



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
PETROLEOS MEXICANOS
SUBDIRECCION DE SERVICIOS DE SALUD
GERENCIA DE SERVICIOS MEDICOS
HOSPITAL CENTRAL SUR DE ALTA ESPECIALIDAD

**ESTUDIO PILOTO PARA LA MEDICION DEL GROSOR DEL CARTILAGO HIALINO
ARTICULAR DE LA RODILLA POR ULTRASONIDO COMO METODO DIAGNOSTICO EN
LA DETECCION TEMPRANA DE OSTEOARTROSIS CON CORRELACION POR
RESONANCIA MAGNETICA EN PACIENTES ASINTOMATICOS DERECHOHABIENTES
DEL HCSAE PEMEX**

TESIS DE POSGRADO
PARA OBTENER EL TITULO DE
MEDICO ESPECIALISTA EN IMAGENOLOGIA DIAGNOSTICA Y TERAPEUTICA

PRESENTA:

DRA. ELIZABETH VERDUZCO BAUTISTA

TUTOR DE TESIS:

DRA. MARIA VICTORIA ROMAN TELLEZ

ASESOR DE TESIS

DR. HERIBERTO HERNANDEZ FRAGA



MEXICO D.F., FEBRERO 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Quisiera agradecer a todos mis maestros que de manera incondicional y desinteresada me ayudaron a llevar a cabo esta larga travesía. Gracias por compartir sus conocimientos conmigo, guiándome en el camino de la radiología.

Muchas gracias Dra. Maribel López que siempre me dio consejos tanto para la vida profesional como para la cuestión personal.

Gracias al Dr. Hernández Fraga por todo su apoyo durante estos 4 años, por su paciencia y sus ganas de enseñarnos.

Y especialmente a la Dra. Gloria Salas, la Dra. Victoria Román y el Dr. Jesús Vázquez por estar a mi lado en eventos tan importantes de mi vida, haciéndome sentir parte de su familia, siempre estarán en mi corazón por todo lo que han compartido conmigo.

Agradezco también a mi compañera y ahora colega, Ana Celia Castro Porras. No solo fue mi compañera de año en la residencia, sino también se convirtió en mi amiga, mi confidente y mi cómplice en muchas ocasiones. Gracias amiga por ayudarme cuando lo necesite, por consolarme y darme ánimos en cada momento, por hacerme reír aun en los momentos más difíciles.

Quiero dedicar este esfuerzo a mi madre que si no fuera por ella no sería lo que soy ahora, quisiera agradecerte todo tu amor y preocupación. Gracias por acompañarme en los momentos difíciles y en los más felices también.

Lo dedico también a mi esposo que me tuvo paciencia en cada momento de la residencia, que me dio ánimo para seguir adelante y que con tanto amor me ayudo a continuar.

Finalmente una dedicatoria especial a mi pequeña Julieta, que en el último año de mi residencia me acompañó en todo momento, en cada estudio, cada guardia, cada examen y que dentro de mí me animaba a seguir.

INDICE

INTRODUCCION.....	4
RESUMEN.....	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
MARCO TEORICO.....	10
OBJETIVO.....	54
HIPOTESIS.....	55
JUSTIFICACION.....	55
RELEVANCIA	
IMPACTO DEL DIAGNOSTICO TEMPRANO	
DE LA OSTEOARTROSIS.....	58
METODOLOGIA.....	66
RESULTADOS.....	78
DISCUSION.....	83
CONCLUSION.....	88
ANEXOS.....	91
ANEXