ángulo poplíteo. Valora el acortamiento de los isquiotibiales.

Test de Ober. Valora el acortamiento de la cintilla iliotibial. El paciente se coloca en decúbito lateral. El miembro inferior que pega a la camilla se deja en extensión, relajado. El miembro contralateral se coloca con la rodilla a 90° de flexión. El examinador se coloca por detrás del paciente, con una mano sujeta la pelvis y con la otra tira hacia atrás del pie. Se debe extender la cadera al máximo hacia atrás en el plano horizontal. El test se considera positivo si la rodilla asciende en dicho plano (*Fig. 14*).



Fig.14. Maniobra de Ober. Valora el acortamiento de la cintilla iliotibial.

Test de Silverskiold. Valora el acortamiento del tríceps sural. Debe medirse con las rodillas en extensión y en flexión. Se coloca al paciente en decúbito supino y se le pide que realice la flexión dorsal máxima del pie. A continuación el paciente realizará la misma maniobra flexionando la rodilla. Si aumenta la flexión dorsal indica que existe un acortamiento del tríceps sural (*Fig.15*).





Fig.15. Maniobra de Silverskiold. Valora el acortamiento del Tríceps Sural

Con el fin de valorar la existencia de retracciones a nivel de los retináculos, se valorará la movilidad medial y lateral de la rótula observando la translación que se produce tras aplicar una presión firme. La medida de la translación puede realizarse dividiendo la rótula en cuatro cuadrantes y estimando cuantos cuadrantes se desplaza ésta durante su movilización medial-lateral. Un desplazamiento excesivo en dirección lateral indica laxitud del retináculo medial y viceversa. Mientras que una reducción de la movilidad indica la existencia de un retináculo tenso.

La palpación sistemática de los tejidos blandos peripatelares comprende tanto a los estabilizadores pasivos como a las inserciones tendinosas de cada porción del cuádriceps. Se han de palpar los retináculos medial y lateral, el cóndilo femoral medial, las diferentes inserciones del cuádriceps y el tendón rotuliano.

La existencia de retracciones a nivel de la aleta rotuliana externa se valora con la prueba del volteo rotuliano. En una rodilla normal en extensión completa, la rótula puede elevarse desde su vertiente lateral más allá del eje

transepicondileo, mientras que en las rodillas en las que existe retracción de la aleta rotuliana externa ocurre lo contrario.

1.6.4. MANIOBRAS DE REPRODUCCIÓN DEL DOLOR ROTULIANO

En la actualidad se utilizan diversas pruebas exploratorias para evidenciar dolor con origen en el cartílago rotuliano. Entre ellos, el signo de placaje, la prueba de presión continua fémoro-patelar, la de flexión mantenida, signo del cepillo, test de Waldron, test de Clarke y test del escalón excéntrico que a continuación procedemos a explicar.

La **maniobra de placaje o de Zöhlen** se explora comprimiendo la rótula contra el fémur con la rodilla en extensión mientras se le pide al paciente que contraiga activamente el cuádriceps. Resulta positivo cuando, ante esta exploración el paciente aqueja dolor (*Fig.16*).



Fig.16 Maniobra de placaje o de Zöhlen

La **prueba de compresión axial rotuliana o prueba de presión continua fémoro-patelar** permite evaluar el dolor anterior de rodilla con origen en la superficie articular de la articulación fémoro-patelar. Consiste en la reproducción de dolor mediante la realización de una presión axial continua sobre la rótula manteniendo la rodilla en extensión (*Fig.17*).



Fig.17. Prueba de compresión axial rotuliana o prueba de presión continua fémoro-patelar

La **prueba de flexión mantenida** provoca dolor de origen rotuliano secundario a un aumento de presión intraósea. Para la realización de la misma se coloca al paciente en decúbito supino con la rodilla extendida y relajada. Se flexiona por completo la rodilla y se mantiene en dicha posición. La prueba es positiva si después de 15 o 30 segundos la rodilla es dolorosa (*Fig.18*).



Fig.18. Prueba de flexión mantenida

El **signo del cepillo** es una maniobra exploratoria característica de patología rotuliana. Su fundamento es la percepción de un defecto de deslizamiento. Se explora en supino con el miembro inferior extendido y relajado, imprimiendo a la rótula un movimiento de traslación, frotándola contra la tróclea femoral, siguiendo el eje del miembro. En condiciones normales, se aprecia una sensación suave de deslizamiento, mientras que, si existen alteraciones cartilaginosa, la sensación es rugosa, y, en ocasiones, despierta dolor (*Fig.19*).



Fig.19. Signo del cepillo

Test de Waldron (Fase 1 y 2). El paciente se coloca en decúbito supino y el examinador presiona la rótula contra el fémur a la vez que va realizando una flexión pasiva de rodilla simultáneamente con la otra mano (79). La crepitación y el dolor durante una parte del rango de movimiento son considerados como signos de patología fémoro-patelar (80)(Fig. 20A). En la fase 2 se le pide al paciente que se agache lentamente a la vez que el examinador presiona la rótula contra el fémur. La aparición de crepitación y dolor son de interés para la interpretación del test (Fig.20B).



Fig. 20A. Test de Waldron. Fase 1



Fig 20B. Test de Waldron. Fase 2

Test de Clarke. Se realiza con el paciente en decúbito supino con las rodillas sobre una cuña para conseguir una adecuada flexión a nivel de la articulación fémoro-patelar. La realización de la prueba en extensión puede llevar a la aparición de falsos positivos. Mientras el paciente permanece relajado, el examinador presiona la rótula con una mano por su borde superior y después le pide al paciente que contraiga la musculatura cuádriceps. Si aparece el dolor, la prueba se considera positiva. Una prueba de Clarke positiva se considera indicativa de alteración fémoro-patelar (80,81). Sin embargo, su validez diagnóstica para el diagnóstico de condromalacia ha demostrado ser muy bajo, con autores que no recomiendan su uso rutinario en la exploración del dolor anterior de rodilla (82) (*Fig.21*).



Fig.21. Test de Clarke

Test del escalón excéntrico. Para esta prueba los pacientes deben ir en pantalón corto y descalzos. El escalón se hace desde un taburete de 15 cm de altura (83). En un intento por estandarizar la altura del escalón entre los participantes, se ajusta la altura al 50% de la longitud de la tibia. El escalón se fabrica en madera y se añade una capa de caucho antideslizante para prevenir los resbalones durante la prueba (84,85). La prueba consiste en que el paciente ponga las manos en sus caderas y se le pide que baje el escalón con la rodilla sana extendida y flexionando la rodilla patológica tan lenta y suavemente cómo le sea posible. A continuación el paciente realiza la prueba con la otra pierna. La prueba se considera positiva cuando aparece dolor durante su realización en la rodilla que realiza la flexión (*Fig.22*).





Fig.22. Test del escalón excéntrico

1.6.5. MANIOBRAS EXPLORATORIAS DE INESTABILIDAD FÉMORO-PATELAR

La inestabilidad lateral de la rótula es valorada mediante pruebas de movilidad lateral-medial, de modo que un desplazamiento lateral pasivo de la rótula de más de dos cuadrantes, con la rodilla a 30° de flexión indica la existencia de unos estabilizadores mediales debilitados y consecuentemente una potencial inestabilidad lateral.

La inestabilidad medial de la rótula, mucho menos frecuente que la lateral, debe pensarse en pacientes sintomáticos después de una cirugía de realineación, ya que la mayoría de las veces es yatrógena. Para su evaluación se realiza la **prueba de la subluxación medial de la rótula de Fulkerson** en la que se aplica una presión de dirección medial sobre la rótula con la rodilla

en extensión completa. La prueba es positiva si con la flexión pasiva de rodilla aparece dolor y se reproducen los síntomas (*Fig.23*).



Fig.23. Prueba de subluxación medial de la rótula de Fulkerson

Test de aprehensión rotuliana (Test de Fairbanks). Se realiza con el paciente tumbado en decúbito supino. El examinador utiliza sólo una mano para empujar la rótula tan lateral cómo sea posible. Se comienza con la rodilla flexionada a 30° y con la otra mano, cogiendo el talón o el tobillo, el examinador realiza una flexión lenta de rodilla y cadera. El desplazamiento lateral de la rótula debe mantenerse durante todo el recorrido de la prueba. La prueba se considera positiva cuando se reproduce el dolor en el paciente o aparece en él algún signo de aprehensión (se va a mostrar como expresiones verbales de ansiedad, contracciones involuntarias del cuádriceps o sujeción de la rodilla para prevenir una posible luxación) (*Fig.24*). (79-81).



Fig.24. Test de aprehensión rotuliana.

Test de rastreo de la rótula o Signo J: el test dinámico de rastreo de la rótula es una medida de inestabilidad rotuliana. El paciente se coloca sentado. El examinador le pide que extienda activamente la rodilla desde los 90° de flexión hasta la extensión completa y debe observar la trayectoria del movimiento de la rótula. En la mayoría de los individuos la rótula parece moverse en línea recta proximalmente, con una leve desviación lateral al llegar al final de la extensión. Existen algunos individuos en los que en lugar de moverse la rótula superiormente con la extensión de rodilla, ésta se desvía lateralmente al terminar la extensión como si se saliera del surco troclear creando una trayectoria con forma de J invertida. La causa de esta alteración no está clara. Algunos autores describen que puede existir un desbalance

entre la contracción de los tejidos blandos mediales y laterales(Fig. 25) (86-87).

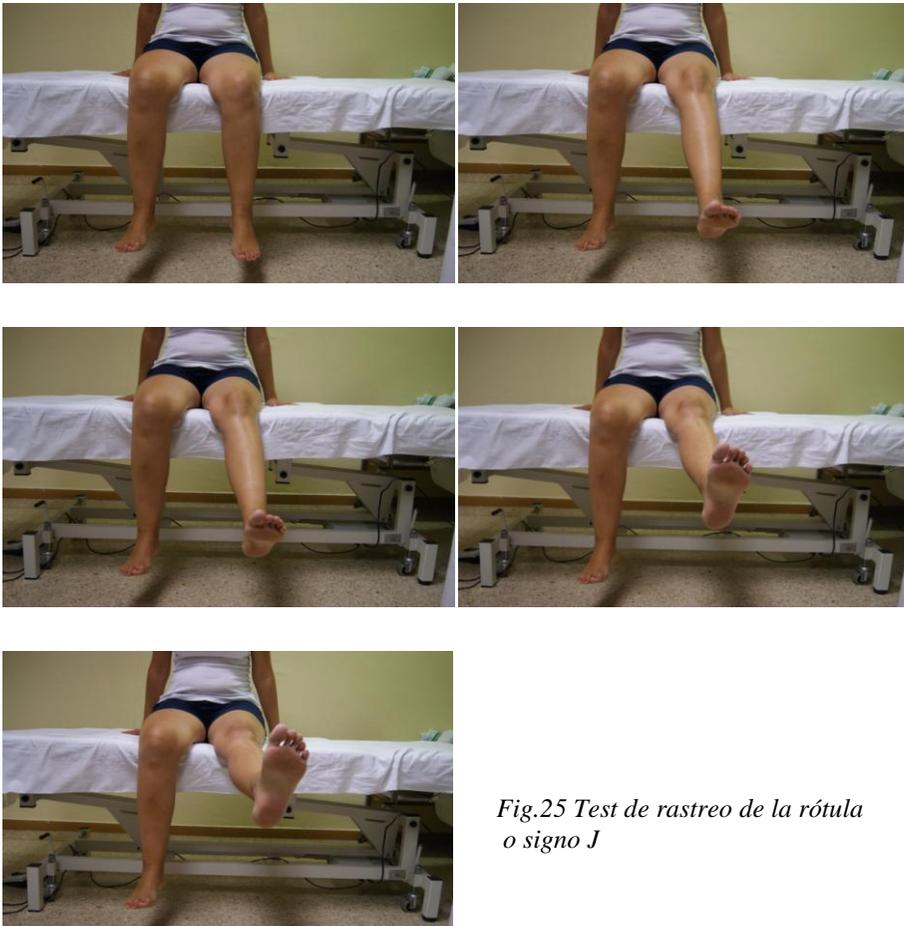


Fig.25 Test de rastreo de la rótula o signo J

1.6.6. MANIOBRAS PARA LIGAMENTOS LATERALES, CRUZADOS Y MENISCOS

Finalmente cabe destacar que en toda exploración reglada de rodilla debemos incluir las maniobras que nos indican que el resto de estructuras que se encuentran en dicha articulación se encuentran indemnes.

Para valorar el ligamento lateral interno y el ligamento lateral externo realizaremos la **maniobra del bostezo** que se lleva a cabo colocando una mano a nivel del extremo distal del fémur y la otra sujetando firmemente el tobillo. Se fuerza la rodilla en ambos sentidos, comprobando si es estable tanto en valgo como en varo (*Fig.26*).



Fig. 26. Maniobra del bostezo

Signo del cajón anterior y posterior. Valora la estabilidad o inestabilidad del ligamento cruzado anterior o posterior. Se realiza con el paciente tumbado en decúbito supino y se le pide que flexione la rodilla. El explorador se sienta en la camilla y sujeta con el muslo el pie del paciente. Una vez así, coloca ambos pulgares sobre el borde anterior de la tibia y el

resto de dedos en el hueso poplíteo (palpando la relajación de los músculos isquiotibiales). Se realiza tracción hacia delante para valorar la estabilidad del ligamento cruzado anterior. Es positiva si el final del movimiento es blando y sin resistencia. En el caso del ligamento cruzado posterior, se realiza igual pero la tracción se efectúa hacia atrás (Fig.27).



Fig. 27. Signo del cajón anterior y posterior

Por último incluiremos el **signo de Apley** que es útil para distinguir entre lesiones meniscales y capsulares. Se realiza con el paciente en decúbito prono y la rodilla a 90° de flexión. El explorador se coloca a un lado de la camilla con ambas manos sobre el pie del paciente y realiza una tracción axial y compresión axial al tiempo que hace movimientos de rotación interna y externa del pie. Si duele al hacer la tracción se trata de una lesión capsular,

mientras que si duele al hacer compresión se trata de una lesión meniscal (Fig.28).



Fig. 28 Signo de Apley

1.7. DIAGNÓSTICO POR IMAGEN DEL DOLOR FÉMORO PATELAR

1.7.1. RADIOGRAFÍA SIMPLE

Existen hallazgos anatómicos asociados al dolor anterior de rodilla que pueden ser demostrados radiológicamente.

La radiografía simple de rodilla, con proyecciones anteroposterior, lateral y axial, constituye una de las primeras aproximaciones radiológicas al estudio del dolor de rodilla (88,89)

La proyección axial debe proporcionar una imagen lo más cercana posible a la alineación fisiológica patelo-femoral. Para su realización se han descrito bastantes técnicas. De todas ellas, las más aceptadas son la de Laurin y Merchant.

La proyección de Laurin se realiza con el paciente sentado en la mesa de exploraciones con las rodillas en flexión de 20°, colocándose el tubo de rayos X paralelo al borde anterior de la tibia (90).

La proyección de Merchant se realiza en posición supina con flexión de 45° y el haz de rayos inclinado 30° en sentido cráneo caudal (91), siendo hoy en día esta última la más usada para la evaluación de la congruencia fémoro-rotuliana(92) probablemente debido a las dificultades técnicas para la realización de la proyección de Laurin.

Las técnicas realizadas en prono necesitan una flexión de rodilla de más de 90°, raramente proporcionan información acerca del discurrir rotuliano por la tróclea, ya que con flexiones superiores a 90°, la ausencia de centraje rotuliano resulta excepcional. Por ello, las proyecciones axiales

orientadas al estudio de la rótula deben realizarse entre 20° y 45° de flexión, por ser éste el arco en el que ocurren la mayoría de las alteraciones de alineación rotuliana (Fig. 29).

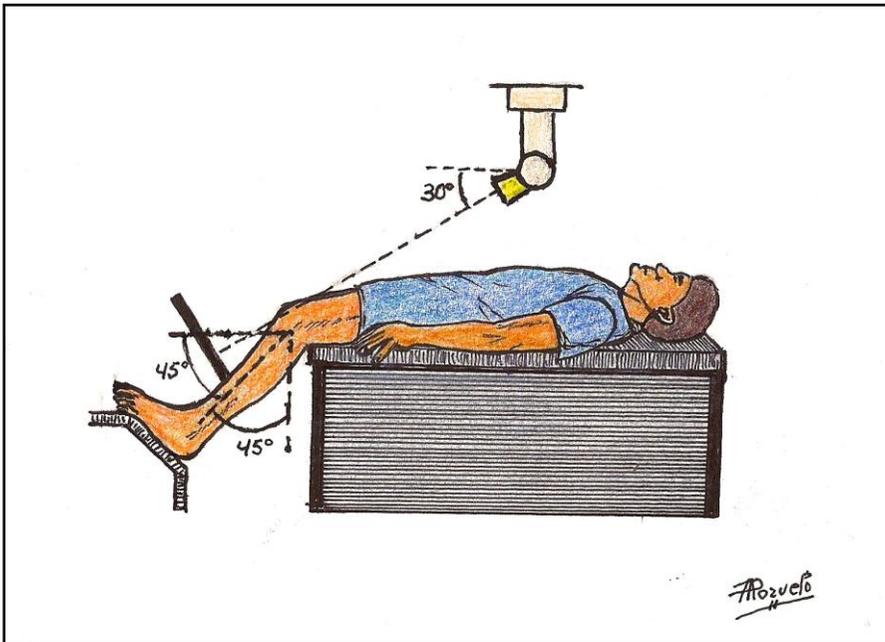


Fig. 29: Técnica de Merchant para la obtención de las proyecciones axiales de la rótula. El paciente está en posición supina, con las rodillas flexionadas 45° sobre el borde de la mesa y apoyadas en un soporte. El chasis se apoya alrededor de 30 cm por debajo de las rodillas. Es incidido en ángulo recto por el haz de rayos X, que está dirigido 30° hacia abajo de la horizontal (De Merchant AC, Mercer RL, Jacobsen RH y cols: “Roentgenographic analysis of patello-femoral congruence”. J bone joint surg (Am) 56: 1391, 1974.

Las relaciones fémoro-patelares así como el desplazamiento lateral rotuliano y la inclinación rotuliana pueden igualmente medirse en una

proyección axial. El ángulo del sulcus está formado por la unión de las líneas que dibujan el punto más bajo del surco intercondilar hasta los puntos más altos de los cóndilos medial y lateral, tal y como lo describe Boucher (93). Su valor normal es de 126°-150°. Conforme el ángulo del sulcus se aplana hasta valores de 150° o más, la congruencia entre la rótula y el fémur se hace menor, pudiendo dar lugar a subluxaciones, luxaciones o ambas (76,91).

El desplazamiento lateral rotuliano se mide dibujando una línea que una los márgenes posteriores de los cóndilos femorales medial y lateral y una perpendicular a ésta al nivel del margen del cóndilo medial. La distancia del margen medial de la rótula a dicha perpendicular no debe ser de mayor de 1 mm (90).

El ángulo fémoro-patelar lateral descrito por Laurin et al. (90) es usado para medir la inclinación rotuliana, constituyendo un excelente criterio radiológico de inclinación, pero no de luxación. Se trata del ángulo formado entre dos líneas tangenciales a los puntos más altos de la cara anterior de ambos cóndilos femorales y a la cara lateral de la rótula respectivamente. Este ángulo es normal cuando se abre lateralmente y anormal cuando lo hace medialmente.

Merchant y colaboradores describieron el denominado ángulo de congruencia para la valoración de la traslación de la rótula respecto al surco troclear. Para la medición del mismo, es necesario hacer la bisectriz del ángulo del sulcus, y tomarla como línea de referencia. Luego se dibuja una segunda línea entre el ápex del sulcus y el punto más bajo de la superficie articular de la rótula. El ángulo creado entre ambas líneas es el ángulo de

congruencia. En condiciones normales, dicho ángulo no debe ser superior a 16° (91).

Anomalías en la medición del ángulo de congruencia, del desplazamiento o inclinación rotuliana pueden ser indicativos de mala alineación. No obstante, si se realizan las mediciones en extensión o con pocos grados de flexión es posible encontrar anomalías en la inclinación rotuliana y subluxación en pacientes asintomáticos con una biomecánica patelo-femoral normal por lo que las alteraciones radiológicas han de correlacionarse siempre con las alteraciones clínicas.

En la proyección lateral se puede apreciar la posición vertical de la rótula, y, con ello, determinar la existencia de rótula alta que puede asociarse a dislocación lateral, subluxación, condromalacia, rotura del tendón rotuliano y enfermedad de Sinding – Larsen- Johansson. La rótula baja, en cambio, es más frecuentemente observada en roturas del tendón cuadricipital, alteraciones neuromusculares, acondroplasia, y en casos de adelantamiento de la tuberosidad tibial anterior. La mayoría de los métodos aplicados en la determinación de la altura de la rótula están basados en referencias anatómicas óseas. El método de Insall-Salvati divide la longitud del tendón rotuliano por la longitud máxima de la rótula (89,94); el índice de Grelsamer es una modificación del de Insall-Salvati que realiza el cociente entre la longitud del tendón rotuliano con la de la superficie articular de la rótula (95); el cociente de Blacburne divide la longitud de la superficie articular de la rótula con respecto a la distancia vertical que separa el borde inferior de la superficie articular con respecto a una horizontal que pasa por el platillo tibial (96); el índice de Catón divide la distancia entre el borde inferior de la

superficie articular de la rótula y el margen anterosuperior de la tibia por la longitud de la superficie articular de la rótula (97).

El método de Insall- Salvati es uno de los más usados. Su valor normal es de aproximadamente 1, de modo que, una razón menor de 0.8 es considerada indicativo de rótula baja, mientras que, una razón mayor de 1.2 indica rótula alta. Con el índice de Grelsamer se considera rótula alta a partir de 2 y en el de Blacburne con un cociente mayor de 0.8. En el método de Caton-Deschamps (98,99), considerado menos sensible, se diagnostica como rótula alta aquellos casos en los que el valor es superior a 2 (*Fig.30*).

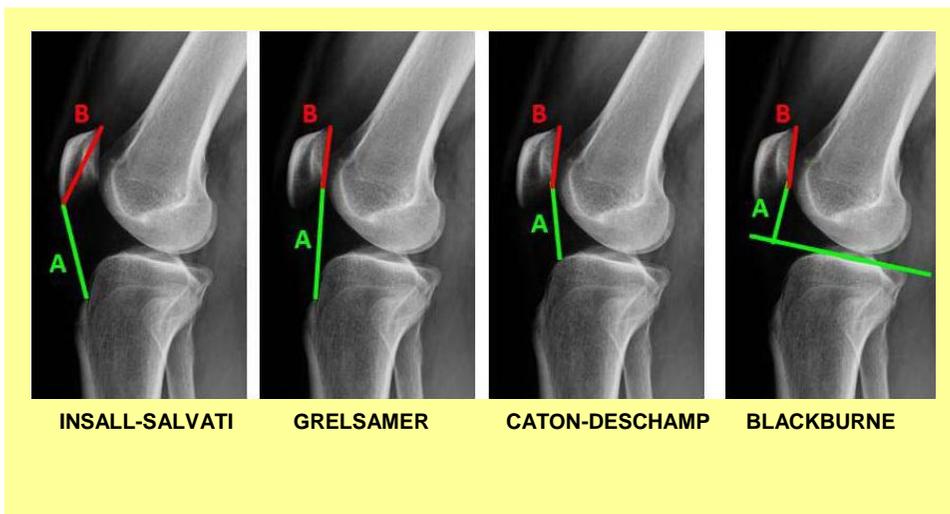


Figura 30. Distintos métodos de medición en radiografía simple de la altura rotuliana

La proyección lateral pura, técnicamente correcta, puede aportar mucha información acerca de la anatomía de la tróclea femoral, siendo

posible realizar el diagnóstico de displasia troclear con una placa lateral de rodilla. En esta proyección se identifican tres líneas densas en la región anterior de la epífisis femoral distal: surco o valle de la tróclea, más posterior el contorno del cóndilo lateral y el contorno del cóndilo medial mas anteriormente, proporcionando estas tres líneas información sobre la profundidad troclear en toda su longitud

Dos criterios se han usado clásicamente: el signo del cruce y el signo de la prominencia ventral. El signo del cruce se considera positivo cuando el suelo de la tróclea cruza el contorno ventral del cóndilo femoral lateral (100,101).

El signo de la prominencia ventral del suelo troclear se mide como la distancia entre una tangente a la cortical de la diáfisis femoral y una tangente a la parte más ventral del suelo troclear. Para el diagnóstico de displasia troclear debe ser superior a 3mm (102). También en esta proyección, es posible medir la profundidad troclear, considerándose como normal una profundidad de 7.8mm. Una tróclea poco profunda puede predisponer a la dislocación lateral incluso aunque exista un buen encaje rotuliano desde los primeros grados de flexión.

1.7.2. TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA (TC)

Aparte de la radiología simple, es conveniente realizar una tomografía computarizada (TC) de la articulación fémoro-patelar, ya que numerosos estudios han probado su utilidad para el estudio de anomalías de la estabilidad rotuliana en pacientes que refieren dolor anterior fémoro-

patelar (89,103-109). Se considera 1.5 veces más sensible que la radiografía simple en la detección de anomalías que causan inestabilidad rotuliana (110). Estos estudios han demostrado que, en muchos pacientes con síntomas fémoro-rotulianos y subluxación rotuliana a menos de 30° de flexión, la rótula se centra en el surco troclear conforme van aumentando los grados de flexión. En casos de rodillas asintomáticas, es frecuente apreciar algún grado de inclinación rotuliana fisiológica o subluxación con la extensión completa. De este modo, las imágenes obtenidas en el rango de flexión 5°-30° son de enorme valor a la hora de diferenciar entre situaciones normales y anómalas de estabilidad y alineación.

Para la realización de la TC se debe adoptar la posición de supino o prono debiendo obtenerse imágenes axiales de la articulación fémoro-patelar a 0°, 10°, 20° y 30° de flexión con el fin de realizar un estudio completo del discurrir rotuliano por la tróclea femoral. Para el estudio y valoración de la subluxación e inclinación rotulianas la TC se ha convertido, gracias a la mayor exactitud que posee respecto a la radiología convencional, en la prueba Patrón Oro, usándose en el día de hoy para el estudio morfométrico preciso de la rodilla. Las principales medidas a realizar serían el ángulo del sulcus, ángulo de inclinación patelo-femoral y el ángulo de congruencia.

Utilizando dicha metodología se distinguen tres patrones diferentes de mala alineación rotuliana: tipo 1: subluxación sin inclinación (ángulo de congruencia alterado), tipo 2: subluxación con inclinación (ángulo de congruencia y ángulo de inclinación alterados); tipo 3: inclinación sin subluxación (ángulo de inclinación alterado) (111).

La relación entre el tubérculo tibial y el centro de la tróclea femoral (TTA-TG) se realiza de forma precisa en la TC. Es una medida de la lateralidad de la inserción tibial del tendón rotuliano con respecto al vértice del ángulo de la tróclea femoral. Se considera que, en sujetos normales, dicha distancia es de 10- 15 mm y que una distancia de más de 2 cm es específica, pero poco sensible de mala alineación.

Una ventaja del uso de las técnicas tomográficas, TC o RM, en el estudio de la altura de la rótula es que se puede elegir el corte donde la longitud del tendón rotuliano y de la rótula son mayores, independientemente de que coincidan o no en el mismo plano de corte. Esto aporta una mayor fiabilidad y validez con respecto a las medidas obtenidas en la placa simple (112). La TC detecta la morfología del cartílago, pero el contraste de densidades que aporta es insensible a las lesiones precoces. La artro-TC, con introducción de contraste yodado intra-articular, permite definir el contorno del cartílago y detectar sus fisuras y erosiones, sin embargo es una técnica invasiva que requiere la punción de la cavidad articular.

1.7.3. RESONANCIA MAGNÉTICA

La resonancia magnética (RM), con un mayor contraste de las partes blandas que la TC, permite la visualización del contorno y de la estructura interna del cartílago con mayor detalle.

En RM las lesiones precoces del cartílago pueden aparecer como alteraciones del contorno, fibrilación o fisuras, mientras que las lesiones más avanzadas se manifiestan como defectos parciales o de espesor completo,

delaminación y adelgazamiento severo con erosión subcondral. La delaminación consiste en la separación de la zona calcificada de la no calcificada por una lesión cartilaginosa de espesor completo (113).

Para el estudio RM de cartílago se han desarrollado numerosas secuencias, debido a la dificultad que genera la representación de esta estructura curva y fina. Estas secuencias pueden dividirse en morfológicas y fisiológicas. Entre las morfológicas se incluyen las secuencias spin eco (potenciadas en T1, densidad de protones o T2) sin o con supresión grasa, tridimensional “spoiled gradient echo” con supresión grasa (fat-suppressed 3D SPGR) y tridimensional “fast imaging employing steady state acquisition” (3D FIESTA). Entre las fisiológicas reseñaremos la difusión, RM de sodio y el estudio T2 Mapping.

El tiempo de relajación horizontal T2 es una constante para un tejido determinado y una potencia de campo definida (114). Se define como el tiempo en que la señal decae al 37% de su máximo (115). Es sensible a los protones de lento movimiento y es una función del contenido acuoso, del colágeno y de la orientación anisotrópica y ordenada de las fibras colágenas. La orientación variable del colágeno en las capas cartilaginosas produce diferencias en los tiempos de relajación T2 con artefacto de anisotropía menos destacado en secuencias gradiente eco. El tiempo de relajación T2 de un tejido es la constante de desintegración del componente transversal de la magnetización resultante de las interacciones spin-spin de sus componentes titulares (116). Aunque el 75-80% del cartílago es agua muestra un tiempo de relajación T2 corto, entre 15-60 ms, probablemente debido a la arquitectura de las fibras colágenas (117). El cartílago aparece hipointenso

en imágenes potenciadas en T2 (TE largo), contrastando con la hiperintensidad del líquido sinovial.

La realización de la secuencia T2 Mapping es una nueva aplicación de la RM que consiste en adquirir una secuencia multieco con un solo parámetro variable llamado Tiempo de Eco (TE), siendo posteriormente procesada y reconstruyéndose una imagen en color, que según el T2 de cada tejido la codifica de un color predeterminado específico, posteriormente se fusiona sobre una imagen anatómica y creamos así la imagen definitiva llamada T2 Mapping. La imagen del T2 Mapping típica del cartílago hialino se caracteriza por un incremento de la relajación T2 desde las capas profundas a las superficiales (118). En teoría, la alteración de este patrón podría permitir diagnosticar lesiones condrales tipo I permitiendo el inicio de un tratamiento precoz que evite la progresión (119-121).

La visualización directa del cartílago rotuliano y de la tróclea femoral mediante RM ha promovido la aparición de nuevos índices que permite determinar la posición de la rótula, alta o baja, considerando el área de contacto entre ambos cartílagos, factor considerado por algunos como más importante que las relaciones óseas en la determinación del riesgo de desarrollo de alteraciones fémoro-patelares. Uno de los más usados es el índice patelo-trocLEAR que divide la longitud del contacto entre ambos cartílagos entre la longitud del cartílago rotuliano en una secuencia sagital. Un valor superior al 50% es considerado como rótula baja, mientras que un valor inferior al 12.5% es considerado como rótula alta (122).

1.8. TRATAMIENTO DEL SÍNDROME DOLOROSO FÉMORO-PATELAR

El diagnóstico preciso y temprano de la causa de dolor fémoro-patelar es uno de los factores más importantes en la elección del tratamiento apropiado, que abarca desde opciones no quirúrgicas basadas en técnicas de rehabilitación, hasta tratamiento quirúrgicos, generalmente indicados en los casos más severos o recurrentes de inestabilidad rotuliana. La cirugía incluye procedimientos como la trocleoplastia, osteotomías, procedimientos de realineación de los tejidos blandos y, más recientemente, reconstrucción del ligamento o retináculo patelo-femoral medial (123).

2.HIPÓTESIS

2. HIPÓTESIS

La etiología del dolor fémoro-patelar parece ser multifactorial. Entre las causas posibles hay que reseñar el desplazamiento anormal de la rótula por la tróclea femoral, una activación retardada o debilidad del vasto medial con respecto al vasto lateral, alteraciones neuromusculares, rigidez del retináculo lateral y de otras estructuras músculo tendinosas de la rodilla, la pronación de la articulación subtalar y, finalmente, la profundidad de la tróclea femoral (73). Es muy probable que la identificación de los factores contribuyentes en cada caso permita una mejor planificación de las estrategias terapéuticas y, por consiguiente, una mejora en los resultados del tratamiento.

La evaluación de los factores implicados se lleva a cabo mediante la historia y tests clínicos con variable virtualidad diagnóstica. En cambio, la anatomía ósea y de las partes blandas suele estudiarse mediante diferentes métodos de diagnóstico por imagen, que constituyen el segundo escalón diagnóstico y que nunca deberían sustituir a la anamnesis y exploración clínica en la toma de decisiones terapéuticas. De la correlación y asociación entre datos clínicos y de imagen se puede obtener la información más fiable a la hora de plantear el diagnóstico y la actitud terapéutica.

En el planteamiento inicial de este trabajo asumimos las siguientes premisas que presentamos como hipótesis:

1.- Los datos clínicos y los resultados de las pruebas de imagen permiten distinguir entre la rodilla normal y la rodilla con dolor fémoro-patelar anterior.

2.- Asimismo, los datos clínicos y de imagen permiten distinguir entre el síndrome doloroso fémoro-patelar de causa idiopática y el secundario a inestabilidad.

3.- La realización de TC a 90° de flexión permite diferenciar a los pacientes con dolor fémoro-patelar idiopático.

4.- La secuencia T2 Mapping en Resonancia Magnética permite detectar alteraciones del cartílago precoces.

3. OBJETIVOS

3. OBJETIVOS

El objetivo que nos planteamos cuando iniciamos este trabajo era revisar la utilidad de los signos clínicos y hallazgos radiológicos clásicos en el diagnóstico del dolor anterior de rodilla. Aportamos como novedad, el estudio mediante TC de la rodilla en flexión de 90°, y la correlación entre las alteraciones morfológicas del cartílago rotuliano, detectadas mediante RM, con las alteraciones fisiológicas que se pueden deducir de los tiempos de relajación del cartílago.

De forma concreta los objetivos de la presente Tesis Doctoral son:

- 1.- Determinar los parámetros clínicos y radiológicos que nos permiten diferenciar los pacientes con rodillas con dolor fémoro-patelar anterior de los pacientes cuyas rodillas son asintomáticas.
- 2.- Determinar los parámetros clínicos y radiológicos que permiten diferenciar los pacientes que presentan rodillas con dolor fémoro-patelar idiopático de aquellos con rodillas dolorosas de carácter secundario a la inestabilidad.
- 3.- Determinar si los datos radiológicos obtenidos tras la realización de TC a 90° de flexión nos permiten diferenciar a los pacientes con rodillas con dolor fémoro-patelar idiopático.
- 4.- Determinar si la realización de Resonancia Magnética que incluya T2 Mapping nos permite detectar zonas dañadas en el cartílago rotuliano, con anterioridad a que se altere morfológicamente.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Se realizó un estudio descriptivo de pacientes con patología fémoro-patelar estudiados como primera visita en las consultas externas del Servicio de Rehabilitación del Hospital de Traumatología de Granada perteneciente a la Ciudad Sanitaria Virgen de las Nieves. Se les realizó una anamnesis, exploración física completa y estudio radiológico mediante TC de la articulación fémoro-patelar (en extensión, a 20° y 90° de flexión), RMN con secuencias anatómicas T1, DP sin y con supresión grasa, y T2 Mapping, así como radiografía simple de miembros inferiores.

La entrada en el estudio fue aceptada en todos los casos mediante la firma del consentimiento informado por parte del paciente.

4.1.1. PACIENTES

Se ha recogido la información correspondiente a pacientes con dolor fémoro patelar anterior atendidos durante el periodo comprendido entre Noviembre de 2009 y Mayo de 2012 en las consultas externas de Rehabilitación del Hospital de Traumatología de Granada.

Se acordaron como criterios de inclusión los siguientes:

- 1.- Pacientes, hombres y mujeres, con dolor en la articulación fémoro-patelar de más de 3 meses de duración, atribuible a patología fémoro-patelar intrínseca.

2.- Edad comprendida entre los 16 y los 45 años en el momento de entrar en el estudio

3.- Deseo de participar en el estudio mostrado mediante consentimiento informado y firmado

Se excluyeron los pacientes con alguna de las siguientes características:

1.- Pacientes con edad inferior a los 16 años o superior a los 45 años. Se excluyen a los menores de 16 años por considerar injustificado la realización de radiología convencional y tomografía computarizada en un menor de edad en edad de crecimiento. Se excluyen a los mayores de 45 años porque con esa edad la mayoría de los pacientes con dolor de rodilla presentarán signos degenerativos o artrósicos que pueden enmascarar la exploración física.

2.- Mujeres embarazadas: porque en el estudio se incluyen pruebas radiológicas contraindicadas en mujeres embarazadas.

3.- Pacientes con patología de menisco o ligamentos: porque el dolor puede enmascarar algunos signos clínicos de la exploración.

4.- Pacientes con cualquier problema médico-quirúrgico general que pudiera interferir con la participación óptima en el estudio o ser factor de confusión para la valoración clínica o radiológica fémoro-patelar. Si el paciente estuviese en lista de espera quirúrgica puede que no termine de hacerse las pruebas de imagen y si ha sido operado pueden aparecer artefactos en las imágenes que no nos permita realizar una correcta medición.

Atendiendo a dichos criterios, se incluyeron en el estudio un total de 50 pacientes (27 hombres y 23 mujeres), lo que supone un total de 100 exploraciones completas de rodilla.

4.1.2. TAMAÑO MUESTRAL

Nos hemos basado en los datos de la tesis presentada por la Dra. María del Mar Carrión Martín: “Influencia de las variables clínicas y radiológicas en la evolución de los pacientes con síndrome doloroso fémoro patelar” (46), en la que se indica que el valor medio de la anchura de la faceta interna de la rótula en el grupo de pacientes con rodilla asintomática es de 18.10 mm, de 19.0 mm en el grupo de pacientes con dolor fémoro patelar idiopático y de 16.20 mm en el grupo de pacientes con inestabilidad fémoro-patelar, y la desviación típica conjunta de 3.43. Se asume, según estos datos, que la variabilidad entre grupos es de 1.40 mm y la variabilidad intra-grupos es de 11.76mm, para conseguir una potencia del 80% en la detección de diferencias en el contraste de la hipótesis nula H_0 : “las medias de los tres grupos son iguales mediante una prueba ANOVA de 1 factor para muestras independientes”, teniendo en cuenta que el nivel de significación es del 5%, será necesario incluir 85 rodillas en el estudio distribuidas entre los tres grupos según las siguientes proporciones: 31% en el grupo de pacientes con rodillas inestables con dolor, 34% en el grupo de pacientes con rodillas asintomáticas y 35% en el grupo de pacientes con rodillas dolorosas sin inestabilidad.

En previsión de posibles pérdidas, se incrementará esta cantidad en un 10%, totalizando 94 rodillas en el estudio. Se ha redondeado la cifra en 100 rodillas (50 pacientes en total).

4.2. VARIABLES A ESTUDIAR

4.2.1. VARIABLES CLÍNICAS

Como variables clínicas consideramos los datos recogidos en la anamnesis y en la exploración clínica.

4.2.1.1. Variables epidemiológicas

- 1.- **Sexo.** Variable cualitativa dicotómica con los siguientes valores: 0: Hombre; 1: Mujer
- 2.- **Edad.** Variable continua expresada en años
- 3.- **Actividad Deportiva.** Variable cualitativa dicotómica con los siguientes valores: 0: No; 1: Si
- 4.- **Lado afecto:** Variable cualitativa dicotómica que hace referencia a la rodilla afecta 0: derecha; 1: izquierda
- 5.- **Tiempo de evolución:** variable continua que expresa en meses el tiempo que el paciente lleva con dolor
- 6.- **Antecedente traumático:** variable cuantitativa dicotómica con los siguientes valores: 0: No; 1: Si

7.- **Diagnóstico:** variable categórica policotómica con los siguientes valores:
0: normal; 1: dolor fémoro-patelar; 2: inestabilidad fémoro-patelar

8.- **Tipo de tratamiento:** variable categórica policotómica son los siguientes valores: 0: ninguno; 1: médico; 2: quirúrgico

4.2.1.2. Variables clínicas recogidas en la anamnesis

1.- **Subluxación rotuliana (sintomática).** Variable categórica dicotómica con los siguientes valores: 0: No; 1: Si

2.- **Luxación rotuliana.** Variable categórica dicotómica con los siguientes valores: 0: No; 1: Si

3.- **Aparición del dolor** (Pertenece a la escala de Werner). Variable categórica policotómica con los siguientes valores: 0: ausencia con la actividad; 1: al correr o después de correr; 2: después de caminar > 2 km; 3: después de caminar < 2 km; 4: durante la marcha normal; 5: en reposo

4.- **Sensación de inestabilidad rotuliana** (Pertenece a la escala de Werner). Variable categórica policotómica con los siguientes valores: 0: nunca; 1: algunas veces; 2: frecuentemente.

5.- **Bloqueos**(Pertenece a la escala de Werner). Variable categórica policotómica con los siguientes valores: 0: nunca; 1: algunas veces; 2: frecuentemente

6.- **Sedestación con las rodillas flexionadas > 30 minutos** (Pertenece a la escala de Werner): Variable categórica policotómica con los siguientes

valores: 0: sin problemas; 1: con limitación ligera; 2: con dificultad; 3: imposible. Para algunos análisis se ha recodificado en 2 valores: 0: sin problemas; 1: Todos los demás valores.

7.- **Cuclillas** (Pertenece a la escala de Werner). Variable categórica policotómica con los siguientes valores: 0: sin problemas; 1: con limitación ligera; 2: con dificultad; 3: imposible. Para algunos análisis se ha recodificado en 2 valores: 0: sin problemas; 1: Todos los demás valores.

8.- **Subir escaleras** (Pertenece a la escala de Werner). Variable categórica policotómica con los siguientes valores: 0: sin problemas; 1: con limitación ligera; 2: con dificultad; 3: imposible. Para algunos análisis se ha recodificado en 2 valores: 0: sin problemas; 1: Todos los demás valores.

9.- **Bajar escaleras** (Pertenece a la escala de Werner). Variable categórica policotómica con los siguientes valores: 0: sin problemas; 1: con limitación ligera; 2: con dificultad; 3: imposible. Para algunos análisis se ha recodificado en 2 valores: 0: sin problemas; 1: Todos los demás valores.

4.2.1.3. Variables exploratorias

1.- **Derrame.** Variable categórica dicotómica con los siguientes valores: 0: no; 1: si.

2.- **Crepitación.** Variable categórica dicotómica con los siguientes valores: 0: no; 1: si.

3.- **Atrofia de cuádriceps.** Variable categórica dicotómica con los siguientes valores: 0: no; 1: si.

4.- **Limitación funcional.** Variable categórica dicotómica con los siguientes valores: 0: no; 1: si.

5.- **Genu recurvatum.** Variable categórica dicotómica con los siguientes valores: 0: no; 1: si.

6.- **Genu valgum.** Variable categórica dicotómica con los siguientes valores: 0: no; 1: si.

7.- **Dolor en faceta interna.** Variable categórica dicotómica con los siguientes valores: 0: no; 1: si.

8.- **Dolor en faceta externa.** Variable categórica dicotómica con los siguientes valores: 0: no; 1: si.

9.- **Dolor a la aprehensión.** Variable categórica dicotómica con los siguientes valores: 0: no; 1: si.

10.- **Signo de cepillo.** Variable categórica dicotómica con los siguientes valores: 0: no; 1: si.

11.- **Placaje.** Variable categórica dicotómica con los siguientes valores: 0: no; 1: si.

12.- **Dolor a la presión continua fémoro-patelar.** Variable categórica dicotómica con los siguientes valores: 0: no; 1: si.

13.- **Balance muscular.** También llamada **Escala de Daniels.** Variable continua que adquiere un valor máximo de 5 según la fuerza muscular existente a nivel del aparato extensor de la rodilla. Se cuantifica de 0 a 5 según lo siguiente: 0: no se detecta contracción activa en la palpación ni en la

inspección visual; 1: se ve o se palpa contracción muscular pero es insuficiente como para producir movimiento; 2: contracción débil, pero capaz de producir el movimiento completo cuando la posición minimiza el efecto de la gravedad (sobre el plano horizontal); 3: la contracción es capaz de ejecutar el movimiento completo y contra la acción de la gravedad; 4: la fuerza no es completa, pero puede producir un movimiento contra la gravedad y contra una resistencia manual de mediana longitud; 5: la fuerza es normal y contra una resistencia manual máxima por parte del examinador

14.- **Escala analógica Visual (EVA).** Variable continua con valores comprendidos entre 0 y 10 usada para cuantificar la intensidad del dolor. El valor máximo (10) indica dolor insoportable mientras que el mínimo (0) indica ausencia de dolor.

15.- **Angulo Q.** Variable continua que expresa en grados el valor del ángulo Q determinado en la exploración clínica.

16.- **Podoscopio.** Variable categórica policotómica con los siguientes valores: 0: normal; 1: pie cavo; 2: pie plano; 3: pie pronado; 4: pie supinado

17.- **Cajones.** Variable categórica dicotómica con los siguientes valores: 0: negativo; 1: positivo

18.- **Maniobra de Apley.** Variable categórica dicotómica con los siguientes valores: 0: negativo; 1: positivo

19.- **Test de Waldron.** Variable categórica dicotómica con los siguientes valores: 0: negativo; 1: positivo

20.- **Test de Clarke.** Variable categórica dicotómica con los siguientes valores: 0: negativo; 1: positivo

21.- **Test del escalón.** Variable categórica dicotómica con los siguientes valores: 0: negativo; 1: positivo

22.- **Signo J.** Variable categórica dicotómica con los siguientes valores: 0: negativo; 1: positivo

4.2.2. VARIABLES RADIOLÓGICAS-TC

1.- **Distancia entre la tuberosidad anterior de la tibia y la garganta troclear (TTA-TG) en extensión y flexión de 20° y 90°.** Variable continua expresada en milímetros (mm).

2.- **Ángulo de inclinación patelo femoral lateral en extensión y flexión de 20° y 90°.** Variable continua expresada en grados

3.- **Ángulo de congruencia rotuliana en extensión y flexión de 20° y 90°.** Variable continua expresada en grados

4.- **Ángulo del sulcus femoral en extensión.** Variable continua expresada en grados

5.- **Profundidad del sulcus femoral en extensión.** Variable continua expresada en mm.

6.- **Faceta del cóndilo femoral interno.** Variable continua expresada en mm

7.- **Faceta del cóndilo femoral externo.** Variable continua expresada en mm.

8.- **Inclinación troclear femoral externa en extensión.** Variable continua expresada en grados

9.- **Inclinación troclear femoral interna en extensión.** Variable continua expresada en grados

10.- **Prominencia.** Variable continua expresada en mm.

11.- **Anchura de la rótula.** Variable continua expresada en mm.

12.- **Longitud de la rótula.** Variable continua expresada en mm.

13.- **Longitud de la faceta rotuliana interna sagital en extensión.** Variable continua expresada en mm.

14.- **Longitud de la faceta rotuliana interna transversa en extensión.** Variable continua expresada en mm

15.- **Faceta impar:** variable categórica dicotómica con los siguientes valores: 0: no; 1: si

16.- **Longitud de la faceta rotuliana externa sagital en extensión.** Variable continua expresada en mm.

17.- **Longitud de la faceta rotuliana externa transversa en extensión.** Variable continua expresada en mm.

18.- **Longitud del tendón rotuliano en extensión y flexión de 20° y 90°.** Variable continua expresada en mm.

19.- **Distancia fémoro-patelar externa en extensión y flexión de 20° y 90°.**

Variable continua expresada en mm.

20.- **Distancia fémoro-patelar interna en extensión y flexión de 20° y 90°.**

Variable continua expresada en mm.

21.- **Índice de Insall Salvati en extensión y flexión de 20° y 90°.** Variable

continua que expresa el resultado del cociente longitud del tendón rotuliano/
longitud de la rótula

4.2.3. VARIABLES RADIOLÓGICAS-RMN

En Resonancia Magnética valoramos el cartílago rotuliano.

Cartílago rotuliano. Variable policotómica con los siguientes valores basados en la clasificación de Noyes modificada (124): grado 0: no condromalacia; grado 1: alteración de señal sin alteración del contorno; grado 2: fisura o ulceración con una profundidad inferior al 50% del espesor del cartílago; grado 3: ulceración mayor del 50% del espesor del cartílago que no contacta el hueso; grado 4: ulceración completa del cartílago con afectación del hueso subcondral (*Fig.31*).

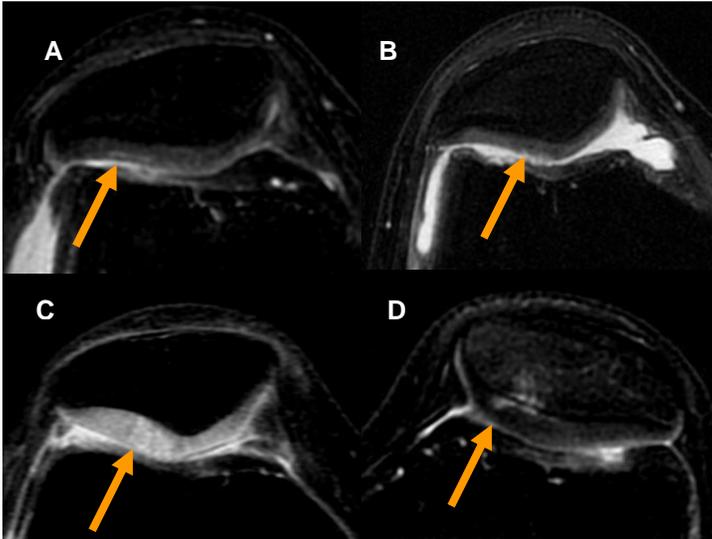


Figura 31. Condromalacia grado I(A), II (B), III (C) y IV (D)

Tiempo de relajación T2 en faceta externa superior. Variable continua expresada en milisegundos.

Tiempo de relajación T2 en faceta interna superior. Variable continua expresada en milisegundos.

Tiempo de relajación T2 en faceta externa inferior. Variable continua expresada en milisegundos.

Tiempo de relajación T2 en faceta interna inferior. Variable continua expresada en milisegundos.

4.2.4. VARIABLE RADIOLÓGICA-RADIOLOGIA CONVENCIONAL DE MIEMBROS INFERIORES

Ángulo Q radiológico. Variable continua expresada en grados.

4.3. MÉTODOS

Una vez seleccionados los pacientes, según los criterios de inclusión expuestos anteriormente y una vez recogidas todas las variables, se definieron los grupos de estudio. Teniendo en cuenta que la realización de TC de la articulación fémoro-patelar supone una exposición importante a radiación ionizante, se consideró grupo control aquellas rodillas asintomáticas de los pacientes objeto de estudio.

Por tanto, se han considerado 3 grupos de pacientes en función del diagnóstico clínico de sus rodillas:

- Grupo de pacientes con rodillas asintomáticas (control): rodilla sin clínica dolorosa fémoro-patelar. De manera global la podemos definir como la rodilla contralateral a la rodilla objeto del estudio. Los casos con afectación bilateral quedaron por tanto sin control
- Grupo de pacientes con rodillas con dolor fémoro-patelar idiopático sin signos de inestabilidad fémoro-rotuliana: rodillas con dolor en región anterior o anteromedial en relación con aquellas actividades que mantienen la rodilla en flexión (sedestación prolongada, subir y bajar escaleras, cuclillas) y que en la exploración no presentan signos de inestabilidad.
- Grupo de pacientes con rodillas con dolor fémoro-patelar y signos de inestabilidad fémoro-rotuliana: rodillas con signos de inestabilidad rotuliana, entendiendo ésta como la incapacidad temporal o permanente para controlar el equilibrio de la articulación fémoro-patelar. Los criterios para la inclusión en este grupo fueron uno de los

siguientes: traslación lateral de la rótula mayor al 50% de su anchura mediante desplazamiento manual o episodio de luxación documentada.

4.3.1. ANAMNESIS Y EXPLORACIÓN FÍSICA

Una vez seleccionados los pacientes, se procedió a la recogida de los datos de filiación del paciente: nombre, edad, sexo, profesión, tiempo de evolución, existencia de antecedente traumático previo, así como antecedentes personales de interés que pudieran resultar factores de confusión en el estudio.

Posteriormente pasamos a la anamnesis dirigida, preguntando de forma más específica la existencia de alguno de los siguientes síntomas: dolor rotuliano (de forma típica por detrás de la rótula y agravado con la actividad física (especialmente con aquellas actividades que requieren una flexión de rodilla mantenida), sensación subjetiva de subluxación, episodios clínicos objetivos de luxación, derrame, crepitación e impotencia funcional.

Una vez recogidos los datos de filiación y la anamnesis se procedió a la exploración física de la articulación fémoro-patelar propiamente dicha.

En primer lugar se realizó una valoración en bipedestación de la alineación de la extremidad inferior y el morfotipo constitucional del paciente con el fin de detectar la presencia de genu varum, valgum o recurvatum, así como estrabismos rotulianos divergente o convergente e incluso una acusada atrofia de cuádriceps.

Previo a la valoración del paciente en decúbito supino, se pidió al paciente que se sentara en la camilla con la rodilla a 90° de flexión para poder observar la posición de la rótula que en condiciones normales se sitúa entre los dos cóndilos. A continuación se valoró la crepitación para lo cual se exploró contra resistencia la extensión de la rodilla desde los 90° de flexión.

Signo J. El paciente se coloca sentado. El examinador le pide que extienda activamente la rodilla desde los 90° de flexión hasta la extensión completa y debe observar la trayectoria del movimiento de la rótula. En la mayoría de los individuos la rótula parece moverse en línea recta proximalmente, con una leve desviación lateral al llegar al final de la extensión. Existen algunos individuos en los que en lugar de moverse la rótula superiormente con la extensión de rodilla, ésta se desvía lateralmente al terminar la extensión como si se saliera del surco troclear creando una trayectoria con forma de J invertida.

A continuación se realizó la valoración en decúbito supino del paciente siguiendo el siguiente esquema:

Ángulo Q. Dicho ángulo se mide colocando al paciente en decúbito supino con los pies en posición neutra con el fin de evitar que la medición se viera afectada con la rotación de la cadera. A continuación se traza una línea que va desde la espina iliaca antero superior hasta el centro de la rótula y otra que va desde la tuberosidad anterior de la tibia al centro de la rótula. El ángulo Q, es el ángulo que resulta del cruce de estas dos líneas y fue medido con goniómetro (*Fig.32*).

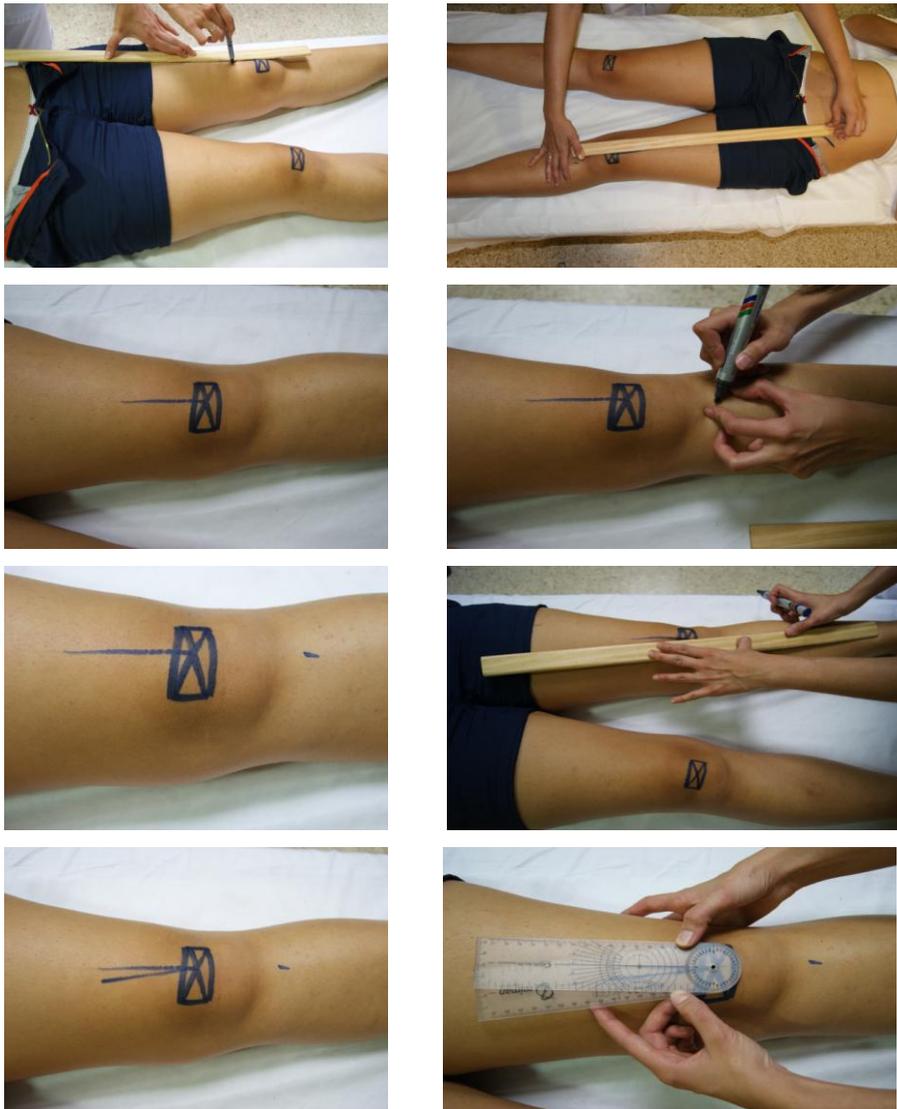


Fig.32 Medición del Ángulo Q clínico en decúbito supino

Atrofia del cuádriceps. Se valoró mediante la comparación de un miembro con el contralateral. Se realizó una medida circunferencial del muslo a una distancia estándar del polo superior de la rótula de 10 cm en

ambos miembros inferiores. En caso de diferencia igual o superior a un centímetro en este diámetro circunferencial podemos hablar de atrofia cuádriceps (*Fig.33*).



Fig. 33. Valoración de la atrofia del cuádriceps

Balance muscular (BM) de cuádriceps y vasto interno. Se le pide al paciente que realice una extensión de rodilla y se cuantifica el BM de acuerdo a los valores explicados previamente en la descripción de las variables clínicas. El BM del vasto interno se exploró valorando la fuerza muscular para la realización de los últimos 30° de extensión de rodilla.

Acortamiento de Isquiotibiales (medición del ángulo popliteo). Se valoró observando si existía o no la posibilidad de realizar una extensión

completa de rodilla de la posición de decúbito supino y con la cadera flexionada a 90°. En caso de existir retracción de isquiotibiales no fue posible la extensión completa.

Movilidad medial y lateral de la rótula. Se valoró en decúbito supino con la rodilla en extensión, observando la translación de la rótula tras aplicar una presión firme, evaluando las restricciones mediales y laterales de la rótula.

La traslación lateral se valora desde la posición de extensión completa, con la rótula centrada en la tróclea femoral, midiéndose la traslación medial con un porcentaje de la anchura de la rótula. Las traslaciones de un 25% se consideran normales, mientras que las superiores al 50% son indicativas de laxitud de las estructuras mediales de restricción. La presencia de un tope firme junto con traslación limitada (dos cuadrantes o menos) va en contra del diagnóstico de inestabilidad rotuliana

Palpación de las facetas interna y externa. Desde la posición de extensión completa y con el cuádriceps relajado, se consigue subluxar el aparato extensor interna y externamente, consiguiendo presionar con fuerza cada una de las facetas rotulianas. Si desencadena dolor indica la presencia de alteración en el cartílago rotuliano.

Maniobra del placaje o de Zöhlen. Se explora comprimiendo la rótula contra el fémur con la rodilla en extensión mientras en paciente contrae activamente el cuádriceps (realización de contracción isométrica). Se considera positivo en los casos en los que desencadena dolor.

Prueba de presión continua fémoro-patelar. Se explora colocando al paciente en supino con la rodilla extendida y realizando una presión axial continua sobre la rótula. La prueba se considera positiva en los casos en los que se origina dolor.

Signo del Cepillo. Se explora en decúbito supino con el miembro inferior extendido y relajado, imprimiendo a la rótula un movimiento de traslación siguiendo el eje del miembro; apreciando la sensación de deslizamiento. En condiciones normales, resulta suave, mientras que si existen alteraciones cartilaginosas, la sensación es rugosa, y, en ocasiones despierta dolor.

Prueba de aprehensión. Se explora realizando un desplazamiento lateral de la rótula con la rodilla flexionada 20°-30°. La prueba se considera positiva cuando ante esta maniobra se origina dolor y defensa por parte del paciente. En caso de que únicamente se origine dolor, sin defensa por parte del paciente, la prueba se considera negativa.

Bostezos en valgo y en varo. Se exploraron para valorar la integridad de los ligamentos colateral medial (LCM) y lateral (LCL). Para ello se realizó una presión en valgo sobre la rodilla a 0° de flexión (valoración de LCM) y otra en varo (valoración de LCL), apreciando si existía o no abertura de la articulación medial y/o lateral. En caso de producirse abertura la prueba se considera positiva.

Prueba de McMurray. Usada para la valoración de lesiones meniscales. Se coloca al paciente en decúbito supino con flexión máxima de cadera y rodilla. Para explorar el menisco interno, el explorador coloca el dedo en la interlinea interna y con la otra mano se coloca el tobillo en

rotación externa y se extiende y flexiona activamente la rodilla. Si el explorador escucha o siente un chasquido en la interlinea, o si el paciente refiere dolor en la interlinea interna la prueba se considera positiva. Para la exploración del menisco externo, se realiza la misma maniobra pero colocando el tobillo en rotación interna y con el dedo del explorador en la interlinea externa.

Cajón anterior. Se usa para la valoración del ligamento cruzado anterior (LCA). Se realiza colocando al paciente en decúbito supino con la rodilla a 90° de flexión y la cadera a 45°. El explorador se sienta sobre el pie del paciente para bloquearlo y con las manos en la metáfisis tibial proximal realiza un desplazamiento hacia delante en posición neutra. En caso de lesión del LCA, se producirá desplazamiento de la metáfisis tibial hacia delante

Cajón posterior. se usa para valorar el ligamento cruzado posterior (LCP). Se realiza colocando al paciente en decúbito supino con la rodilla a 90° de flexión y la cadera a 45° de flexión. El explorador se sienta sobre el pie del paciente para bloquearlo y con ambos pulgares de las manos en la metáfisis tibial proximal realiza un desplazamiento hacia atrás. El test se considera positivo si se produce el consiguiente relieve superficial del tendón rotuliano y se aprecia una concavidad en la epífisis proximal de la tibia por debajo de la rótula.

Huella plantar. Estudiada con podoscopio

Signo de Apley. Se realiza con el paciente en decúbito prono y la rodilla a 90° de flexión. El explorador se coloca a un lado de la camilla con ambas manos sobre el pie del paciente y realiza una tracción axial y compresión axial al tiempo que hace movimientos de rotación interna y

externa del pie. Si duele al hacer la tracción se trata de una lesión capsular, mientras que si duele al hacer compresión se trata de una lesión meniscal.

Test de Waldron. Se coloca al paciente en decúbito supino. Se presiona la rótula contra el fémur a la vez que va realizando una flexión pasiva de rodilla simultáneamente con la otra mano. La prueba se considera positiva si aparece crepitación y dolor durante la maniobra.

Test de Clarke. Se realiza con el paciente en decúbito supino con las rodillas sobre una cuña para conseguir una adecuada flexión a nivel de la articulación fémoro-patelar. Mientras el paciente permanece relajado, se presiona la rótula con una mano por su borde superior y después le pedimos al paciente que contraiga la musculatura del cuádriceps. La prueba se considera positiva si aparece dolor.

Test del escalón excéntrico. Se realiza utilizando un escalón de aproximadamente unos 15 cm. La prueba consiste en que el paciente ponga las manos en sus caderas y se le pide que baje el escalón con la rodilla extendida tan lenta y suavemente cómo le sea posible. A continuación el paciente realiza la prueba con la otra pierna. La prueba se considera positiva cuando aparece dolor durante su realización

Una vez finalizada la anamnesis y la exploración física, se procede a la valoración funcional mediante la escala de Werner. Se trata de una escala de evaluación específica, en la cual 50 puntos representan al individuo sin dolor y 0 puntos al individuo con problemas máximos en su rodilla. Se le explica al paciente en qué consiste dicha escala y se le entrega una copia de la misma para su cumplimentación.

Escala de Valoración funcional de la rodilla de Werner

Dolor	Ausencia	5
	Ligero e infrecuente	3
	Constante	0
Aparición del dolor	Ausencia del dolor con la actividad	15
	Al correr o después de correr	12
	Después de caminar > 2km	9
	Después de caminar < 2km	6
	Durante la marcha normal	3
En reposo	0	
Sensación de inestabilidad rotuliana	Nunca	5
	Algunas veces	3
	Frecuentemente	0
Bloqueos	Nunca	5
	Algunas veces	3
	Frecuentemente	0
Sedestación con rodilla flexionadas > de 30 minutos	Sin problemas	5
	Limitación ligera	4
	Con dificultad	2
	Imposible	0
Cuclillas	Sin problemas	5
	Limitación ligera	4
	Con dificultad	2
	Imposible	0
Subir escaleras	Sin problemas	5
	Limitación ligera	4
	Con dificultad	2
	Imposible	0
Bajar escaleras	Sin problemas	5
	Limitación ligera	4
	Con dificultad	2
	Imposible	0

4.3.2. EXPLORACIÓN CON TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA FÉMORO-PATELAR

Los estudios de TC se realizaron en un TC multicorte de 16 canales (GE Bright Speed) y otro de 64 canales (GE Bright Speed). El grosor del corte fue de 0.6 mm en extensión y de 1.25 mm en flexión.

En un primer lugar se realiza el estudio en extensión y a continuación se repiten los cortes de la rótula a 20° y 90° de flexión colocando debajo de las rodillas del paciente unas cuñas de tamaño adecuado (*Fig.34A*), (*Fig.34B*), (*Fig.34C*).



Fig.34A.TAC en extensión



Fig.34B. TAC a 20° de flexión



Fig. 34C. TAC a 90° de flexión

1.- *Distancia TTA-TG*. Es la distancia horizontal entre el vértice del sulcus de la tróclea femoral y el centro de la tuberosidad tibial. Se mide en los cortes en extensión superponiendo la imagen del sulcus (cuando la escotadura intercondilea tiene forma de cúpula y el sulcus está bien definido)

2.- *Angulo de inclinación patelo-femoral lateral*. La forma de medición es similar, independientemente del grado de flexión. El ángulo de inclinación surge entre una línea que delimita el contorno de la faceta externa rotuliana y el borde posterior de los cóndilos femorales.

3.- *Angulo de congruencia rotuliana*. La forma de medición es similar, independientemente del grado de flexión. Este ángulo se forma entre la bisectriz del ángulo del sulcus femoral y otra línea que une el vértice del sulcus femoral con el vértice entre la faceta externa e interna de la rótula.

4.- *Angulo del sulcus femoral*. Es el ángulo que se delimita entre la cara anterior de la vertiente externa e interna de la tróclea femoral. Se realiza en la parte alta de la tróclea, cuando la carilla del cóndilo interno en el corte axial es un tercio de la carilla articular del cóndilo externo (125).

5.- *Profundidad del sulcus femoral*. Es la distancia que hay entre dos líneas paralelas a la línea condílea posterior. Una pasa por el vértice de la tróclea femoral y la otra por la proyección más anterior del cóndilo femoral externo.

6.- *Faceta del cóndilo femoral interno*. Mide la anchura máxima de la faceta del cóndilo femoral interno que forma parte de la tróclea femoral.

7.- *Faceta del cóndilo femoral externo*. Mide la anchura máxima de la faceta del cóndilo femoral externo que forma parte de la tróclea femoral

- 8.- *Anchura de la rótula.* Mide la anchura de la rótula en su tercio medio.
- 9.- *Longitud de la rótula.* Mide la altura del perfil de la rótula.
- 10.- *Anchura de la faceta rotuliana interna.* Mide la anchura de la faceta interna de la rótula
- 11.- *Altura sagital de la faceta interna de la rótula.* Mide la longitud máxima vertical de la faceta interna.
- 12.- *Faceta impar.* Catalogamos si existe o no
- 13.- *Anchura de la faceta rotuliana externa.* Mide la anchura de la faceta externa de la rótula
- 14.- *Altura sagital de la faceta externa de la rótula.* Mide la longitud máxima vertical de la faceta externa.
- 15.- *Longitud del tendón rotuliano.* Mide la longitud del tendón rotuliano
- 16.- *Prominencia troclear.* Es la distancia entre una línea que dibuja la cortical de la diáfisis femoral y una paralela tangente al suelo de la tróclea femoral
- 17.- *Índice de Insall- Salvati.* Es el cociente entre la longitud de la rótula y la longitud del tendón rotuliano

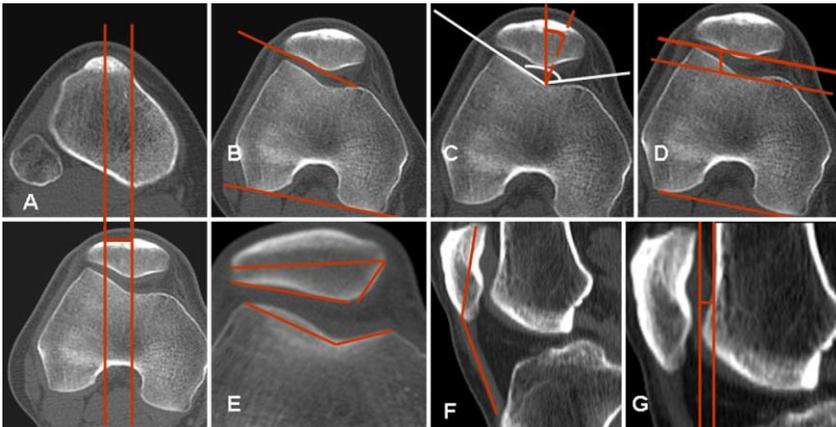


Fig. 35. A: TTAGT, B: ángulo de inclinación patelo femoral lateral, C: ángulo del sulcus (blanco) y ángulo de congruencia (rojo), D: profundidad del sulcus, E: anchura de las facetas medial y lateral de los cóndilos/ anchura de la rótula, medida de la faceta medial y lateral de la rótula, F: índice de Insall Savati: longitud del tendón rotuliano/longitud de la rótula, G: Prominencia troclear

4.3.3. EXPLORACIÓN CON RESONANCIA MEGNÉTICA. CÁLCULO DEL TIEMPO DE RELAJACIÓN T2.

Los estudios se realizaron en un aparato de 1.5 Tesla (GE, HDX). Se realizaron secuencias sagitales potenciadas en T1 (TR: 500 ms; TE: 9.5 ms), coronales en DP (TR: 1.880 ms; TE: 44.6 ms), axiales DP con supresión grasa (TR: 2.200 ms; TE: 41.4 ms) y T2 Mapping (TR: 1.000 ms; TE: 7.8, 15.7, 23.6,31.4,39.3,47.2,55.1 y 62.9 ms).

En la RM en un primer lugar se valoran las estructuras propias de la rodilla que en el caso de que estuvieran lesionadas pueden provocar dolor

que nos simule un síndrome fémoro-patelar anterior. Dichas estructuras son valoradas en la exploración clínica, pero mediante la resonancia comprobamos su integridad. A reseñar: meniscos, ligamento cruzado anterior y posterior, ligamento colateral interno y externo, tendón rotuliano, fémur, tibia y cartílago rotuliano

En segundo lugar se realiza un estudio T2 Mapping. La realización de la secuencia T2 Mapping es una nueva aplicación de RM que consiste en adquirir ocho secuencias iguales con un solo parámetro variable llamado Tiempo de Eco (TE), siendo posteriormente procesadas y reconstruyéndose una imagen en color, que según la relajación T2 de cada tejido se codifica de un color predeterminado específico (*Fig.36A, 36B y 36C*).

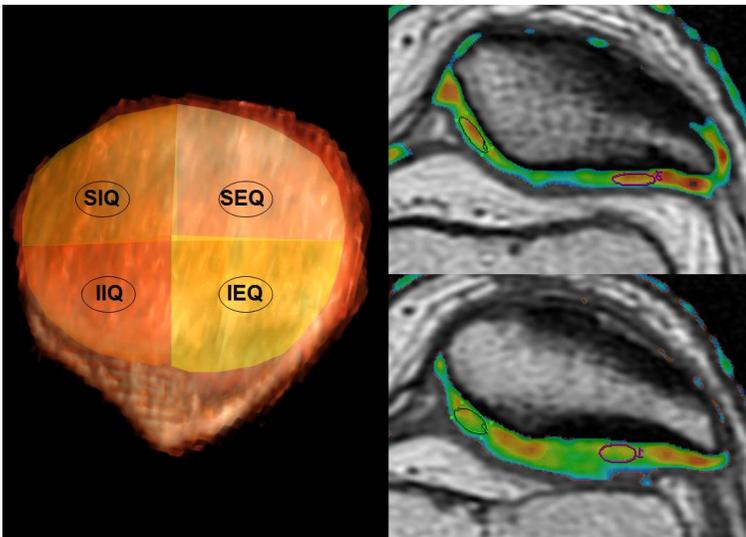


Fig.36A Imagen T2 mapping codificada en colores según el tiempo de relajación del cartílago. Se estudió el área central de cada cuadrante de las facetas articulares.

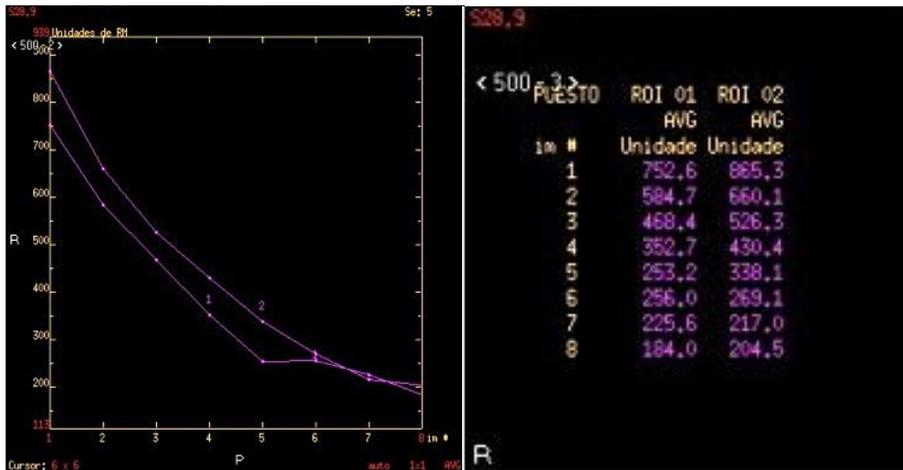


Fig.36B Representación gráfica y valor numérico de los valores de intensidad de señal para cada tiempo de eco en 2 áreas de interés

Para el cálculo de los tiempos de relajación T2 se coloca un ROI (region of interest) en la parte central de cada cuadrante lo que proporciona 8 valores de intensidad de señal correspondientes a cada uno de los 8 valores de tiempo de eco. Para evitar el efecto del volumen parcial se evitó que el ROI contactara la superficie articular y ósea del cartílago, por lo que el ROI recogió fundamentalmente la intensidad de señal global de la capa radial y transicional del cartílago. La señal va decayendo en función del tiempo. El tiempo de relajación T2 es, por definición, el tiempo en el que la intensidad de señal decae al 37% de su señal máxima (115).

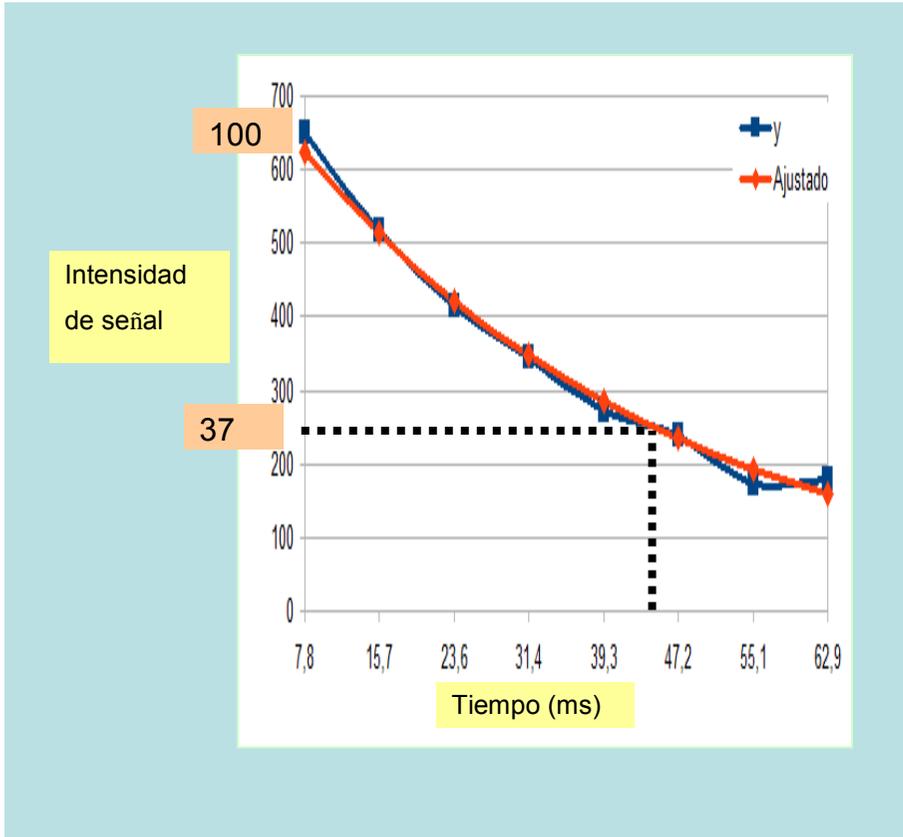


Gráfico 1. Tiempo de relajación horizontal (T_2) en función del tiempo.

El tiempo de relajación T_2 se estimó ajustando la función exponencial de la intensidad de señal en los diferentes tiempos de eco considerando que la intensidad de señal (IS) en función del tiempo de eco (TE) es equivalente a la exponencial $(-TE/T_2)$, donde T_2 es el tiempo de relajación transversal del tejido estudiado (126).

4.3.4. EXPLORACIÓN RADIOLÓGICA SIMPLE EN BIPEDESTACIÓN

El estudio radiológico en bipedestación se ha realizado en todos los pacientes para medir el ángulo Q radiológico. Tal y como se ha explicado, el ángulo Q es el formado por la intersección de una línea que va desde la espina iliaca anterosuperior hasta el centro de la rótula y otra que va desde el centro de la rótula hasta la tuberosidad tibial. En la literatura dicha medición se realiza en la exploración clínica en decúbito supino y en bipedestación. Por este motivo incluimos en este estudio la realización de una radiografía en bipedestación que incluya pelvis y miembros inferiores, al menos hasta tercio medio de tibia, para poder realizar la medición del ángulo Q radiológico y comparar si existen diferencias entre una y otra medida ya que factores como la rotación a la hora de colocar los pies puede aumentar o disminuir dicho ángulo (*Fig. 37*).



Fig. 37. Medida del Ángulo Q Radiológico.

4.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el tratamiento estadístico se hace un análisis descriptivo de las variables estudiadas, frecuencia y porcentaje de las variables cualitativas y media \pm error estándar de la media, mínimo y máximo, para las variables cuantitativas.

El estudio bivalente se hace con el test de la Chi cuadrado para variables categóricas y con la t de Student para comparar valores numéricas en variables con dos categorías y ANOVA de una vía para más de dos categorías, con comparación entre grupos mediante el test Bonferroni (127).

La comparación de los valores de los tiempos de relajación T2 entre diferentes grupos se hizo mediante el análisis de la varianza de medidas repetidas (128).

Para el estudio de la correlación entre la exploración clínica y la condromalacia diagnosticada mediante RM se determinaron los valores de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo y la razón de probabilidad, usando las siguientes fórmulas (129).

SENSIBILIDAD: verdaderos positivos (VP)/ VP + Falsos Negativos (FN). Proporción de pacientes con condromalacia que tienen un test positivo.

ESPECIFICIDAD: verdaderos negativos (VN)/VN+ Falsos Positivos (FP). Proporción de pacientes sin condromalacia que tienen un test negativo.

VALOR PREDICTIVO POSITIVO: VP/VP + FP. Probabilidad de que un paciente tenga condromalacia si el resultado del test ha sido positivo.

VALOR PREDICTIVO NEGATIVO: $VN/VN + FN$. Probabilidad de que un paciente no tenga condromalacia si el resultado del test ha sido negativo.

RAZÓN DE PROBABILIDAD POSITIVA: sensibilidad/(1-especificidad). Esta razón describe la probabilidad de tener la enfermedad en oposición a no tenerla tras un resultado positivo de un test.

RAZÓN DE PROBABILIDAD NEGATIVA: 1-sensibilidad/especificidad. Describe la probabilidad de no tener una enfermedad en oposición a tenerla tras un resultado negativo de un test.

Los resultados de la razón de probabilidad se interpretan del siguiente modo (130).

RP +	RP -	INTERPRETACIÓN
>10	< 0.1	Producen un cambio grande y a menudo en la probabilidad
5-10	0.1-0.2	Producen un moderado cambio en la probabilidad
2-5	0.2-0.5	Producen un cambio pequeño aunque a veces importante en la probabilidad
1-2	0.5-1	Alteran la probabilidad muy poco y rara vez de forma importante

En 14 rodillas se repitieron las medidas para el cálculo del error intraobservador. La reproducibilidad de las mediciones se estimó mediante el coeficiente de correlación intraclase, considerándose un valor superior a 0.75 como excelente, entre 0.4 y 0.75 como moderado y por debajo de 0.4 como pobre concordancia (130).

5. RESULTADOS

5. RESULTADOS

Las variables utilizadas fueron clasificadas en cuantitativas y cualitativas. En función del carácter de las variables se lleva a cabo un estudio estadístico de forma descriptiva y analítica uni y bivalente, buscando la relación de éstas con el diagnóstico clínico.

5.1. DESCRIPCIÓN DE LA SERIE CLÍNICA

Los resultados correspondientes a los hallazgos clínicos de la serie de pacientes investigados se recogen en las tablas 1 a 5.

VARIABLES	CATEGORIAS	TODA LA MUESTRA n= 100	GRUPOS DIAGNÓSTICOS		
			NORMAL	INESTABILIDAD CON DOLOR	DOLOR
EDAD		30.06±0.84 (16, 45)	29.65±1.46 (16,45)	28.60±1.59 (17, 45)	31.51±1.33 (16, 45)
SEXO	HOMBRE	54	16 (29.6%)	13(24.1%)	25 (46.3%)
	MUJER	46	15 (32.6%)	17 (37%)	14 (30.4%)
LADO AFECTO	DERECHO	50	13 (26%)	16 (32%)	21 (42%)
	IZQUIERDO	50	18 (36%)	14 (28%)	18 (36%)

Tabla 1. Estadística descriptiva de las variables que describen las características de la población. Se expresa en frecuencia y porcentaje

La serie clínica incluye un total de 50 pacientes (27 hombres y 23 mujeres) que se corresponden con 100 rodillas (54 rodillas masculinas y 46 femeninas), con una media de edad de 30 años, con un mínimo y un máximo de 16 y 45 años respectivamente.

Se han clasificado los resultados obtenidos en función del grupo diagnóstico al que pertenecen cada una de las rodillas exploradas, ya sean: rodillas normales, rodillas inestables con dolor y rodillas dolorosas sin inestabilidad.

Los antecedentes recogidos en la anamnesis durante la realización de la historia clínica: tiempo de evolución del dolor, actividad física que realiza el paciente, antecedentes traumáticos previos, sensación y/o episodios de luxación de rodilla y tipo de tratamiento realizado, se detallan en la siguiente tabla.

VARIABLES	CATEGORIAS	TODA LA MUESTRA n= 100	GRUPOS DIAGNÓSTICOS		
			NORMAL	INESTABILIDAD CON DOLOR	DOLOR
TIEMPO DE EVOLUCIÓN EN MESES		46.94±5.23 (4, 240)	32.55±5.54 (4,120)	57.57±11.54 (4, 240)	50.21±8.87 (7, 240)
ACTIVIDAD FÍSICA	NO	48	15 (31.3%)	17 (35.4%)	16 (33.3%)
	SI	52	16 (30.8%)	13 (25%)	23 (44.2%)
ANT. TRAUMÁTICO	NO	90	27 (30%)	29 (32.2%)	34 (37.8%)
	SI	10	4 (40%)	1 (10%)	5 (50%)
SENSACIÓN DE LUXACIÓN	NO	72	30 (41.7%)	10 (13.9%)	32 (44.4%)
	SI	28	1 (3.6%)	20 (71.4%)	7 (25%)
EPISODIOS DE LUXACIÓN	NO	96	31 (32.3%)	26 (27.1%)	39 (40.6%)
	SI	4	0 (0%)	4 (100%)	0 (0%)
TIPO DE TTO	NINGUNO	41	31 (75.6%)	3 (7.3%)	7 (17.1%)
	MÉDICO	56	0 (0%)	25 (44.6%)	31 (55.4%)
	QUIRÚRGICO	3	0 (0%)	2 (66.7%)	1 (33.3%)

Tabla 2. Estadística descriptiva de las variables que describen los antecedentes recogidos. Se expresa en frecuencia y porcentaje

En la siguiente tabla se recogen los ítems que incluye la Escala de Werner (Escala de funcionalidad de rodilla) distribuidos en función de los grupos diagnósticos.

VARIABLES	CATEGORIAS	GRUPOS DIAGNÓSTICOS			TODA LA MUESTRA n= 100
		NORMAL	INESTABILIDAD CON DOLOR	DOLOR	
DOLOR	NO	31 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	31
	LIGERO	0 (0%)	17 (44.7%)	21 (55.3%)	38
	CONSTANTE	0 (0%)	13 (41.9%)	18 (58.1%)	31
APARICIÓN DEL DOLOR	NO	31 (83.8%)	2 (5.4%)	4 (10.8%)	37
	AL CORRER	0 (0%)	10 (41.7%)	14 (58.3%)	24
	CAMINAR>2KM	0 (0%)	7 (41.2%)	10 (58.8%)	17
	CAMINAR<2KM	0 (0%)	4 (33.3%)	8 (66.7%)	12
	MARCHA	0 (0%)	6 (66.7%)	3 (33.3%)	9
	EN REPOSO	0 (0%)	1 (100%)	0 (0%)	1
INESTABILIDAD DE RODILLA	NO	31 (51.7%)	3 (5%)	26 (43.3%)	60
	A VECES	0 (0%)	27 (67.5%)	13 (32.5%)	40
BLOQUEO DE RODILLA	NO	31 (42.5%)	18 (24.7%)	24 (32.9%)	73
	OCASIONAL	0 (0%)	12 (44.4%)	15 (55.6%)	27
SEDESTACIÓN	SIN PROBLEMA	31 (59.6%)	13 (25%)	8 (15.4%)	52
	LIMIT.LIGERA	0 (0%)	12 (28.6%)	30 (71.4%)	42
	DIFICULTAD	0 (0%)	4 (80%)	1 (20%)	5
	IMPOSIBLE	0 (0%)	1 (100%)	0 (0%)	1
CUCLILLAS	SIN PROBLEMA	31 (77.5%)	6 (15%)	3 (7.5%)	40
	LIMIT.LIGERA	0 (0%)	13 (41.9%)	18 (58.1%)	31
	DIFICULTAD	0 (0%)	11 (42.3%)	15 (57.7%)	26
	IMPOSIBLE	0 (0%)	0 (0%)	3 (100%)	3
SUBIR ESCALERAS	SIN PROBLEMA	31 (62%)	8 (16%)	11 (22%)	50
	LIMIT.LIGERA	0 (0%)	13 (35.1%)	24 (64.9%)	37
	DIFICULTAD	0 (0%)	9 (69.2%)	4 (30.8%)	13
BAJAR ESCALERAS	SIN PROBLEMA	31 (72%)	5 (11.3%)	7 (16.3%)	43
	LIMIT.LIGERA	0 (0%)	17 (41.5%)	24 (58.5%)	41
	DIFICULTAD	0 (0%)	8 (50%)	8 (50%)	16

Tabla 3. Estadística descriptiva de la Escala de Werner

A continuación se presenta el análisis descriptivo de las variables que pertenecen a las maniobras exploratorias que se realizan durante la exploración física de rodilla.

VARIABLES	CATEGORIAS	GRUPOS DIAGNÓSTICOS			TODA LA MUESTRA n= 100
		NORMAL	INESTABILIDAD CON DOLOR	DOLOR	
DERRAME	NO	31 (33.7%)	24 (26.1%)	37 (40.2%)	92
	SI	0 (0%)	6 (75%)	2 (25%)	8
CREPITACIÓN	NO	30 (54.5%)	9 (16.4%)	16 (29.1%)	55
	SI	1 (2.2%)	21 (46.7%)	23 (51.1%)	45
ATROFIA DE Q	NO	31 (33%)	24 (25.5%)	39 (41.5%)	94
	SI	0 (0%)	6 (100%)	0 (0%)	6
LIMITACIÓN FUNCIONAL	NO	31 (32.3%)	29 (30.2%)	36 (37.5%)	96
	SI	0 (0%)	1 (25%)	3 (75%)	4
GENU RECURVATUM	NO	18 (30%)	15 (25%)	27 (45%)	60
	SI	13 (32.5%)	15 (37.5%)	12 (30%)	40
GENU VALGO	NO	17 (26.6%)	20 (31.2%)	27 (42.2%)	64
	SI	14 (38.9%)	10 (27.8%)	12 (33.3%)	36
DOLOR FACETA EXTERNA	NO	30 (50%)	10 (16.7%)	20 (33.3%)	60
	SI	1 (2.5%)	20 (50%)	19 (47.5%)	40
DOLOR FACETA INTERNA	NO	31 (49.2%)	12 (19%)	20 (31.7%)	63
	SI	0 (0%)	18 (48.6%)	19 (51.4%)	47
APREHENSIÓN	NO	31 (36%)	19 (22.1%)	36 (41.9%)	86
	SI	0 (0%)	11 (78.6%)	3 (21.4%)	14
CEPILLO	NO	30 (48.4%)	10 (16.1%)	22 (35.5%)	62
	SI	1 (2.6%)	20 (52.6%)	17 (44.7%)	38
BALANCE ARTICULAR	NORMAL	31 (31.3%)	29 (29.3%)	39 (39.4%)	99
	LIMITADO	0 (0%)	1 (100%)	0 (0%)	1
MANIOBRA LCA	NEGATIVO	31 (31%)	30 (30%)	39 (39%)	100
MANIOBRA DE APLEY	NEGATIVO	30 (31.3%)	27 (28.1%)	39 (40.6%)	96
	POSITIVO	1 (25%)	3 (75%)	0 (0%)	4

MALALINEAC. ROTULIANA	NO	17 (27.4%)	18 (29%)	27 (43.5%)	62
	ESTRAB.DIVERG	5 (31.3%)	7 (43.8%)	4 (25%)	16
	ESTRAB.CONV	9 (40.9%)	5 (22.7%)	8 (36.4%)	22
PODOSCOPIO	NORMAL	22 (37.9%)	16 (27.6%)	20(34.5%)	58
	PIE CAVO	2 (20%)	3 (30%)	5 (50%)	10
	PIE PLANO	1 (10%)	5 (50%)	4 (40%)	10
	PIE PRONADO	4 (28.6%)	4 (28.6%)	6 (42.9%)	14
	PIE SUPINADO	2 (25%)	2 (25%)	4 (50%)	8

Tabla 4. Estadística descriptiva de las variables de la Exploración Física de rodilla. Se expresa en frecuencia y en porcentaje.

En la siguiente tabla se muestran aquellas maniobras que aparecen descritas en la literatura como específicas de dolor fémoro-patelar anterior.

VARIABLES	CATEGORIAS	GRUPOS DIAGNÓSTICOS			TODA LA MUESTRA n= 100
		NORMAL	INESTABILIDAD CON DOLOR	DOLOR	
PLACAJE	NO	30 (75%)	4 (10%)	6 (15%)	40
	SI	1 (1.7%)	26 (43.3%)	33 (55%)	60
PRESIÓN CONTINUA	NO	30 (76.9%)	5 (12.8%)	4 (10.3%)	39
	SI	1 (1.6%)	25 (41%)	35 (57.4%)	61
SIGNO J	NO	30 (62.5%)	5 (10.4%)	13 (27.1%)	48
	SI	1 (1.9%)	25 (48.1%)	26 (50%)	52
TEST DE WALDRON	NEGATIVO	29 (69%)	4 (9.5%)	9 (21.4%)	42
	POSITIVO	2 (3.4%)	26 (44.8%)	30 (51.7%)	58
TEST DE CLARKE	NEGATIVO	29 (69%)	4 (9.5%)	9 (21.4%)	42
	POSITIVO	2 (3.4%)	26 (44.8%)	30 (51.7%)	58

DESCENSO ESCALÓN 20 CM	NEGATIVO	28 (65.1%)	6 (14%)	9 (20.9%)	43
	POSITIVO	3 (5.3%)	24 (42.1%)	30 (52.6%)	57

Tabla 5. Estadística descriptiva de maniobras específicas de dolor fémoro patelar anterior. Se expresa en frecuencia y en porcentaje

Las variables cualitativas radiológicas se analizan a continuación, distribuidas también en función de los grupos diagnósticos

VARIABLES	CATEGORIAS	GRUPOS DIAGNÓSTICOS			RESULTADOS
		NORMAL	INESTABILIDAD CON DOLOR	DOLOR	
FACETA IMPAR	NO	21 (32.8%)	21 (32.8%)	22 (34.4%)	64
	SI	9 (26.5%)	9 (26.5%)	16 (47.1%)	34
GRADO DE CONDROMALACIA	NO CONDROM.	20 (39.2%)	12 (23.5%)	19 (37.3%)	51
	GRADO 1	0 (0%)	4 (66.7%)	2 (33.3%)	6
	GRADO 2	3 (21.4%)	5 (35.7%)	6 (42.9%)	14
	GRADO 3	2 (50%)	0 (0%)	2 (50%)	4
	GRADO 4	3 (17.6%)	5 (29.4%)	9 (52.9%)	17

Tabla 6. Estadística descriptiva de las variables cualitativas radiológicas. Se expresa en frecuencia y en porcentaje.

En 8 rodillas no se pudo valorar el cartílago rotuliano por problemas técnicos en la secuencia RM axial.

Las variables cuantitativas que hemos incluido en la exploración física se presentan en la siguiente tabla. Al recodificar la escala de Werner para algunos análisis, se analiza también como variable cuantitativa.

VARIABLE	NORMAL	INESTABILIDAD CON DOLOR	DOLOR	TODA LA MUESTRA
WERNER		32.53±1.44 (17, 46)	34.54±0.918 (21, 50)	38.73±0.95 (17, 50)
Dolor		1.43±0.92 (1, 2)	1.46±0.081 (1, 2)	1±0.79 (0, 2)
Aparición del dolor		2.17±0.25 (0, 5)	1.79±0.18 (0, 4)	1.35±0.13 (0,5)
Inestabilidad		0.90±0.056 (0,1)	0.33±0.07 (0, 1)	0.40±0.049 (0,1)
Bloqueo		0.40±0.09 (0,1)	0.38±0.08 (0,1)	0.27±0.045 (0,1)
Sedestación		0.77±0.15 (0, 3)	0.82±0.72 (0,2)	0.55±0.064 (0,3)
Cuclillas		1.17±0.14 (0, 2)	1.46±0.12 (0,3)	0.92±0.088 (0,3)
Subir Escaleras		1.03±0.14 (0,2)	0.82±0.09 (0, 2)	0.63±0.071 (0, 2)
Bajar Escaleras		1.10±0.12 (0,2)	1.03±0.10 (0, 2)	0.73±0.072 (0,2)
BALANCE MUSCULAR		4.90±0.056 (4, 5)	4.95±0.036 (4, 5)	4.95±0.22 (4,5)
EVA		5.97±0.294 (3,9)	6.28±0.22 (2, 9)	4.24±0.31 (0,9)
ANGULO Q CLINICO	9.58±0.958 (1, 20)	14.80±1.14 (2, 30)	11.33±0.75 (0, 22)	11.83±0.58 (0,30)

Tabla 7. Estadística descriptiva de las variables cuantitativas clínicas. Se expresa la media ± error estándar, mínimo y máximo

A continuación se presentan las variables cuantitativas estudiadas en las pruebas de radiología. Se incluye el estudio mediante Tomografía Computarizada, Resonancia Magnética con T2 Mapping y estudio de radiología convencional.

	EXTENSIÓN	FLEXIÓN 20°	FLEXIÓN 90°
TTAGT	13.07±0.47 (2,25)	8.84±0.60 (-8, 26)	4.30±0.48 (-13, 15)
INCLINACIÓN ROTULIANA	6.17±1.14 (-38,29)	10.28±0.88 (-26,28)	13.59±0.88 (1, 36)
CONGRUENCIA ROTULIANA	25.81±1.81 (-23, 60)	7.83±1.64 (-17, 63)	0.44±1.25 (-35,35)
SULCUS	138.67±0.66 (121, 153)	X	X
ANCHURA FACETA LATERAL CÓNDILO EN EXTENSIÓN	23.86±0.32 (15,32)	X	X
ANCHURA FACETA MEDIAL CÓNDILO EN EXTENSIÓN	15.15±0.28 (10,24)	X	X
INCLINACIÓN TROCLEAR FEMORAL EXTERNA EN EXTENSIÓN	19.74±0.67 (5,45)	X	X
INCLINACIÓN TROCLEAR FEMORAL INTERNA EN EXTENSIÓN	22.49±0.67 (5,45)	X	X
PROFUNDIDAD DEL SULCUS EN EXTENSIÓN	6.99±0.17 (3,12)	X	X
PROMINENCIA EN EXTENSIÓN	2.76±0.24 (0,22)	X	X
LONGITUD DEL TENDÓN ROTULIANO	46.56±0.60 (35,63)	48.27±0.71 (33,61)	47.27±0.58 (34, 58)
LONGITUD DE LA RÓTULA SAGITAL	41.96±0.41 (27, 56)	42.34±0.41 (30, 53)	41.79±0.41 (34,55)
LONGITUD DE LA RÓTULA TRANSVERSA EN EXTENSIÓN	41.97±0.40 (34,52)	X	X

DISTANCIA FÉMORO PATELAR EXTERNA	3.40±0.14 (0,8)	4.21±0.13 (0,6)	3.86±0.12 (1,7)
DISTANCIA FÉMORO PATERLAR INTERNA	8.23±0.37 (3,25)	6.65±0.28 (3,22)	4.87±0.17 (2,11)
FACETA EXTERNA RÓTULA SAGITAL EN EXTENSIÓN	30.19±0.24 (25,39)	X	X
FACETA INTERNA RÓTULA SAGITAL EN EXTENSIÓN	27.30±0.28 (17,33)	X	X
FACETA EXTERNA RÓTULA TRANSVERSA EN EXTENSIÓN	24.17±0.30 (18,32)	X	X
FACETA INTERNA ROTULA TRANSVERSA EN EXTENSIÓN	16.94±0.33 (10, 24)	X	X
DESCENSO ROTULIANO	11.77±0.61 (-8, 32)	9.80±0.79 (-9, 24)	-4.70±0.60 (-18, 17)
ANGULO Q RADIOLÓGICO	10.01±0.35 (3,20)	X	X
INSALL SALVATI	1.12±0.19 (0.72, 2.04)	1.15±0.20 (0.72, 2.04)	1.15±0.20 (0.76, 1.47)
TIEMPOS DE RELAJACIÓN T2 DIVIDIDO EN 4 CUADRANTES			
SUPERO EXTERNO	37.04±0.76 (27.47, 67.61)	X	X
SUPERO INTERNO	36.11±0.55 (26.12, 56.27)	X	X
INFERO EXTERNO	37.30±0.78 (26.28, 69.50)	X	X
INFERO INTERNO	35.38±0.69 (25.56, 61.41)	X	X

Tabla 8. Estadística descriptiva de las variables radiológicas. Se expresa la media ± error estándar, mínimo y máximo.

5. 2. ANALISIS BIVARIANTE

5.2.1. CÁLCULO DEL ERROR INTRA OBSERVADOR

La tabla 9 recoge los valores de reproducibilidad de las variables numéricas.

	Correlación intraclase	Intervalo de confianza del 95%	
		Límite Inferior	Límite Superior
TTAGT EXTENSIÓN	0.627	0.167	0.863
TTAGT FLEX 20°	0.796	0.478	0.930
TTAGT FLEX 90°	0.757	0.397	0.915
INCLINACIÓN EN EXT	0.901	0.721	0.967
INCLINACIÓN FLEX 20°	0.888	0.687	0.962
INCLINACIÓN FLEX 90°	0.561	0.066	0.834
CONGRUENCIA EXT	0.884	0.679	0.961
CONGRUENCIA FLEX 20°	0.883	0.676	0.961
CONGRUENCIA FLEX 90°	0.273	-0.281	0.690
SULCUS	0.838	0.569	0.945
FACETA LAT CÓNDILO	0.898	0.713	0.966
FACETA MED CÓNDILO	0.815	0.518	0.937
INC.TROCLEAR EXTERNA	0.712	0.312	0.898
INC.ROCLEAR INTERNA	0.700	0.290	0.893
PROFUNDIDAD SULCUS	0.913	0.752	0.971
PROMINENCIA	0.761	0.360	0.925
LONG. TENDÓN ROT EXT	0.957	0.872	0.986
LONG.TEND.ROT FLEX 20°	0.954	0.863	0.985
LONG.TEND.ROT FLEX 90°	0.907	0.737	0.969
LONG.ROT.SAG EXT	0.958	0.875	0.986
ANCHURA RÓTULA	0.982	0.945	0.994
DFP EXTERNA EXT	0.885	0.680	0.962
DFP EXTERNA FLEX 20°	0.768	0.420	0.919
DFP EXTERNA FLEX 90°	0.536	0.030	0.823
DFP INTERNA EXT	0.831	0.553	0.942
DFP INTERNA FLEX 20°	0.796	0.478	0.930
DFP INTERNA FLEX 90°	0.741	0.366	0.909
FACETA EXT. ROT SAG	0.756	0.397	0.915
FACETA INT. ROT SAG	0.757	0.397	0.915
FACETA EXT. ROT TRANV	0.865	0.633	0.955
FACETA INT. ROT TRANV	0.797	0.479	0.930
DESCENSO ROT EXT	0.863	0.627	0.954
DESCENSO ROT FLEX 20°	0.734	0.353	0.906
DESCENSO ROT FLEX 90°	0.518	0.006	0.815

Tabla 9. Correlación intraclase de las medidas en TC con el intervalo de confianza al 95%.

5.2.2. VARIABLES CLÍNICAS ASOCIADAS A UN DIAGNÓSTICO CLÍNICO

A continuación se presentan los datos obtenidos para la asociación encontrada entre las variables clínicas y el diagnóstico clínico. Estas son las variables que muestran diferencias significativas en los pacientes con dolor con respecto a los pacientes con inestabilidad.

VARIABLE	INESTABILIDAD	DOLOR	SIGNIFICACIÓN
ÁNGULO Q	14.8± 1.1	11.4± 0.8	P=0.018

VARIABLE	INESTABILIDAD	DOLOR	SIGNIFICACIÓN
SEDESTACIÓN	17 (56.6%)	31 (79.5%)	P=0.013
SENSACIÓN DE SUBLUXACION	20 (66%)	7 (18%)	P<0.001
ATROFIA DEL CUÁDRICEPS	6 (20%)	0 (0%)	P=0.003
SIGNO DE APREHENSION	11 (36%)	3 (7%)	P=0.003

Tabla 10. Análisis bivalente de las variables clínicas significativas en función del diagnóstico. Se expresa la media ± error estándar en la variable cuantitativa y la distribución de frecuencias y porcentajes para las variables cualitativas. Se expresa el grado de significación estadística.

En el siguiente gráfico se muestra la distribución del ángulo Q en función del diagnóstico, siendo mayor el ángulo Q en los pacientes que

presentan rodillas inestables con dolor frente a los que tan sólo presentan dolor.

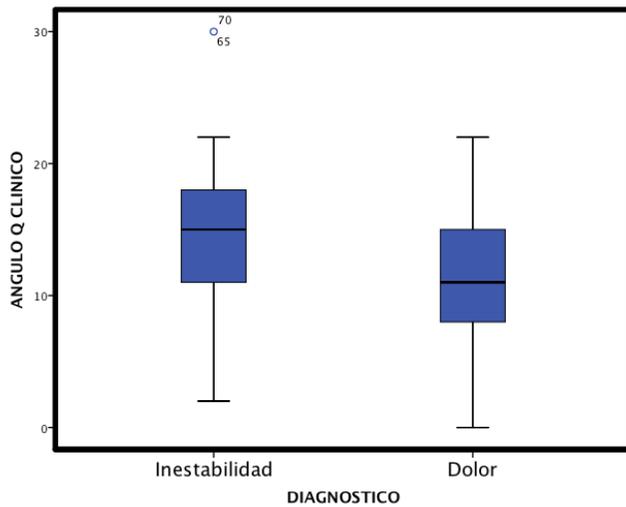


Gráfico 2

A continuación, se muestra la distribución de la capacidad de mantener la sedestación en función del diagnóstico. Se observa mayor dificultad en los pacientes que presentan rodillas con dolor.

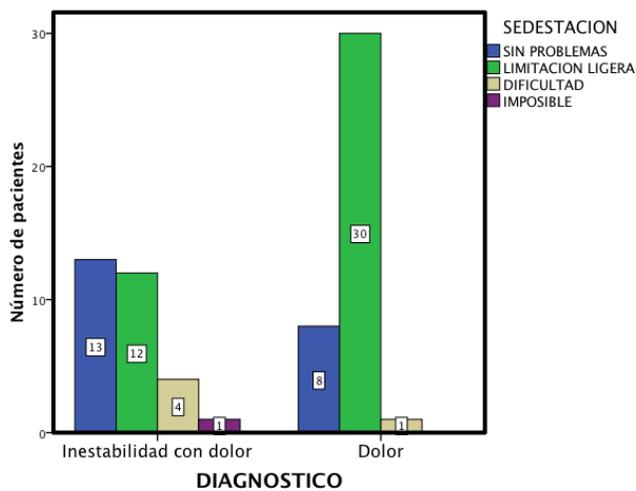


Gráfico 3.

La variable sensación de subluxación ha mostrado diferencias significativas en los pacientes que presentan rodillas inestables con dolor, frente a aquellos que sólo presentan dolor anterior fémoro patelar. Se muestra la distribución en el siguiente gráfico.

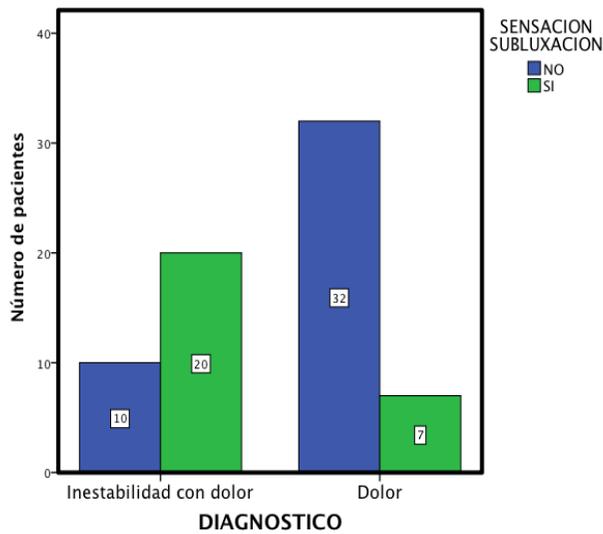


Gráfico 4.

La distribución de la variable atrofia del cuádriceps en función del diagnóstico se detalla en el gráfico que mostramos a continuación.

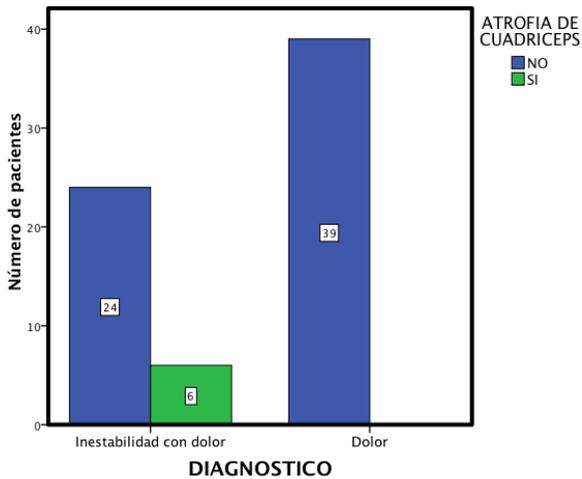


Gráfico 5.

En el siguiente gráfico se muestra la distribución del signo de aprehensión en función del diagnóstico. Dicho signo es positivo con mayor frecuencia en los pacientes con inestabilidad de rodilla, obteniéndose diferencias significativas con respecto a aquellos pacientes que presentan dolor sin inestabilidad.

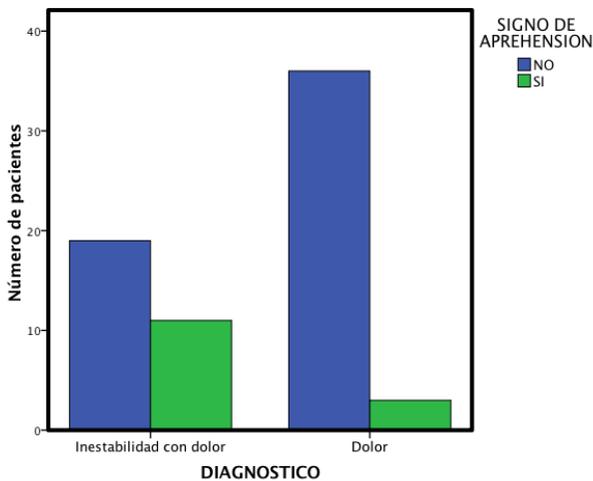


Gráfico 6.

Se han calculado los valores de sensibilidad (S), especificidad (E), valor predictivo positivo (VPP), valor predictivo negativo (VPN), razón de probabilidad positiva (RPP) y razón de probabilidad negativa (RPN) para las variables utilizadas en el diagnóstico de dolor anterior de rodilla idiopático. Los valores se detallan a continuación.

	S	E	VPP	VPN	RPP	RPN
SEDESTACIÓN	79.5%	43.3%	64.5%	61.9%	1.40	0.47
CUCLILLAS	92.3%	20%	60%	66.6%	1.15	0.12
SUBIR ESCALERAS	71.7%	26.6%	56%	42.1%	0.97	1.06
BAJAR ESCALERAS	82%	16.6%	56.1%	41.6%	0.99	1.08
BLOQUEO	38.4%	60%	55.5%	42.8%	0.96	1.02
CREPITACIÓN	61.5%	30%	53.3%	37.5%	0.87	1.28
DOLOR FACETA EXTERNA	48.7%	33.3%	48.7%	33.30%	0.73	1.54
DOLOR FACETA INTERNA	48.7%	40%	51.3%	37.5%	0.81	1.28
APREHENSIÓN	7.6%	63.3%	21.4%	34.5%	0.2	1.45
CEPILLO	46.1%	33.3%	47.3%	32.2%	0.69	1.61
PLACAJE	87.1%	13.3%	56.6%	44.4%	1.00	0.96
PRESIÓN CONTINUA	92.3%	16.6%	59%	62.5%	1.10	0.46
SIGNO J	69.2%	16.6%	51.9%	29.4%	0.82	1.85
TEST WALDRON	79.4%	13.3%	54.3%	33.3%	1.19	1.54
TST CLARKE	79.4%	33.3%	54.3%	33.3%	1.19	1.54
TEST ESCALÓN EXCÉNTRICO	79.4%	42.8%	56.3%	42.8%	1.38	0.48

Tabla 11. Valores de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo, razón de probabilidad positiva, razón de probabilidad negativa para las variables utilizadas en el diagnóstico del dolor anterior de rodilla.

De la misma forma, se han calculado los valores de sensibilidad (S), especificidad (E), valor predictivo positivo (VPP), valor predictivo negativo (VPN), razón de probabilidad positiva (RPP) y razón de probabilidad negativa (RPN) para las variables utilizadas en el diagnóstico de inestabilidad de rodilla. Los valores se detallan a continuación.

	S	E	VPP	VPN	RPP	RPN
SEDESTACIÓN	56.6%	20.5%	35.4%	38%	0.71	2.1
CUCLILLAS	80%	7.6%	40%	33.3%	0.86	2.6
SUBIR ESCALERAS	73.3%	28.8%	44%	57.8%	1.02	0.92
BAJAR ESCALERAS	83.3%	58.3%	43.8%	58.3%	1.99	0.28
BLOQUEO	40%	57.1%	44.4%	57.1%	0.93	1.05
CREPITACIÓN	70%	38.4%	46.6%	62.5%	1.13	0.78
DOLOR FACETA EXTERNA	66.6%	51.2%	51.2%	66.6%	1.36	0.65
DOLOR FACETA INTERNA	60%	62.5%	48.6%	62.5%	1.26	0.64
APREHENSIÓN	36.6%	93.3%	78.5%	65.4%	4.75	0.68
CEPILLO	66.6%	53.8%	52.6%	67.7%	1.44	0.62
PLACAJE	86.6%	55.5%	43.3%	55.5%	1.94	0.30
PRESIÓN CONTINUA	83.3%	7.6%	40.9%	37.5%	0.90	2.19
SIGNO J	83.3%	30.7%	48%	70.5%	1.2	0.54
TEST WALDRON	86.6%	20.5%	45.6%	66.6%	1.08	0.65
TEST CLARKE	86.6%	20.5%	45.6%	66.6%	1.08	0.65
TEST ESCALÓN EXCÉNTRICO	80%	20.5%	43.6%	57.1%	1	0.97

Tabla 12. Valores de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo, razón de probabilidad positiva, razón de probabilidad negativa para las variables utilizadas en el diagnóstico de inestabilidad de rodilla.

5.2.3. VARIABLES RADIOLÓGICAS ASOCIADAS A UN DIAGNÓSTICO CLÍNICO

A continuación se detallan las variables significativas resultado de comparar las rodillas con dolor con respecto a las rodillas con inestabilidad.

VARIABLE	INESTABILIDAD	DOLOR	SIGNIFICACIÓN
INCLINACIÓN PATELO FEMORAL EXTERNA EN FLEXIÓN DE 90°	10.5±1.3	15.0±1.2	P=0.02
DISTANCIA FEMORO-PATELAR INTERNA EN EXTENSIÓN	9.3±0.6	7.3±0.54	P=0.015

Tabla 13. Análisis bivariante de las variables radiológicas significativas en función del diagnóstico. Se expresa la media \pm error estándar. Se expresa el grado de significación estadística.

5.2.4. VARIABLES CLINICAS ASOCIADAS A CONDROMALACIA.

La condromalacia estuvo presente en 8 rodillas asintomáticas (28.5%), 14 con inestabilidad (53.8%) y 19 con dolor idiopático (50%), no alcanzando significación estadística salvo cuando recodificamos el diagnóstico en 2 valores: rodillas sintomáticas versus asintomáticas ($p=0.041$) con un 51.6% de rodillas sintomáticas que presentaban condromalacia frente a un 28.6% de rodillas asintomáticas con condromalacia.

En el siguiente gráfico se muestra la asociación entre la variable condromalacia, entendida como la aparición de alteración del cartílago evidenciado en resonancia magnética, y la presencia de síntomas en la rodilla.

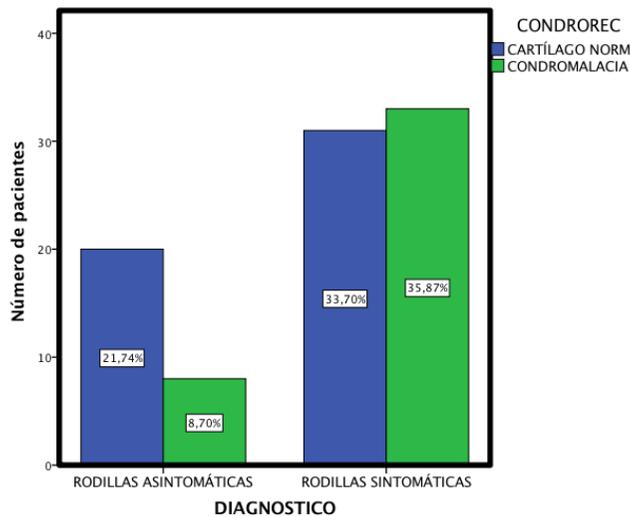


Gráfico 7.

Las variables clínicas que mostraron asociación a la presencia de condromalacia en resonancia magnética se detallan a continuación.

VARIABLE	CONDROMALACIA	NO CONDROMALACIA	S
TIEMPO CON DOLOR (MESES)	63.9±10.1	36.7±5.5	P= 0.016

Tabla 14. Análisis bivariante de la variable tiempo con dolor asociada a condromalacia. Se expresa la media ± error estándar. Se expresa el grado de significación estadística.

En el siguiente gráfico se muestra la distribución del tiempo de evolución en meses en función de la presencia o no de condromalacia.

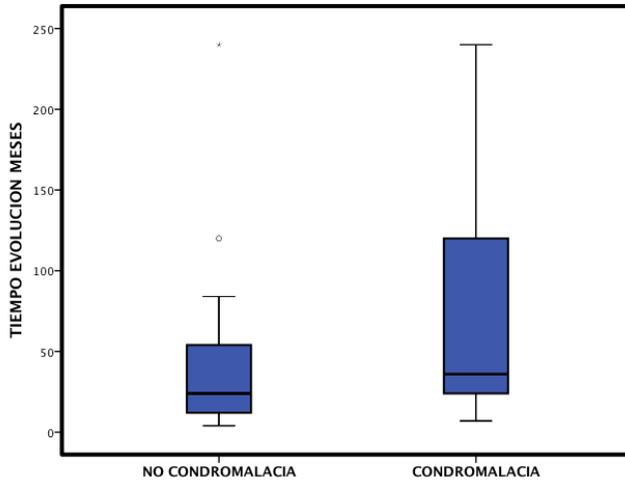


Gráfico 8.

La variable aparición de episodios de bloqueo fue más frecuente en los pacientes diagnosticados de condromalacia en resonancia magnética obteniéndose significación estadística.

VARIABLE	CONDROMALACIA	NO CONDROMALACIA	S
BLOQUEO	15 (36.6%)	8 (15.7%)	P= 0.021

Tabla 15. Análisis bivariante de la variable episodios de bloqueo asociada a condromalacia. Se expresa la distribución de frecuencias y porcentajes. Se expresa el grado de significación estadística.

En el gráfico que aparece a continuación se muestra la distribución de la aparición de episodios de bloqueo en función de la presencia o no de condromalacia.

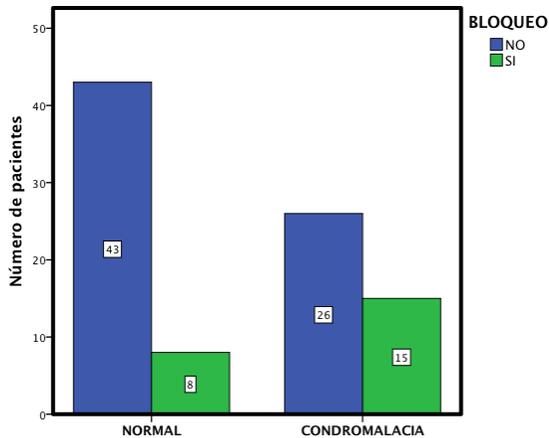


Gráfico 9.

La aparición de dolor en la faceta externa de la rótula también tuvo una prevalencia mayor en los pacientes diagnosticados de condromalacia mediante resonancia magnética.

VARIABLE	CONDROMALACIA	NO CONDROMALACIA	S
DOLOR FACETA EXTERNA	22 (53.7%)	14 (27.5)	P= 0.010

Tabla 16. Análisis bivariante de la variable dolor en faceta externa asociada a condromalacia. Se expresa la distribución de frecuencias y porcentajes. Se expresa el grado de significación estadística.

El siguiente gráfico muestra la distribución del dolor en la faceta externa de la rótula en función de la presencia o no de condromalacia.

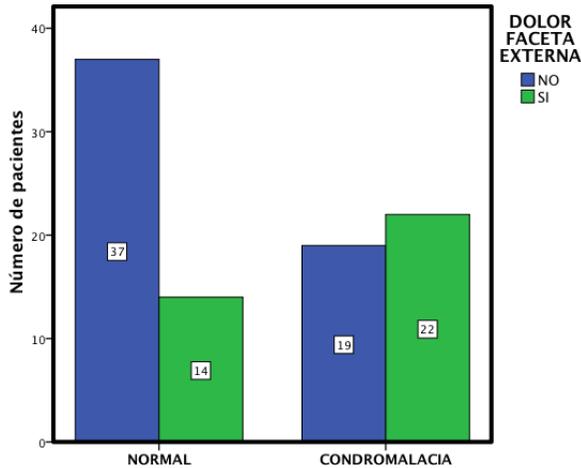


Gráfico 10.

Por último, la variable huella plantar detectada en podoscopio también ha mostrado asociación con la presencia de condromalacia.

VARIABLE	CONDROMALACIA	NO CONDROMALACIA	S
PODOSCOPIO			
Pie cavo	5 (12.2%)	5 (9.8%)	P= 0.018
Pie plano	8 (19.5%)	2 (3.9%)	
Pie pronado	2 (4.9%)	12 (23.5%)	
Pie supinado	2 (4.9%)	6 (11.8%)	

Tabla 17. Análisis bivariante de la variable podoscopio asociada a condromalacia. Se expresa la distribución de frecuencias y porcentajes. Se expresa el grado de significación estadística.

El siguiente gráfico muestra la distribución de la huella plantar en función de la presencia o no de condromalacia.

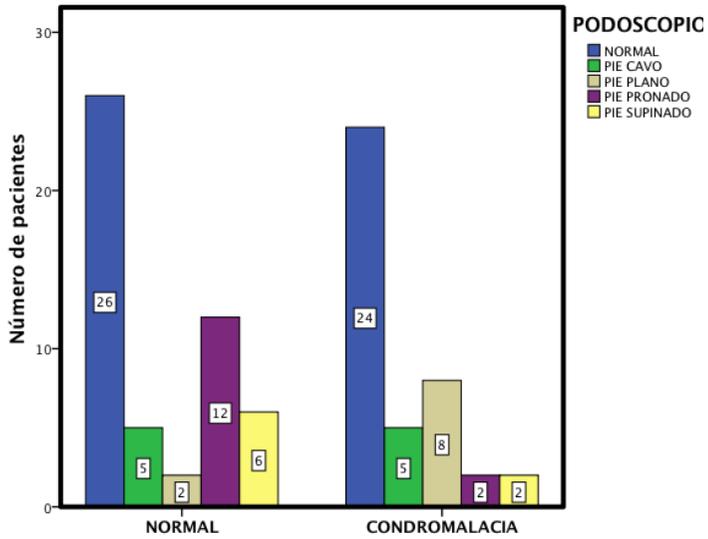


Gráfico 11.

Se han calculado los valores de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo (VPP), valor predictivo negativo (VPN) y razón de probabilidades para el estudio de correlación entre la exploración clínica y condromalacia diagnosticada mediante Resonancia Magnética.

	S	E	VPP	VPN	RPP	RPN
BLOQUEO	36.5%	84%	65%	62%	2.60	0.75
DOLOR FACETA EXTERNA	53.6%	72.5%	61%	66%	1.94	0.64
DOLOR FACETA INTERNA	41.4%	66.6%	50%	58.6%	1.23	0.87
APREHENSIÓN	21.9%	90.1%	64.2%	58.9%	2.12	0.86
CEPILLO	43.9%	70.5%	54.5%	61%	1.48	0.79
PLACAJE	70.7%	49%	52.7%	67.5%	1.38	0.59
PRESIÓN CONTINUA	68.2%	45%	50%	63.8%	1.24	0.70
SIGNO J	60.9%	56.8%	53.1%	64%	1.40	0.68
TEST WALDRON	65.8%	49%	50.9%	64.1%	1.29	0.69
TEST CLARKE	68.2%	50.9%	52.8%	66.6%	1.38	0.62
TEST ESCALÓN EXCÉNTRICO	63.4%	49%	50%	62.5%	1.24	0.74

Tabla 18. Valores de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo, razón de probabilidad positiva, razón de probabilidad negativa para el estudio de correlación entre las variables de la exploración clínica y los pacientes diagnosticados de condromalacia mediante RM.

5.2.5. VARIABLES RADIOLÓGICAS ASOCIADAS A CONDROMALACIA

5.2.5.1. A continuación, en la siguiente tabla se detallan las variables radiológicas asociadas a condromalacia y se expresa el grado de significación estadística.

VARIABLE	CONDROMALACIA	NORMAL	SIGNIFICACIÓN
INCLINACIÓN PATELO FEMORAL EXTERNA			
En Extensión	5.1± 1.5	8.6± 1.3	P=0.089
En Flexión 20°	9.2± 1.1	12.5± 0.9	P=0.031
En Flexión 90°	12.2± 1.3	15.0± 1.1	NS
CONGRUENCIA ROTULIANA			
En Extensión	25.8± 2.7	26.1± 2.5	NS
En Flexión 20°	11.4± 2.8	4.0±1.6	P=0.023
En Flexión 90°	3.4±1.9	-1.1±1.7	NS
LONGITUD DEL TENDÓN ROTULIANO			
En Extensión	47.2 ± 0.9	45.7±0.7	NS
En Flexión 20°	49.8±1.0	47.0±0.9	P=0.059
En Flexión 90°	49.1±0.8	45.9±0.8	P=0.008
INSALL SALVATI			
En Extensión	1.16 ± 0.03	1.07±0.01	P=0.41
En Flexión 20°	1.19 ±0.03	1.11±0.02	P=0.044
En Flexión 90°	1.20±0.02	1.07±0.02	P<0.001
DFP EXTERNA			
En Extensión	3.3 ± 0.2	3.2±0.1	NS
En Flexión 20°	3.8±0.2	4.5±0.1	P=0.01
En Flexión 90°	3.5±0.1	3.9±0.1	P=0.047

Tabla 19. Análisis bivalente de las variables radiológicas en función de la presencia o no de condromalacia en RM. Se expresa la media ± error estándar. Se expresa el grado de significación estadística (NS: no significativa).

En el siguiente gráfico se representa la distribución de la variable inclinación patelo femoral externa en función de la presencia o no de condromalacia.

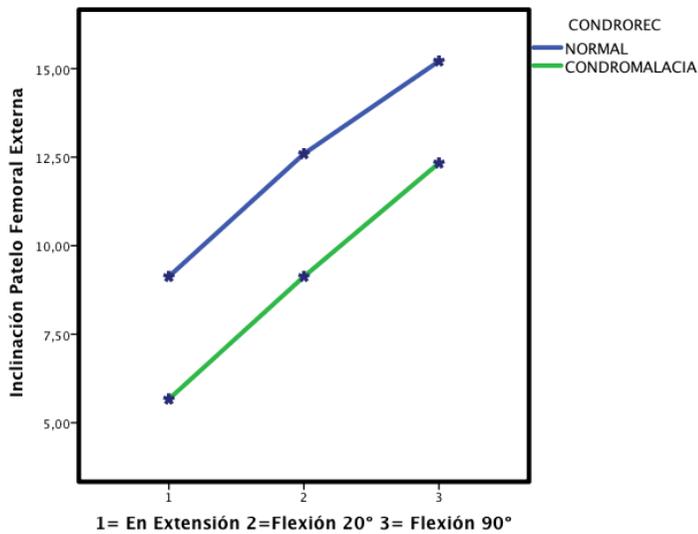


Gráfico 12.

Los pacientes con condromalacia tenían una menor inclinación patelo femoral externa que los pacientes sin condromalacia ($p=0.022$)

A continuación se muestra el gráfico que representa la distribución del ángulo de congruencia en función de la presencia o no de condromalacia.

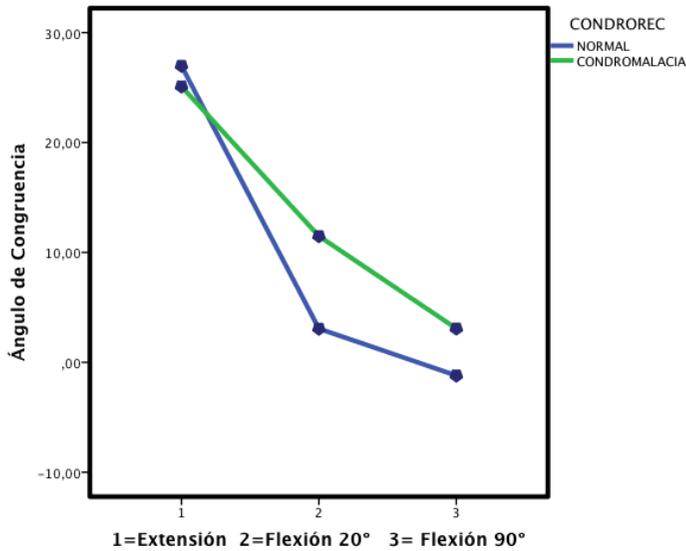


Gráfico 13.

El ángulo de congruencia tiende a mantenerse mayor durante la flexión en los pacientes con condromalacia, aunque sólo se obtienen diferencias significativas en la flexión de 20° ($p=0.023$).

En el siguiente gráfico se muestra la distribución de la longitud del tendón rotuliano en función de la presencia o no de condromalacia.

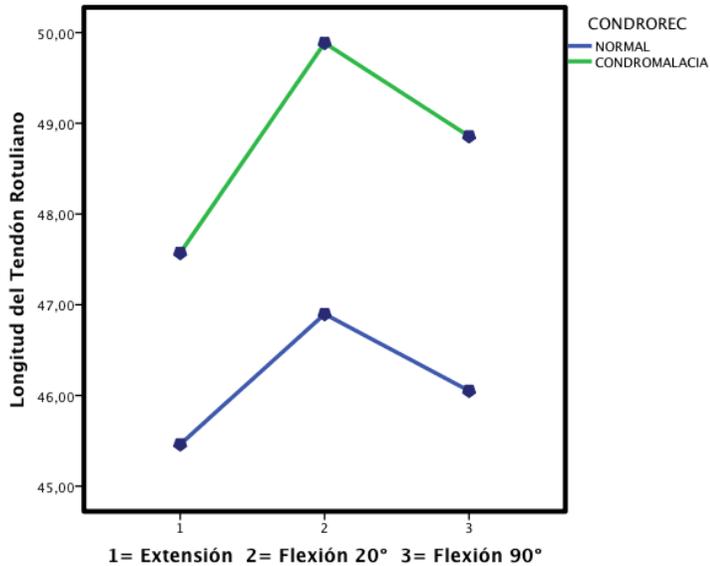


Gráfico 14.

La longitud del tendón rotuliano es mayor en los pacientes con condromalacia ($p= 0.047$). Obteniendo diferencias estadísticamente significativas a los 20 y a los 90° de flexión

El índice de Insall Salvati también es mayor en los pacientes con condromalacia ($p= 0.005$). Se muestra su distribución en el siguiente gráfico en función de la presencia o no de condromalacia.

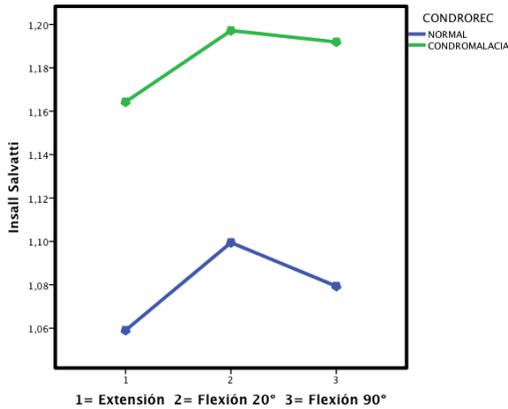


Gráfico 15.

La distancia fémoro patelar externa analizada en su conjunto no resultaba significativa ($p=0.150$), aunque si lo resultó a los 20 grados de flexión ($p=0.001$). Se muestra su distribución, en función de la presencia o no de condromalacia, en el siguiente gráfico.

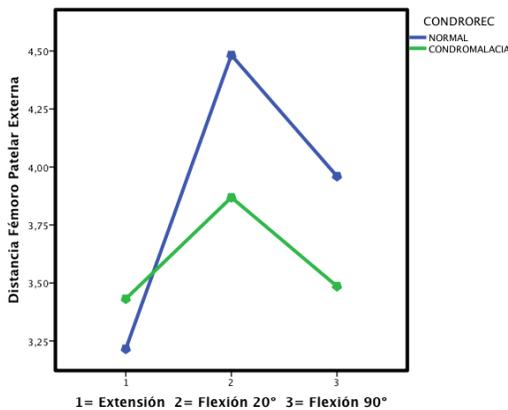


Gráfico 16.

5.2.5.2. A continuación se detallan los valores de tiempo de relajación del cartílago rotuliano en pacientes con y sin condromalacia.

VARIABLE	NORMAL	CONDROMALACIA	SIGNIFICACIÓN
T2 SE	34.8±0.5	39.7±1.4	P= 0.003
T2 SI	35.2±0.5	36.9±0.9	NS
T2 IE	34.6±0.7	40.9±1.3	P=0.000
T2 II	33.4±0.5	38.1±1.3	P=0.002

Tabla 20. Análisis bivariante de los tiempos de relajación T2 de la faceta supero externa (SE), supero interna (SI), ínfero externa (IE) e ínfero interna (II). Se expresa la media ± error estándar. Se expresa el grado de significación estadística. (NS: no significativa)

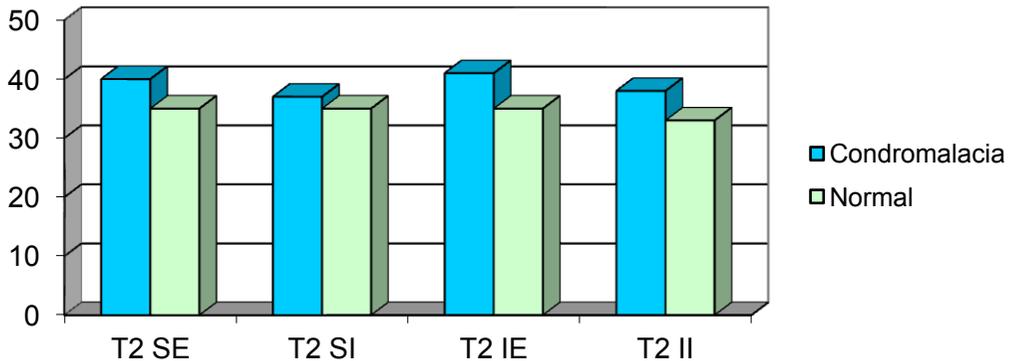


Gráfico 17. Distribución de frecuencias de los tiempos de relajación T2 en los diferentes cuadrantes rotulianos en función de la presencia o no de condromalacia.

En la comparación global, los pacientes con diagnóstico de condromalacia en las imágenes anatómicas de la RM, frente aquellos pacientes sin condromalacia, presentaron mayores tiempos de relajación a nivel de las cuatro facetas rotulianas. Sin embargo a nivel del cuadrante superointerno hubo una tendencia a mostrar iguales tiempos de relajación en los pacientes diagnosticados de condromalacia y en pacientes con rodillas sanas.

Cuando dividimos los pacientes con condromalacia en tres grados: normal (sin condromalacia), condromalacia leve (grados I y II) y condromalacia grave (grados III y IV), encontramos las siguientes significaciones en las medidas anatómicas:

1.- La condromalacia grave presentaba un mayor ángulo de congruencia a los 90° de flexión con respecto a las rodillas sin condromalacia (p=0.037)

VARIABLE	NORMAL	CONDRO LEVE	CONDRO GRAVE	SIGNIFICACIÓN
ÁNGULO DE CONGRUENCIA EN FLEXIÓN DE 90°	-1.15±1.7	-0.36±1.8	6.90±3.1	P= 0.037

Tabla 21. Análisis bivariante del ángulo de congruencia en flexión de 90° con respecto al grado de condromalacia. Se expresa la media ± error estándar. Se expresa la significación estadística.

El siguiente gráfico muestra la distribución de la variable congruencia rotuliana en función del grado de condromalacia.

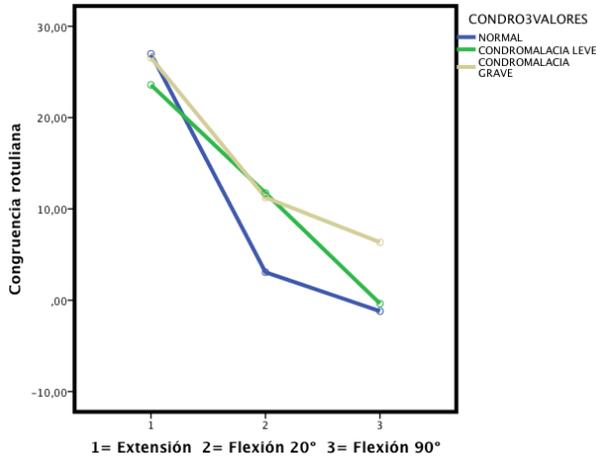


Gráfico 18.

2.- La condromalacia grave presentaba una mayor longitud del tendón rotuliano a los 90° de flexión con respecto a las rodillas normales (p=0.013)

VARIABLE	NORMAL	CONDRO LEVE	CONDRO GRAVE	SIGNIF.
LONGITUD DEL TENDÓN ROTULIANO EN FLEXIÓN 90°	45.93±0.8	48.05±0.9	50.19±1.3	P= 0.013

Tabla 22. Análisis bivariante de la longitud del tendón rotuliano en flexión de 90° con respecto al grado de condromalacia. Se expresa la media ± error estándar. Se expresa la significación estadística.

A continuación se muestra, en el siguiente gráfico, la distribución de la longitud del tendón rotuliano en función del grado de condromalacia

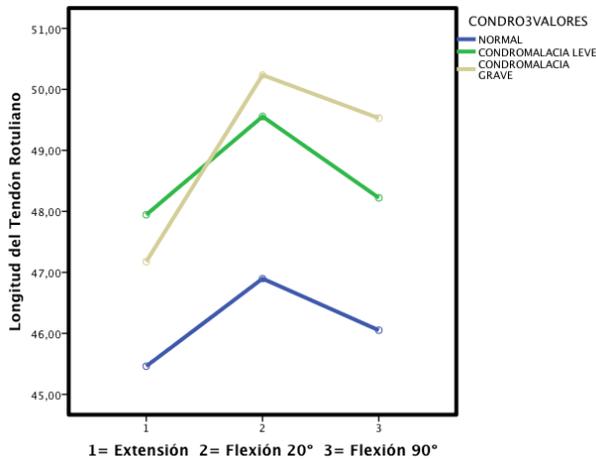


Gráfico 19.

3.- El índice de Insall-Salvati era menor en las rodillas normales que en la condromalacia grave ($p=0.004$) y leve ($p=0.04$) a los 90° de flexión. En extensión, el índice era significativamente mayor en los pacientes con condromalacia leve con respecto a las rodillas normales ($p=0.015$).

VARIABLE	NORMAL	CONDRO LEVE	CONDRO GRAVE	SIGNIFICACIÓN
INSALL-SALVATI EN EXTENSIÓN	1.07±0.18	1.21±0.05	1.10±0.004	P= 0.002
INSALL-SALVATI EN FLEXIÓN 90°	1.07±0.02	1.18±0.03	1.21±0.04	P= 0.004

Tabla 23. Análisis bivariante del Índice de Insall-Salvati en rodillas normales con respecto a condromalacia leve y condromalacia grave. Se expresa la media \pm error estándar. Se expresa la significación estadística.

La distribución del Índice de Insall-Salvati en función del grado de condromalacia se representa en el siguiente gráfico.

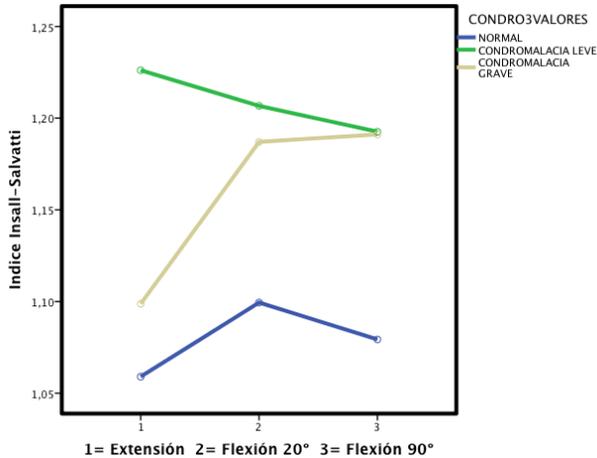


Gráfico 20.

4.- La distancia fémoro patelar externa a los 20° de flexión era mayor en los pacientes con condromalacia grave que en las rodillas normales ($p= 0.015$)

VARIABLE	NORMAL	CONDRO LEVE	CONDRO GRAVE	SIGNIFICACIÓN
DISTANCIA FÉMORO PATELAR EXTERNA EN FLEXIÓN DE 20°	4.53±0.1	4.07±0.25	3.55±0.3	P= 0.015

Tabla 24. Análisis bivariante de la distancia fémoro patelar externa en flexión de 20° en rodillas normales con respecto a condromalacia leve y condromalacia grave. Se expresa la media ± error estándar. Se expresa la significación estadística.

A continuación, en el siguiente gráfico, se muestra la distribución de la distancia fémoro patelar externa en función del grado de condromalacia.

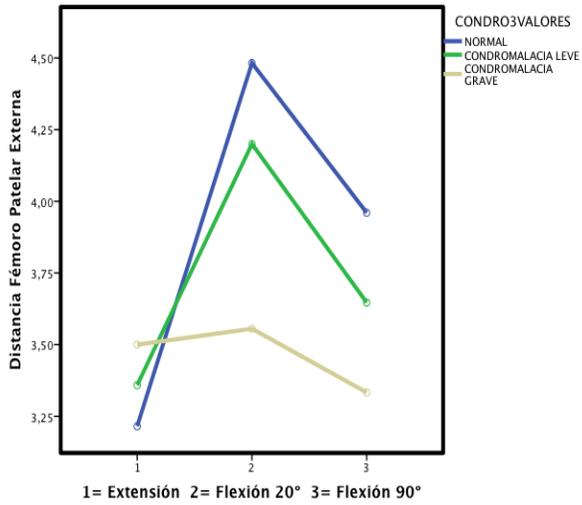


Gráfico 21.

Cuando comparamos los tiempos de relajación T2 obtenidos en los cuatro cuadrantes en función del diagnóstico: normal, condromalacia leve y condromalacia grave observado mediante resonancia magnética, encontramos las siguientes diferencias:

	NORMAL	CONDRO LEVE	CONDRO GRAVE	SIGNIFICACIÓN
T2 CUADRANTE SUPEROEXTERNO	34.83±0.5	41.49±2.3	38.09±1.8	P= 0.001
T2 CUADRANTE SUPEROINTERNO	35.26±0.6	37.55±1.5	36.26±1.1	NS
T2 CUADRANTE INFEROEXTERNO	34.64±0.7	43.95±2.1	37.99±1.5	P<0.001
T2 CUADRANTE INFEROINTERNO	33.43±0.5	38.52±2.1	37.67±1.5	P= 0.008

Tabla 25. Análisis bivariante de los tiempos de relajación T2 de los cuatro cuadrantes de rodillas normales con respecto a condromalacia leve y condromalacia grave. Se expresa la media ± el error estándar. Se expresa la significación estadística (NS: no significativa).

En el cuadrante supero externo la condromalacia leve tenía unos tiempos de relajación mayores que las rodillas normales (p= 0.001), pero no había diferencias estadísticas significativas con respecto a la condromalacia grave.

No hubo diferencias significativas en el cuadrante supero interno de la rótula.

En el cuadrante ínfero externo, las rodillas con diagnóstico de condromalacia leve tenían unos tiempos de relajación mayores que los obtenidos en las rodillas normales ($p < 0.000$). Asimismo, dichos tiempos de relajación de las rodillas con condromalacia leve también fueron mayores que los de las rodillas con condromalacia grave. ($P = 0.014$)

En el cuadrante ínfero interno, la condromalacia leve tenía unos tiempos de relajación mayores que las rodillas normales ($p = 0.003$) y sin significación con respecto a la condromalacia grave. Los tiempos de relajación de las rodillas normales fueron menores que en las rodillas con condromalacia grave, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.031$).

En el siguiente gráfico aparece representada la distribución de los tiempos de relajación T2 en función del grado de condromalacia.

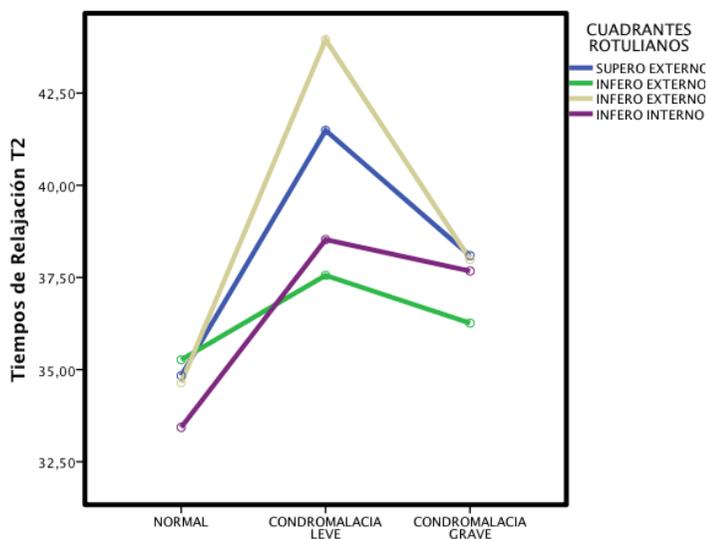


Gráfico 22.

5.2.6. COMPARACIÓN ENTRE LOS GRUPOS DIAGNÓSTICOS

A continuación se realizó un análisis seleccionando a aquellos pacientes que presentaban sintomatología unilateral de manera que podíamos utilizar su rodilla contralateral como control.

Para llevar a cabo estos análisis se seleccionaron de la base de datos principal los pacientes con dolor o inestabilidad unilateral, utilizando como control la rodilla contralateral asintomática. En el caso de pacientes con dolor la base constó de 20 rodillas patológicas y 20 asintomáticas. En el caso de los pacientes con inestabilidad se trató de 12 rodillas patológicas y 12 normales.

5.2.6.1. Variables clínicas asociadas con patología fémoro patelar.

Cuando comparamos los pacientes con dolor fémoro-patelar unilateral con la rodilla contralateral encontramos que los miembros inferiores con rodillas inestables o con dolor idiopático presentaban mayor ángulo Q clínico que los miembros inferiores con rodillas asintomáticas.

VARIABLE	NORMAL	DOLOR	SIGNIFICACIÓN
ANGULO Q CLÍNICO	8.4± 1.0	12.0± 1.1	P=0.024

Tabla 26. Análisis bivariante de la variable Ángulo Q clínico en función del diagnóstico (dolor vs normales). Se expresa la media ± error estándar. Se expresa el grado de significación estadística.

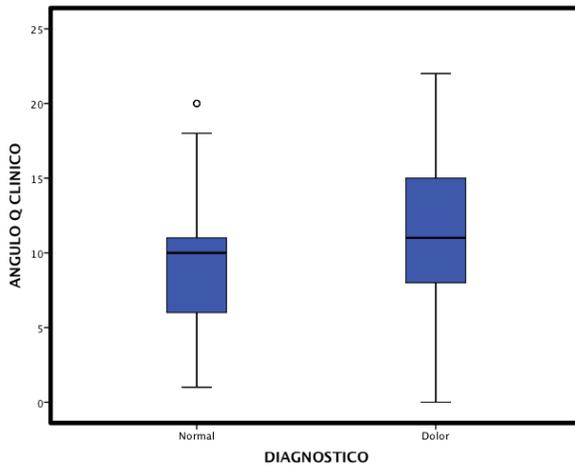


Gráfico 23. Distribución del Ángulo Q en función del diagnóstico (dolor vs normales).

A continuación se detallan las diferencias encontradas entre las rodillas normales con respecto a la rodilla contralateral con inestabilidad.

VARIABLE	NORMAL	INESTABILIDAD	SIGNIFICACIÓN
ANGULO Q CLÍNICO	10.92 ± 1.7	16.67 ± 2.1	P=0.005

Tabla 27. Análisis bivalente de la variable Ángulo Q clínico en función del diagnóstico (inestabilidad vs normales). Se expresa la media ± error estándar. Se expresa el grado de significación estadística.

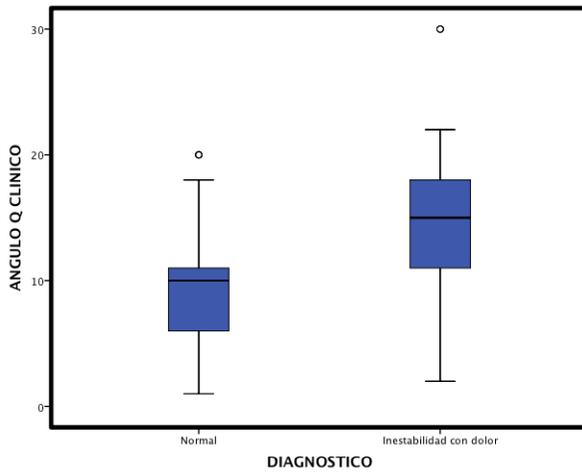


Gráfico 24. Distribución del Ángulo Q en función del diagnóstico (normal vs inestabilidad con dolor).

5.2.6.2. Variables radiológicas asociadas con patología fémoro-patelar.

No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas al analizar las variables radiológicas en los pacientes diagnosticados de inestabilidad o dolor fémoro patelar idiopático frente a las rodillas asintomáticas normales de dichos pacientes.

6. DISCUSIÓN

6. DISCUSIÓN

El dolor anterior de rodilla puede ser secundario a múltiples causas. Los factores mecánicos que conducen al dolor anterior y al desplazamiento anómalo de la rótula no están perfectamente definidos, lo que ha motivado la proliferación de innumerables estudios que abordan el problema desde diferentes puntos de vista, fundamentalmente clínico, radiológico o biomecánico. Por su mayor frecuencia, este trabajo se ha centrado en la evaluación del dolor anterior secundario a inestabilidad rotuliana y el dolor de causa idiopática abordando de forma amplia los aspectos referentes a la exploración clínica y la aportación obtenida mediante técnicas de imagen tomográfica; RM y TC.

La exploración clínica está limitada en el diagnóstico preciso de las causas más frecuentes de dolor anterior de rodilla. La ausencia de dolor en la posición de cuclillas permite excluir la presencia de dolor fémoro-patelar idiopático con una moderada probabilidad. En cambio la positividad del signo de la aprehensión permite el diagnóstico de inestabilidad rotuliana con una discreta probabilidad, mientras que su negatividad no modifica la probabilidad de padecerla. En el caso de la condromalacia la exploración clínica es aún más insuficiente, con sólo la presencia de bloqueo y de un signo de aprehensión positivo incrementando discretamente la probabilidad de padecerla.

La radiología supone el complemento necesario de la exploración clínica. Sin embargo, se han reportado muy pocos signos radiológicos que permitan diferenciar las rodillas sintomáticas de las asintomáticas. Hay que destacar fundamentalmente la existencia de una rótula alta,

fundamentalmente a expensas de la longitud del tendón rotuliano, como uno de los factores principales implicados en la presencia de condromalacia. Desafortunadamente no todas las condromalacias son sintomáticas.

Este trabajo ha de considerarse como un estudio de correlación entre hallazgos clínicos y radiológicos. Los datos radiológicos que permiten diferenciar la anatomía normal de la patológica han sido suficientemente estudiados en la literatura como para permitir una adecuada reproducibilidad de las medidas desde el punto de vista técnico (57), aunque esta reproducibilidad no se considera homogénea entre las diferentes medidas, siendo alta en la determinación de la altura e inclinación rotuliana y más baja en la determinación del ángulo de la tróclea femoral (132). Nuestro trabajo coincide en esta aspecto, ya que se ha demostrado una correlación intraclase excelente en la medición de la longitud del tendón rotuliano (extensión, 20° y 90° de flexión) y de la inclinación rotuliana (extensión y 20° de flexión). Merece una mención aparte el estudio en flexión de 90° donde la concordancia ha sido pobre en la medición del ángulo de inclinación, ángulo de congruencia y del descenso rotuliano, por lo que, para futuros estudios, se han de definir mejor las referencias anatómicas en esta posición en la realización de dichas medidas.

La principal limitación de nuestro estudio es la no comprobación quirúrgica de los casos diagnosticados de condromalacia mediante RM. Actualmente, la artroscopia es considerada como el patrón oro en el diagnóstico de la condromalacia (133), mientras que la sensibilidad global de la RM para las lesiones condrales detectadas en artroscopia es del 66%, menor en las lesiones precoces, y prácticamente del 100% en las lesiones severas grado III-IV(134). Sin embargo, la detección de las lesiones

condrales de bajo grado en artroscopia también es difícil y dependiente de la experiencia del cirujano (135). Una segunda limitación ha sido que el ROI para el estudio del tiempo de relajación T2 del cartílago se ha colocado de forma global sobre el cartílago sin tener en cuenta las variaciones espaciales en las diferentes capas del cartílago. Sin embargo, consideramos que si se demuestran diferencias en los valores globales de relajación T2 del cartílago, su aplicación sería más práctica que el estudio del cartílago por zonas, ya que estos requerirían de una definición exacta del porcentaje del cartílago que corresponde a cada zona y, por tanto, actualmente sería más propenso a error (136).

Uno de los factores anatómicos que se ha implicado en el desarrollo del dolor anterior de rodilla idiopático es la existencia de lesiones del cartílago o condromalacia en pacientes jóvenes. No obstante, se sabe que no todas las lesiones condrales diagnosticadas con artroscopia o diferentes técnicas de imagen son sintomáticas en el momento de su diagnóstico, lo que aporta cierto grado de incertidumbre a la información obtenida mediante la exploración clínica. Esto ha ocurrido en nuestra muestra donde se diagnosticó condromalacia en el 28% de las rodillas asintomáticas, en el 50% de las rodillas con dolor fémoro-patelar idiopático y en el 54% de las rodillas con inestabilidad.

No se han encontrado en la literatura signos clínicos patognomónicos para el diagnóstico de condromalacia (134). En nuestro trabajo, la presencia de bloqueo y el dolor en la faceta externa han sido los signos principalmente asociados a la presencia de condromalacia, con valores de sensibilidad y especificidad de 36.5% y 84% para el bloqueo, y de 53.6% y 72.5% para el dolor en la faceta externa. Otras publicaciones han hecho énfasis en la

crepitación, que puede estar presente hasta en el 60% de los casos (137). En nuestro trabajo, sin embargo, estuvo presente en el 53% de los pacientes con condromalacia frente al 37% de pacientes sin condromalacia, con una especificidad del 62.7%, no alcanzando significación estadística.

El mejor parámetro estadístico para resumir la utilidad de un test diagnóstico es la razón de probabilidades, ya que cuantifica los cambios en la probabilidad de padecer o no una enfermedad una vez que los resultados del test son conocidos (138). Una razón de probabilidad positiva alta indica un cambio en la probabilidad a favor de presentar la condición cuando el test es positivo. La razón de probabilidad para el bloqueo ha sido de 2.6 y para el dolor de la faceta externa de 1.94, lo que indica un cambio menor, pero en ocasiones importante, en la probabilidad de padecer condromalacia (131). Como la razón de probabilidad negativa indica el cambio en probabilidad favoreciendo la condición cuando el test es negativo, un valor pequeño indica que el test es útil descartando la condición cuando el test es negativo. En nuestro caso, la razón de probabilidad negativa para el bloqueo y dolor en faceta externa ha sido de 0.75 y 0.64 respectivamente, lo que no permite excluir la presencia de condromalacia cuando el test es negativo.

Otros tests, tradicionalmente usados para el diagnóstico del dolor anterior de rodilla, como el test de Clarke, test de Waldron y test del escalón excéntrico tampoco se han mostrado útiles en este trabajo de forma aislada para diagnosticar la presencia de condromalacia, lo que coincide con lo reportado por otros autores (73). Por tanto, coincidimos en que la condromalacia no puede diagnosticarse sólo por la exploración clínica (139). La razón de probabilidad positiva para el test de aprehensión, generalmente usado en el diagnóstico de inestabilidad, en el diagnóstico de condromalacia

ha sido de 2.12, similar a lo encontrado por otros autores (73), por lo que este test puede no ser sólo positivo debido a la inestabilidad, sino al dolor provocado durante su realización que, probablemente, sea secundario a la presencia de condromalacia. Sin embargo, la razón de probabilidad positiva de este test en la discriminación de dolor anterior de rodilla idiopático fue tan solo de 0.2.

Ninguno de los signos clínicos se ha mostrado útil para discriminar el dolor anterior de rodilla idiopático del secundario a inestabilidad. Sólo el dolor provocado en la posición de cuclillas tuvo una razón de probabilidad negativa de 0.12, lo que indica que, cuando el test es negativo, existe un moderado cambio en la probabilidad de que el paciente no tenga dolor anterior de rodilla de causa idiopática.

En cuanto a las anormalidades del pie, ha sido el pie plano el que ha mostrado una mayor asociación. Dicho hallazgo se corresponde con los resultados obtenidos por Cross et al. (140) que concluye que la morfología del pie plano se correlaciona con el dolor anterior de rodilla y la lesión del cartílago en el compartimento interno de la rodilla en adultos. Los pies juegan un papel fundamental en la absorción de la tensión mecánica de contacto con el suelo y la alineación postural de los miembros inferiores. A pesar de este papel central en la biomecánica se desconocen las consecuencias de una morfología anormal del pie (pie plano o cavo) sobre el riesgo de provocar daño o dolor en los tejidos de la articulación fémoro patelar. Cross hace referencia en su estudio (140) a que durante la mayoría de las actividades que implican un soporte de peso, la postura, el movimiento del pie y la rodilla están acoplados en un movimiento de cadena cinética cerrada. Un pie con una morfología excesivamente plana provoca

una rotación interna exagerada de la extremidad inferior. Dicha rotación interna puede tener efectos sobre la tensión mecánica de la rodilla provocando una sobrecarga en el compartimento interno y aumentando la superficie de contacto articular en el compartimento externo.

Cross encontró asociación estadísticamente significativa en pacientes con pie plano, dolor anterior de rodilla y lesión en el cartílago. Dichos resultados hacen pensar que dado que las alteraciones mecánicas del pie plano son a menudo corregibles mediante ortesis de pie (plantillas), estos hallazgos podrían tener implicaciones para la prevención y/o tratamiento del dolor anterior de rodilla y de la lesión del cartílago en población adulta.

En cuanto a la inestabilidad rotuliana, las medidas obtenidas en la exploración clínica pueden orientarnos sobre la presencia de una alineación o desplazamiento rotuliano incorrectos que pudieran explicar la inestabilidad o dolor a nivel de la articulación fémoro-patelar. Estas medidas pueden ser estáticas, como el ángulo Q (141), o dinámicas, como los tests que exploran la hipermovilidad lateral de la rótula o el Signo “J” (142).

El ángulo Q es uno de los parámetros más frecuentemente estudiados en el estudio del dolor fémoro-patelar. Un ángulo aumentado, mayor de 15°, podría predisponer al desplazamiento lateral de la rótula y a dolor secundario a la inestabilidad mecánica. Este ángulo se recomienda que sea medido con el paciente en decúbito supino y sin contracción del cuádriceps (143). Por tanto, es una medida estática que se supone predispone a la inestabilidad y al dolor anterior de rodilla, aunque en la literatura no existe acuerdo, con trabajos que lo consideran relacionado con el dolor y la inestabilidad (46,144) y trabajos que no encuentran dicha asociación (145).

Nuestro trabajo apoya la relación entre un ángulo Q aumentado y la presencia de inestabilidad rotuliana y dolor anterior de rodilla. Los pacientes afectos de inestabilidad rotuliana de rodilla presentaban un mayor ángulo Q que los pacientes que presentan rodillas con dolor fémoro-patelar idiopático, y éstos, mayor que los pacientes que presentan rodillas normales. De este modo, pudieran considerarse como manifestaciones de distinta gravedad dentro de un mismo espectro de alteraciones patológicas. En el primer caso el dolor pudiera ser fundamentalmente debido a la sobrecarga articular generada por alteraciones en la relación fémoro-patelar no relacionadas con el desplazamiento lateral de la rótula, pero sí con su ángulo de flexión con respecto a la tróclea femoral, lo que puede disminuir el área de contacto cartilaginoso aumentando el stress de contacto (143). En el caso de inestabilidad evidente suele ser la asociación de rótula alta y desplazamiento lateral la que provoca esa disminución de contacto cartilaginoso e incremento del stress (146).

El Signo “J” se refiere al desplazamiento invertido, en forma de “J”, con el que la rótula se encaja o desencaja bruscamente de la tróclea femoral (143). Se asume que es indicativo de un excesivo desplazamiento lateral de la rótula en la extensión terminal, lo que puede ser resultado de una debilidad ligamentosa medial o de un ángulo de inclinación pequeño de la faceta lateral de la tróclea femoral (147). En nuestro trabajo, el signo J positivo no ha estado presente en las rodillas normales, en cambio en rodillas patológicas ha sido positivo pero no ha alcanzado significación estadística para la distinción entre los pacientes con dolor anterior de rodilla idiopático sin inestabilidad, donde estuvo presente en el 69% de los pacientes, frente a pacientes con dolor secundario a inestabilidad clínica, donde estuvo presente

en el 83% de los casos. Esto es similar a los resultados de Sheehan y colaboradores (143) que distinguieron dos patrones de desplazamiento anómalo de la rótula, con desplazamiento y sin desplazamiento lateral, que tampoco pudieron ser discriminados por diferentes maniobras clínicas, como el signo “J”, en parte debido a que es una maniobra clínica de valoración subjetiva, donde el desplazamiento curvo de la rótula puede ser enmascarado por diversos factores como la rotación en varo de la rótula (148).

De todos los test clínicos explorados es el de la aprehensión el que ha mostrado una mayor razón de probabilidad positiva 4.75. Esto indica que cuando el test es positivo se genera un pequeño, pero a veces importante desplazamiento en la probabilidad de padecer inestabilidad rotuliana. Sin embargo, la sensibilidad del test es baja y alcanza tan solo el 36%, similar a lo reportado por otros autores (149), lo que significa que este test deja de diagnosticar un porcentaje elevado de pacientes con inestabilidad. Por otra parte una razón de probabilidad negativa de 0.68 no permite excluir este diagnóstico cuando el test es negativo.

Referente a las técnicas de imagen, se han llevado a cabo numerosos estudios que tratan de correlacionar la existencia de dolor anterior de rodilla, y de sus diferentes causas con diversos índices y medidas estructurales determinadas en radiografía simple, TC o RM (150). Las técnicas tomográficas, TC y RM, ofrecen un mayor detalle anatómico tridimensional que la radiografía simple y se consideran actualmente más indicadas en este tipo de pacientes, ya que permiten la obtención de medidas más exactas y reproducibles (150).

En cuanto a la inestabilidad rotuliana, la literatura ha barajado cuatro factores implicados que son fundamentalmente; la displasia troclear, la altura rotuliana, la rotura del retináculo medial y la distancia TTA-TG (68,148).

El cociente entre la longitud del tendón rotuliano y la rótula, el ángulo Q, el ángulo del sulcus y de congruencia, son algunas de las medidas que más frecuentemente se han utilizado (44,151). Estos estudios de asociación han demostrado resultados variables, limitando la utilidad clínica de las medidas e índices.

Wiberg describió en 1941 tres tipos de rótula en base a la relación entre la anchura de la faceta interna y la externa, concluyendo que aquellas rótulas con faceta medial más pequeña predisponían al desarrollo de condromalacia debido a que el menor área de contacto con el cóndilo femoral medial suponía un incremento de stress durante la movilidad fisiológica de la rodilla (3). Una gran cantidad de trabajos posteriores, incluido el nuestro, han refutado dicha teoría, no encontrando ninguna relación entre la existencia de condromalacia y algún tipo particular de rótula o dimensión de las facetas rotulianas (147, 148).

La morfología del cóndilo femoral es otro factor que puede estar implicado en el desarrollo del dolor anterior de la rodilla. La morfología de la tróclea femoral se ha estudiado mediante radiología convencional (101), TC (152) y RM (153). En radiología convencional se ha descrito un signo cualitativo, el signo del cruce, y dos cuantitativos, la profundidad y la prominencia troclear. Estos signos se han adaptado a la RM, permitiendo el diagnóstico de displasia troclear mediante la prominencia troclear, la profundidad del sulcus y la asimetría de las facetas condíleas (150).

Posteriormente otros autores han introducido otras medidas, al ángulo del sulcus y la inclinación troclear, para profundizar en el conocimiento de la anatomía troclear (154,155).

En numerosos estudios, el ángulo del sulcus, formado entre la imagen axial del cóndilo medial y lateral del fémur, se ha considerado un factor de riesgo en el desarrollo de condromalacia rotuliana (156) o de inestabilidad sin condromalacia (157). En el presente estudio no hemos encontrado argumentos suficientes para apoyar estas hipótesis, ya que sólo hemos hallado una discreta asociación estadística cuando comparamos rodillas con inestabilidad y rodillas con dolor idiopático, presentando las primeras un ángulo discretamente mayor ($p= 0.05$)

Los pacientes con rótula alta presentan una alteración del mecanismo extensor de la rodilla que les predispone a un aumento de las fuerzas de reacción fémoro-patelares (58) y una menor área de contacto entre el cartílago rotuliano y el de la tróclea femoral (146). La combinación de ambos factores, aumento del stress y disminución del contacto cartilaginoso puede contribuir a la mala alineación e incongruencia rotuliana entre las superficies articulares de la tróclea femoral y la rótula (44, 156, 158). Por tanto, se ha considerado en la literatura que la presencia de una rótula alta es un factor predisponente del dolor anterior de rodilla (158), de la condromalacia (10), de la inestabilidad rotuliana sin condromalacia (157) y de la gonartrosis (159). Sin embargo, otros autores rechazan su asociación con la condromalacia (148,150).

En nuestro trabajo hemos encontrado asociación entre la presencia de condromalacia y una rótula alta medida mediante el índice de Insall-Salvati.

Esta asociación se hizo más evidente a los 90° de flexión y mantuvo incluso un incremento gradual desde la condromalacia leve a la grave. Por tanto, consideramos que la altura de la rótula si debe ser considerada un factor relacionado con el desarrollo de condromalacia, más evidente en la flexión de 90°. Esto significa que en extensión, el tendón rotuliano no está completamente desplegado, por lo que los índices que lo miden en extensión obtienen un valor menor a su auténtica longitud. Esta variación en longitud desde la extensión a la flexión de 90° sería mayor en aquellos pacientes con el tendón más retraído y curvado y, por tanto, con mayor capacidad de elongación desde la posición de extensión a flexión. Aunque en la literatura se ha considerado 1.20 como el límite superior de normalidad, en nuestro trabajo, el intervalo máximo alcanzado por las rodillas normales ha sido de 1.16, por lo que consideramos que valores a partir de 1.16 pueden considerarse también como factores de riesgo en el desarrollo de condromalacia.

Una crítica que se realizó sobre la medición de la altura de la rótula mediante métodos tradicionales basados en referencias óseas, es que no determinan la relación real entre el cartílago rotuliano y el cartílago de la tróclea femoral, la cual sólo puede determinarse adecuadamente mediante un índice que considere el área de contacto entre ambos cartílagos, como el índice patelo-troclear (122).

Una de las principales limitaciones encontradas en la literatura en este tipo de estudios morfométricos es la metodología utilizada. Para que todas las medidas realizadas sean realmente comparables se recomienda que se realicen las pruebas de TC, RM y Radiología convencional en pacientes con dolor o inestabilidad unilateral, permitiendo por tanto la comparación con la

rodilla sana del mismo paciente (160). El hecho de comparar los datos obtenidos de pacientes con rodillas patológicas con datos de pacientes distintos que poseen rodillas sanas puede llevar a confusión ya que probablemente existan, además de los factores morfológicos propios de la rodilla, otras variables como la constitución o la altura del paciente que pueden confundir los resultados. De la misma manera se recomienda no incluir en el mismo grupo el dolor idiopático y el dolor secundario a inestabilidad. Cuando hicimos este análisis en nuestro grupo de pacientes, sólo se encontró que el ángulo Q medido clínicamente era mayor en las rodillas con inestabilidad y con dolor fémoro-patelar idiopático, con respecto a las rodillas asintomáticas, lo que refuerza el valor de esta medición en la presencia de dolor anterior de rodilla e inestabilidad. Sin embargo, el ángulo Q radiológico, trazado sobre radiografías realizadas en bipedestación, no resultó significativo. Por tanto, estamos de acuerdo con aquellos autores que defiende que el ángulo Q ha de medirse en decúbito supino, ya que en bipedestación sufre una mayor influencia del grado de rotación de las diferentes articulaciones (75, 76, 140).

Las nuevas técnicas de imagen, basadas en el fenómeno de la RM, que van más allá de los criterios morfológicos en el diagnóstico del dolor fémoro-patelar, aportando información sobre la capacidad de difusión del agua dentro de los tejidos (técnica de difusión), el contenido de proteoglicanos del cartílago (T1 Mapping con administración de gadolinio), o el T2 Mapping, que registra la relajación T2 de los tejidos y, en el caso del cartílago, nos informa sobre la integridad y orientación de la estructura cartilaginosa (161).

En este trabajo nos hemos centrado en estudiar las diferencias detectadas mediante la relajación T2 del cartílago rotuliano entre las causas más frecuentes de dolor anterior de rodilla, inestabilidad e idiopática, así como la posible relación con el desarrollo de la condromalacia rotuliana.

Hemos encontrado que los pacientes con inestabilidad presentaban mayores tiempos de relajación en el cuadrante supero-externo del cartílago rotuliano que los pacientes asintomáticos y con dolor idiopático. De igual modo, los pacientes con signos de condromalacia detectable en las imágenes RM anatómicas tenían mayor tiempo de relajación en todos los cuadrantes rotulianos, salvo en el superointerno donde no se encontraron diferencias significativas. Esto es probablemente indicativo de la afectación diferencial y heterogénea del cartílago rotuliano

Trabajos previos han demostrado alargamiento de los tiempos de relajación T2 del cartílago en pacientes con la actividad física, con lesiones cartilaginosas y artrosis (126), con el envejecimiento (120), con el incremento del índice de masa corporal (162), entre otras. Esta elevación del T2 no sólo se ha descrito a nivel de las lesiones morfológicas del cartílago, sino en las áreas adyacentes, sugiriendo una mayor exposición a locus hidrofílicos cuando existe lesión establecida (163). Se ha descrito una relación inversa entre la relajación T2, el grosor del cartílago y el contenido en proteoglicanos mientras que existe un relación proporcional con el contenido de agua (164). Sin embargo, no se ha descrito una relación lineal entre los valores T2 y el grado de afectación cartilaginosa que permitiera diferenciar entre los grados leves y más severos (164). Por último, también hay que reseñar que, en lesiones muy precoces, otros autores han demostrado el acortamiento del T2 y baja intensidad de señal, probablemente debido a

que la fragmentación de las fibras colágenas permite una mayor interacción con el agua acelerando la relajación T2 y la transferencia de magnetización (165). Nuestro trabajo confirma el incremento de los tiempos de relajación T2 en el cartílago rotuliano en presencia de condromalacia. Sin embargo, este incremento es más marcado en los estadios precoces, grado I y II de Noyes, mientras que en los estadios avanzados, III y IV de Noyes, tiende a recuperar los valores normales. Por tanto, en base a nuestros resultados se puede concluir que el incremento del tiempo de relajación T2 es transitorio y sirve de marcador de las fases precoces de degeneración cartilaginosa.

Los tiempos de relajación T2 son sensibles a un amplio rango de interacciones del agua con el cartílago, dependiendo fundamentalmente del contenido colágeno y orientación fibrilar (166). Se ha descrito que los tiempos de relajación T2 son directamente proporcionales a la distribución del agua e inversamente proporcionales a la distribución de los proteoglicanos (167). Es posible que las lesiones focales del cartílago induzcan la liberación de sustancias que contribuyan al incremento de los tiempos de relajación. Para algunos autores es la mayor exposición de los aniones de los proteoglicanos la que induce el incremento del contenido acuoso y de los tiempos de relajación T2 (8). Sin embargo la depleción de proteoglicanos no parece tener ningún impacto en los tiempos de relajación (168).

El comportamiento diferencial en los distintos cuadrantes de la rótula es compatible con la afectación no uniforme del cartílago rotuliano en la condromalacia. Se piensa que los factores inductores de condromalacia son heterogéneos, predominando la inclinación rotuliana patológica en la condromalacia de los cuadrantes externos y la luxación rotuliana en la de los

cuadrantes internos (169). Esta tendencia no se ha demostrado en nuestro trabajo donde la afectación de una u otra faceta no ha presentado una asociación estadística con el diagnóstico clínico. Sin embargo, hemos encontrado que los cambios en los tiempos de relajación T2 han sido más marcados en los cuadrantes externos. Este hallazgo pudiera ser coincidente con estudios artroscópicos previos que han demostrado que el cartílago de la faceta medial está menos afectado en la inestabilidad rotuliana y en la condromalacia de causa idiopática (170).

7. CONCLUSIONES

7. CONCLUSIONES

En este trabajo hemos revisado los factores clínicos y radiológicos que permiten el diagnóstico de las dos causas más frecuentes de dolor anterior de rodilla. El análisis de los resultados del presente estudio y su comparación con los datos publicados al respecto en la literatura científica permiten, a nuestro juicio, formular las siguientes conclusiones:

1. La exploración clínica no permite el diagnóstico del dolor anterior de rodilla idiopático. Sólo la ausencia de dolor en la posición de cuclillas incrementa de una forma moderada la probabilidad de no padecer este síndrome.
2. Un signo de la aprehensión positivo incrementa de una forma discreta la probabilidad de presentar inestabilidad rotuliana. Sin embargo, la negatividad de este signo no modifica la probabilidad de padecerla.
3. La exploración física no permite un diagnóstico preciso de la condromalacia. Sólo la presencia de bloqueo y de un signo de aprehensión positivos incrementan de forma discreta la probabilidad de presentar condromalacia.
4. Los pacientes con inestabilidad rotuliana presentan, con respecto a los pacientes con dolor idiopático, una menor inclinación patelo-femoral externa a los 90° de flexión y una mayor distancia fémoro-patelar interna, lo que indica que la rótula sigue más lateralizada en estos grados de flexión.
5. Los pacientes con condromalacia tienen un menor ángulo de inclinación patelo-femoral externa en flexión de 20° y una mayor

longitud del tendón rotuliano y, por tanto, del índice de Insall-Salvati, fundamentalmente a los 90° de flexión. Por tanto, la altura de la rótula y el contacto fémoro-patelar externo deben de considerarse factores implicados en su desarrollo.

6. El tiempo de relajación T2 aumenta con la condromalacia, fundamentalmente en los grados precoces, tipo I y II de Noyes, mientras que en la condromalacia avanzada, grados III y IV de Noyes, tiende a volver a los valores basales. Por tanto, una elevación del tiempo de relajación T2 del cartílago tiene que valorarse como una alteración transitoria asociada a degeneración precoz, lo cual debería promover el uso de medidas preventivas para demorar o evitar la progresión hacia la artrosis.

8. BIBLIOGRAFÍA

8. BIBLIOGRAFÍA.

1. Grelsamer RP. Patellar nomenclatura. Clin Orthop 2005; 436: 60-5.
2. Carrión MM, Santiago FR, Calvo RP, et al. Patellofemoral morphometry in patients with idiopathic patellofemoral pain syndrome. Eur J Radiol. 2010 Jul; 75 (1): e64-7.
3. Wiberg G. Roentgenographic and anatomic studies on the femoropatellar joint. Acta Orthop Scand 1941; 12: 319-410.
4. Baumgartl F. Anatomische und klinische Bedeutung des Femoropatellargelenkes. Zentralbl Chir 1966: 91 : 505-16.
5. Goodfellow JW, Hungerford DS, Zindel M. Patellofemoral mechanics and pathology: I Functional anatomy of the patellofemoral joint. J Bone and Joint Surg Br 1976; 58B: 287-90.
6. Staubli H.U., Durreumatt U., Porcellini B. et al. anatomy and surface glometry of the patellofemoral joint in the axial plane. J Bone Joint Surg 1999; 81B: 452-8.
7. Mosher, TJ. Arthritis in color: Advanced imaging of arthritis. Bruno, MA.; Mosher, TJ.; Gold,GE., editors. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2009. p. 23-32.
8. Xu J, Xie G, Di Y, et al. Value of T2-mapping and DWI in the diagnosis of early knee cartilage injury. J Radiol Case Rep. 2011; 5(2): 13–8.

9. Insall J. Surgery of the knee. New York, NY: Churchill Livingstone; 1993.
10. Beltran J, Matityahu A, Hwang K, et al. The distal semimembranosus complex: normal MR anatomy, variants, biomechanics and pathology. *Skeletal Radiol* 2003; 32 (8): 435-45
11. Insall JN, Salvati E. Patella position in the normal knee joint. *Radiology* 1971; 101: 101-4.
12. Fulkerson JP, Gossling HR. Anatomy of the knee joint lateral retinaculum. *Clin Orthop* 1980; 153: 183-8.
13. Reider B, Marshall JL, Koslin B, et al. The anterior aspect of the knee joint an anatomic study. *J Bone Joint Surg Am* 1981; 63: 351-6.
14. Conlan T, Garth WP, Lemons JE. Evaluations of the medial softtissue restraints of the extensor mechanism of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1993; 75: 682-93.
15. Hsieh H-H, Walker PS. Stabilizing mechanisms of the loaded and unloaded knee joint. *J Bone Joint Surg Am* 1976; 58: 87-93.
16. Kaplan EB. Factors responsible for the stability of the knee joint. *Bull Hosp Joint Dis* 1957; 18: 51-9.
17. Markolf KL, Mensch JS, Amstutz HC. Stiffness and laxity of the knee: The contributions of the supporting structures : A quantitative in vitro study. *J Bone Joint Surg Am* 1976; Volumen 58 (5): 583-94.

18. Wels PR. Knee joint structure and function. *Clin Orthop* 1980; 147: 7-14.
19. Johnson LL, Van Dyk GE, Green JR 3rd et al. Clinical assessment of asymptomatic knees: comparison of men and women. *Arthroscopy* 1998; 14 (4): 347-59.
20. Trillat, A, Dejour H, and Couette, A. Diagnostic et traitement des subluxations récidivantes de la rotule. *Rev chir Orthop* 1964; 50: 813-24.
21. Ficat P, Ficat C, Bailleux A. Syndrome d'hyperpression interne de la rotule (SHPE). Son intérêt pour le connaissance de l'arthrose. *Rev chir Orthop* 1975; 61: 39-59.
22. Ward SR, Powers CM. The influence of patella alta on patellofemoral joint stress during normal and fast walking. *Clinical Biomechanics* 2004; 19: 1040-7.
23. Wong M, Carter DR. Articular cartilage functional histomorphology and mechanobiology: a research perspective. *Bone*. 2003; 33: 1-13.
24. Schmidt MB, Mow VC, Chun LE, et al. Effects of proteoglycan extraction on the tensile behaviour of articular cartilage. *J Orthop Res*. 1990; 8: 353-63.
25. Ahmed A, Burke D, Hyder A: Force analysis of the patellar mechanism. *J Orthop Res* 1987; 5: 69-85.

26. Buff HU, Jones LC, Hungerford DS. Experimental determination of forces transmitted through the patella-femoral joint. *J Biomech* 1988; 21: 17-23.
27. Huberti HH, Hayes WC, Stone JL. Force ratios in the quadriceps tendon and ligamentum patellae. *J Orthop Res* 1984; 2: 49-54.
28. Reilly DT, Martens M. Experimental analysis of the quadriceps muscle force and patella-femoral joint reaction force for various activities. *Acta Orthop Scand* 1972; 43: 126-37.
29. Matthews LS, Sonstegard DS, Henke JA. Load bearing characteristics of the patella-femoral joint. *Acta Orthop Scand* 1977; 48: 511-6.
30. Papagelopoulos PJ. Review: Patellofemoral pain syndrome. Diagnosis and management. *Orthop*. 1997; 20(2): 148-57.
31. Witvrouw E, Sneyers C, Lysens R, Victor J, Bellemans J. Reflex response times of vastus medialis oblique and vastus lateralis in normal subjects and in subjects with patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1996; 24(3): 160-5.
32. Malek MM, Mangine RE. Patellofemoral pain syndromes: A comprehensive and conservative approach. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1981; 2(3): 108-16.

33. Cook C, Hegedus E, Hawkins R, et al. Diagnostic accuracy and association to disability of clinical test findings associated with patellofemoral pain syndrome. *Physiother Can.* 2010; 62(1): 17-24.
34. Callaghan MJ., Selfe J. Has the incidence or prevalence of patellofemoral pain in the general population in the United Kingdom been properly evaluated? *Physical Therapy in Sport* 2007; 8: 37–43.
35. Boling M., Padua P., Marshall S., et al. Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome. *Scand J Med Sci Sports.* 2010; 20(5): 725–730.
36. Roush JR, Bay RC. Prevalence of anterior knee pain in 18-35 year-old females. *Int J Sports Phys Ther* 2012; 7(4): 396-401.
37. Ordoñez .M., Delgado AM. Dolor fémoro – patelar. Diagnóstico y tratamiento. *Rev Ortop y Traum* 1995; 39: 370 – 82.
38. Rombold C: Osteochondritis dissecans of the patella: A case report. *J Bone Joint Surg* 1936; 18: 230-1.
39. Moisis K, Eckstein F, Chmiel JS, et al. Denuded subchondral bone and knee pain in persons with knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum.* 2009; 60 (12): 3703–10.
40. Rubin DA, Harner CD, Costello JM. Treatable chondral injuries in the knee: frequency of associated focal subchondral edema. *AJR Am J Roentgenol.* 2000; 174(4): 1099–106.
41. Buedinger K. Uber Ablosung von Gelenkteilen und verwandte Prezesse. *Dtsch Z Chir* 1906; 84: 311-65.

42. Buedinger K. Uber traumatische Knorpelrisse in Kniegelenk. Dtsch Z Chir 1908; 92: 510-36.
43. Aleman O: Chondromalacia posttraumatica patellae. Acta Chir Scand 1928; 63: 194.
44. Insall JN, Falvo KA, Wise DW. Chondromalacia Patellae: A prospective study. J Bone Joint Surg Am 1976; 58: 1-8.
45. Outerbridge RE. The etiology of chondromalacia patellae. J Bone Joint Surg Br 1961; 43: 752-7.
46. Carrión MM. Influencia de las variables clínicas y radiológicas en la evolución de los pacientes con síndrome doloroso fémoro-patelar. Tesis doctoral. Granada 2008.
47. Fulkerson JP. Diagnosis and treatment of patients with patellofemoral pain. Am J Sports Med 2002; 30: 447–56.
48. LaBella C. Patellofemoral pain syndrome: evaluation and treatment. Prim Care 2004; 31: 977–1003.
49. Hallisey M, Doherty N, Bennet W, et al. Anatomy of the junction of the vastus lateralis tendón and the patella. J Bone Joint Surg Am 1987; 69: 545-9.
50. Walmsley R. The development of the patella. J anat 1940; 74: 360-8.
51. Langer M. Uber die entwicklung des kniegelenkes. Z Gesamte Anat 1929; 89: 83-101.

52. Miller GF. Familial recurrent dislocation of the patella. *J Bone Joint Surg Br* 1978; 60: 203-4.
53. Dejeur H., Walch G., Nave-Josserand L, et al. Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1994; 2: 19-26.
54. Ficat P. Les déséquilibres rotuliens: de l'hyperpression à l'arthrose. Masson. París 1973.
55. Maquet P. Advancement of the Tibial Tuberosity. *Clin Orthop* 1976; 115: 225 – 30.
56. Larson R. et al. The Patellar Compression Síndrome. Surgical Treatment by Lateral Retinacular Release. *Clin Orthop* 1978; 134: 158-67.
57. Fithian D.C., Patxon E.W., Cohen A.B. Indications in the treatment of patellar instability. *J knee Surg* 2004; 17: 47-55.
58. Heino-Brechter J, Powers CM. Patellofemoral stress during walking in persons with and without patellofemoral pain. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 1582–93.
59. Kujala UM, Osterman K, Kvist M, et al. Factors predisposing to patellar chondropathy and patellar apicitis in athletes. *Int Orthop*. 1986; 10 (3): 195-200.
60. Hughston JC. Subluxation of the patella. *J Bone Joint Surg Am*. 1968; 50 (5): 1003-26.

61. Fulkerson JP, Shea KP. Current concepts review: disorders of patellofemoral alignment. *J Bone Joint Surg* 1990; 72 (9): 1424-9.
62. Merchant AC, Mercer RL, Jacobsen RH, et al. Roentgenographic analysis of patellofemoral congruence. *J Bone Joint Surg Am* 1974; 56(7): 1391-6.
63. Fulkerson JP, Tennant R, Jaivin JS, et al. Histologic Evidence of Retinacular Nerve Injury Associated with Patellofemoral Malalignment *Clin Orthop*. 1985; 197: 196-205.
64. Johnson R.P. Anterior knee pain in adolescents and young adults. *Current Opinion in Rheumatology* 1997; 9: 159 – 164.
65. Mori Y., Fujimoto A., Okumo H., et al. Lateral retinaculum release in adolescent patellofemoral disorders: its relationship to peripheral nerve injury in the lateral retinaculum. *Bull Hosp J Dis Orthop Inst* 1991; 51: 218 – 229.
66. Wiles P, Andrews PS, Devas MB. Chondromalacia of the patella. *J Bone J Surg Br* 1956; 38: 95-113.
67. Wojtys EM., Beaman DN., Glover RA. et al. Innervation of the human knee joint by substance – P fibers. *Arthroscopy* 1990; 6: 254 – 63.
68. Sanchís-Alfonso V, Roselló Sastre E. Immunohistochemical análisis for neural markers of the lateral retinaculum in patients with isolated symptomatic patellofemoral malalignment. *A neuroanatomic*

- basis for anterior knee pain in the active young. *Am J Sports Med* 2000; 28: 725-31.
69. Sanchís-Alfonso V., Roselló Sastre E., Rever F. Neural growth factor expression in the lateral retinaculum in painful patellofemoral malalignment. *Acta Orthop Scand* 2001; 72: 146-9.
70. Dye SF. The knee as a biologic transmission with an envelope of function: a theory. *Clin Orthop* 1996; 325: 10-8
71. Amis AA, Farahmand F. Biomechanics of the knee extensor mechanism. *The knee* 1996; 3: 73-81.
72. Sanchís Alfonso V., Roselló Sastre E., Martínez Sanjuán V. Pathogenesis of Anterior Knee Pain Síndrome and Functional Patellofemoral Instability in the Active Young. *Am J Knee Surg* 1999; 12: 29-40.
73. Nijs J, Catherine Van Geel C, Van der Auwera C, et al. Diagnostic value of five clinical test in patellofemoral pain síndrome. *Manual Therapy* 2006; 11: 69-77.
74. Dandy M.J. chronic patellofemoral instability. *J Bone Joint Surg Br* 1996; 18(2): 328-35.
75. Woodland LH, Francis RS. Parameters and comparisons of the quadriceps angle of college-aged men and women in the supine and standing positions. *AM J Sports Med* 1992; 20: 208-11.

76. Aglietti P, Insall JN, Cerulli G. Patellar pain and incongruence. I: measurements of incongruence. *Clin Orthop* 1983; 176: 217-24.
77. Olerud C, Berg P. The variation of the Q angle with different positions of the foot. *Clin Orthop* 1984; 191:162-5.
78. Fithian DC, Mishra DK, Balen PF, et al. Instrumented measurement of patellar mobility. *Am J Sports Med* 1995; 23: 607-15.
79. Reider B. The knee. In: Reider B, editor. *The orthopaedic physical examination*. Philadelphia: WB Saunders Company; 1999; 201-48.
80. Souza TA. The knee. In: Hyde TE, Gengenbach MS, editors. *Conservative management of sport injuries*. Maryland: Williams & Wilkins; 1997; 394-5.
81. Malanga GA, Andrus S, Nadler SF, McLean J. Physical examination of the knee: a review of the original test description and scientific validity of common orthopedic tests. *Arch Phys Med and Rehabil* 2003; 84: 592-603.
82. Doberstein ST, Romeyn RL, Reineke DM. The Diagnostic Value of the Clarke Sign in Assessing Chondromalacia Patella. *J Athl Train* 2008; 3(2): 190-6.
83. Selfe J. Peak 5 motion analysis of an eccentric step test performed by 100 normal subjects. *Physiotherapy* 2000; 86: 241-7.

84. Selfe J, Harper L, Pedersen I, et al. Four outcome measures for patellofemoral joint problems. Part 1. Development and validity. *Physiotherapy* 2001; 87: 507-15.
85. Selfe J, Harper L, Pedersen I, et al. Four outcome measures for patellofemoral joint problems. Part 2. Reliability and clinical sensitivity. *Physiotherapy* 2001; 87: 516-22.
86. Post WR. Clinical evaluation of patients with patellofemoral disorders. *Arthroscopy* 1999; 15: 841-51.
87. Nissen CW, Cullen MC, Hemett TE, et al. Physical and arthroscopic examination techniques of the patellofemoral joint. *J. Orthop Sports Phys Ther* 1998; 28: 277-85.
88. Egund N., Ryd L. Patellar and quadriceps mechanism. In: A.M. Davies, Editor, *Imaging of the knee* (1st ed.) Springer- Verlag, Berlin (2002), p: 217-48.
89. Elias D.A., While L.M. Imaging of patellofemoral disorders. *Clinical Radiology* 2004; 59 (7): 543-57.
90. Laurin C.A., Dussault R., Levesque H.P. The tangential x – ray investigation of the patellofemoral joint: x - ray technique, diagnostic criteria and their interpretation. *Clin Orthop* 1979; 144: 16-26.
91. Merchant A. C., Mercer R.L.Jacobsen R.H. et al. Roentgenographic. Analysis of Patellofemoral Congruence. *J Bone Joint Surg* 1974; 56-A: 1391-6.

92. Ghelman B., Hodge J.C. Imaging of the patellofemoral joint. En: The orthopedics of north America. The patellofemoral joint 1992; 23 (4): 52-543.
93. Boucher J. P., King M.A. Lefebvre R. et al. Quadriceps femoris muscle activity in patellofemoral pain syndrome. Am J Sports Med 1992; 20: 527-32.
94. Teitge R.A. et al. stress Radiographs of the Patellofemoral Joint. J Bone Joint Surg Am 1996; 78 (2): 193-203.
95. Grelsamer RP, Proctor CS, Bazos AN. Evaluation of patellar shape in the sagittal plane: a clinical analysis. Am J Sports Med 1994; 22: 61-6.
96. Blackburne JS, Peel TE; A new method of measuring patellar height. J Bone Joint Surg Br 1977; 59: 241-2
97. Caton J, Deschamps G, Chambat P, et al. Patella infera. A propos of 128 cases. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 1982; 68: 317.
98. Caton G., Deschamps G., Chambat P, et al. Les rotules basses: a propos de 128 observations. Rev Chir Orthop 1982; 68: 137-325.
99. Vilalta Bou C., Lozano lizarraga L.M, Martinez Pastor J. C. Anatomía y fisiología fémoropatelar: una tendencia a la inestabilidad. En. Inestabilidad rotuliana Arthros. Publicaciones Permanyer. Barcelona, 2005. Volumen II (edición especial): 7-17.

100. Murray TG.F. Dupont J.Y., Fulkerson J.P. Axial and lateral radiographs in evaluating patellofemoral malalignment. *Am J Sports Med* 1999; 27: 580-4.
101. Grelsamer RP, Tedder JL. The lateral trochlear sing: femoral trochlear dysplasia as seen on a lateral view roentgenograph. *Clin Orthop* 1992; 281: 159-62.
102. Dejour H., Walch G., Neyret P., et al. La dysplasia de la trochleé fémorale. *Rev Chir Orthop* 1990; 76: 45-54.
103. Martinez S., Korobin M., Fondren F.B. et al. Diagnosis of patellofemoral malalignment by computed tomography. *J comput Assist Tomogr* 1983; 18: 249
104. Ficat P. Les déséquilibres rotuliens: de l'hyperpression à l'arthrose. Paris: Masson; 1973
105. Muhle C., Brossmann J., Heller M. Kinematic CT and MR imaging of the Patellofemoral joint. *Eur Radiol* 1999; 9: 508-18.
106. Shellock F.G. et al. Kinematic MR imaging of the patellofemoral joint: comparison of passive positioning and active movement techniques. *Radiology* 1992; 184: 574-7.
107. Shellock F.G. et al. Patellar tracking abnormalities: clinical experience with kinematic MR imaging in 130 patients. *Radiology* 1989; 172: 799-804.

108. Shellock F.G. et al. Patellofemoral Joint: identification of abnormalities with active movement, “unloaded” versus “loaded” kinematic MR imaging techniques. *Radiology* 1993; 188: 577-8.
109. Kujala UM, Osteman K., Kormano M., et al. Patellofemoral relationships in recurrent patellar dislocation. *J Bone Joint Surgery [Br]* 1989; 71: 788-92.
110. Parker RD, Stefancin JJ. First-time traumatic patellar dislocation: a systematic review. *Clin Orthop* 2007; 455: 93–101.
111. Fulkerson J.P., Shea K.P. Current concepts review. Disorders of patellofemoral alignment. *J Bone Joint Surgery* 1990; 72 A (9): 1424-9.
112. Miller TT, Staron RB, Feldman F. Patellar height on sagittal MR imaging of the knee. *Am. J. Roentgenol* 1996; 167: 339–41.
113. Levy AS, Lohnes J, Sculley S, et al. Chondral delamination of the knee in soccer players. *Am J Sports Med.* 1996; 24(5): 634–9.
114. Xia Y, Moody JB, Alhadlaq H. Orientational dependence of T2 relaxation in articular cartilage: a microscopic MRI (microMRI) study. *Magn Reson Med.* 2002; 48: 460–9.
115. Blumenkrantz G, Majumdar S. Quantitative magnetic resonance imaging of articular cartilage in osteoarthritis. *European Cells and Materials.* 2007; 13: 75–86.

116. Mosher TJ, Dardzinski BJ. Cartilage MRI T2 relaxation time mapping: overview and applications. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2004; 8(4): 355–68.
117. Maier CF, Tan SG, Hariharan H, et al. T2 quantitation of articular cartilage at 1.5 T. *J Magn Reson Imaging*. 2003; 17 (3): 358–64.
118. White LM , Sussman MS , Hurtig M , et al. Cartilage T2 assessment: differentiation of normal hyaline cartilage and reparative tissue after arthroscopic cartilage repair in equine subjects. *Radiology* 2006; 241: 407 – 14.
119. Glaser C. New techniques of cartilage imaging: T2 relaxation and diffusion weighted MR imaging. *Radiol Clin North Am*. 2005; 43: 641-53.
120. Mosher TJ, Smith H, Dardzinski BJ, et al. MR imaging and T2 mapping of femoral cartilage: in vivo determination of the magic angle effect. *AJR* 2001; 177: 665-9.
121. Hamila I, Nieminen MT, Rouvala E, et al. Patellar cartilage lesions: comparison of magnetic resonance imaging and T2 relaxation – time mapping. *Acta Radiol* 2007; 48: 444-8.
122. Biedert RM, Albrecht S. The patellochlear index: a new index for assessing patellar height. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006; 14: 707–12.

123. Shulz B, Brown M, Ahmad CS. Evaluation and Imaging of Patellofemoral Joint Disorders. *Oper Tech Sports Med* 2010; 18: 68-78.
124. Duc SR, Koch P, Schmid MR, et al. Diagnosis of articular cartilage abnormalities of the knee: prospective clinical evaluation of a 3D Water-Excitation True FISP Sequence. *Radiology* 2007; 243: 475-82.
125. Chiang A, West R. Current concepts review: patellar instability. *J Bone Joint Surg Am* 2008; 90: 2751-62.
126. Stehling C, Liebl H , Krug R, et al. Patellar Cartilage: T2 Values and Morphologic Abnormalities at 3.0-T MR Imaging in Relation to Physical Activity in Asymptomatic Subjects from the Osteoarthritis Initiative. *Radiology* 2010; 254 (2): 509-20.
127. Martín Andrés A, Luna del Castillo JD. *Bioestadística para las ciencias de la salud*. Ed. Norma. Madrid. 1989.
128. Park E, Cho M, Chang-Seok K. Correct Use of Repeated Measures Analysis of Variance. *Korean J Lab Med* 2009; 29: 1-9.
129. Denegar CR, Fraser M. How useful are physical examination procedures? Understanding and applying likelihood ratios. *J Athl Train* 2006; 41(2): 201-6.
130. Prieto L, Lamarca R, Casado A. Assessment of the reliability of clinical findings: the intraclass correlation coefficient. *Med Clin (Barc)* 1998; 110: 142-5.

131. Jaeschke R, Guyatt GH, Sackett DL. Users' guides to the medical literature, III: how to use an article about a diagnostic test, B: What are the results and will they help me in caring for my patients? *JAMA*. 1994; 271: 703–7.
132. Nicolaas L, Tigchelaar S, Koëter S. Patellofemoral evaluation with magnetic resonance imaging in 51 knees of asymptomatic subjects. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011; 19: 1735–9.
133. Tuong B, White J, Louis L, et al. Get a kick out of this: the spectrum of knee extensor mechanism injuries *Br J Sports Med* 2011; 45: 140–6.
134. Mattila VM, Weckström M, Leppänen V, et al. Sensitivity of MRI for articular cartilage lesions of the patellae. *Scand J Surg* 2012; 1081: 56–61.
135. Marticke JK, Hösselbarth A, Hoffmeier KL, et al. How do visual, spectroscopic and biomechanical changes of cartilage correlate in osteoarthritic knee joints? *Clinical Biomechanics* 2010; 25: 332–340
136. Mosher TJ, Dardzinski BJ, Smith MB. Human articular cartilage: influence of aging and early symptomatic degeneration on the spatial variation of T2-preliminary findings at 3 T. *Radiology* 2000; 214(1): 259-66
137. Leslie IJ, Bentley G. Arthroscopy in the diagnosis of chondromalacia patellae. *Ann Rheum Dis* 1978; 37: 540–7

138. Fritz JM, Wainner RS. Examining diagnostic tests: an evidence-based perspective. *Physical Therapy* 2001; 81: 1546–64.
139. Dye SF. The pathophysiology of patellofemoral pain: a tissue homeostasis perspective. *Clin Orthop Relat Res* 2005; 436: 100–10
140. Gross KD, Felson DT, Nju J, et al. Association of flat feet with knee pain and cartilage damage in older adults. *Arthritis Care Res (Hoboken)*, 2011; 63(7): 937-44.
141. Emami MJ, Ghahramani MH, Abdinejad F, et al. Q-angle: an invaluable parameter for evaluation of anterior knee pain. *Arch Iran Med.* 2007; 10: 24–6.
142. Fredericson M, Yoon K. Physical examination and patellofemoral pain syndrome. *Am J Phys Med Rehabil.* 2006; 85: 234–43.
143. Sheehan FT, Derasari A, Fine KM, et al. Q-angle and J-sign Indicative of Maltracking Subgroups in Patellofemoral Pain. *Clin Orthop Relat Res* 2010; 468: 266–75.
144. Haim A., Yaniv M., Dekel S. et al. Patellofemoral pain syndrome: validity of clinical and radiological features. *Clin Orthop* 2006; 451: 223-8.
145. Naslund J, Naslund UB, Odenbring S, et al. Comparison of symptoms and clinical findings in subgroups of individuals with patellofemoral pain. *Physiother Theory Pract.* 2006; 22: 105–18.

146. Ward SR, Terk MR, Powers CM. Patella alta: association with patellofemoral alignment and changes in contact area during weight-bearing. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89: 1749–55
147. Amis AA, Oguz C, Bull AM, Senavongse W, Dejour D. The effect of trochleoplasty on patellar stability and kinematics: a biomechanical study in vitro. *J Bone Joint Surg Br.* 2008; 90: 864–9.
148. Outerbridge RE. Further studies on the etiology of chondromalacia patellae. *J Bone Joint Surg Br* 1964; 46: 179–90.
149. Sallay PI, Poggi J, Speer KP, Garrett WE. Acute dislocation of the patella. A correlative pathoanatomic study. *American Journal of Sports Medicine* 1996; 24: 52–60.
150. Endo Y, Schweitzer ME, Bordalo-Rodrigues M, et al. MRI Quantitative Morphologic. Analysis of Patellofemoral Region: Lack of Correlation with Chondromalacia Patellae at Surgery. *AJR* 2007; 189: 1165–8
151. Marks KE, Bentley G. Patella alta and chondromalacia. *J Bone Joint Surg Br* 1978; 60: 71-3.
152. Dejour H, Walch G, Nove-Josserand L, Guier C. Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1994; 2: 19–26.
153. Pfirrmann CWA, Zanetti M, Romero J, et al. Femoral trochlear dysplasia: MR findings. *Radiology* 2000; 216: 858–64.

154. Carrillon Y, Abidi H, Dejour D, et al. Patellar instability: assessment on MR images by measuring the lateral trochlear inclination—initial experience. *Radiology* 2000; 216: 582–5.
155. Davies AP, Costa ML, Shepstone L, et al. The sulcus angle and malalignment of the extensor mechanism of the knee. *J Bone Joint Surg Br* 2000; 82: 1162–6.
156. Aglietti P, Cerulli G. Chondromalacia and recurrent subluxation of the patella: a study of malalignment, with some indications for radiography. *Ital J Orthop Traumatol* 1979; 5: 187–201.
157. Dowd GS, Bentley G. Radiographic assessment in patellar instability and chondromalacia patellae. *J Bone Joint Surg Br* 1986; 68: 297–300.
158. 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: 1112–5.
159. McWilliams TG, Binns MS. A locked knee in extension: a complication of a degenerate knee with patella alta. *J Bone Joint Surg Br* 2000; 82: 890.
160. Kannus PA. Long patellar tendon: radiographic sign of patellofemoral pain syndrome. *Radiology* 1992; 185: 859–63.

161. Welsch GH, Mamisch TC , Zak L, et al. Morphological and biochemical (T2) MR evaluation and comparison of cartilage repair tissue of the patella and the medial femoral condyle. *Proc. Intl. Soc. Mag. Reson. Med* 2009; 17: 70.
162. Koff MF, Amrami KK, Kaufman KR. Clinical evaluation of T2 values of patellar cartilage in patients with osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2007; 15 (2): 198–204.
163. Choi JA, Gold G. MR Imaging of Articular Cartilage Physiology. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2011; 19(2): 249–82.
164. Dunn TC, Lu Y, Jin H, et al. T2 relaxation time of cartilage at MR imaging: comparison with severity of knee osteoarthritis. *Radiology*. 2004; 232: 592–8.
165. Burstein D, Gray M, Mosher T, Dardzinski B. Measures of molecular composition and structure in osteoarthritis. *Radiol Clin North Am*. 2009; 47(4): 675–86.
166. Stahl R , Blumenkrantz G , Carballido-Gamio J , et al. MRI-derived T2 relaxation times and cartilage morphometry of the tibiofemoral joint in subjects with and without osteoarthritis during a 1-year follow-up . *Osteoarthritis Cartilage* 2007; 15: 1225-34.
167. Watrin A, Ruaud J P, Olivier P T, et al. T2 mapping of rat patellar cartilage. *Radiology*, 2001; 219: 395-402.

168. Borthakur A, Shapiro EM, Beers J, et al. Sensitivity of MRI to proteoglycan depletion in cartilage: comparison of sodium and proton MRI. *Osteoarthritis Cartilage*. 2000; 8(4): 288–93.
169. Fulkerson JP. Disorders of the patellofemoral joint, 4th ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 2004: 129–142, 239–53.
170. Hunt N, Sanchez-Ballester J, Pandit R, et al. Chondral Lesions of the Knee: A New Localization Method and Correlation with Associated Pathology. *Arthroscopy* 2001; 17 (5): 481–49.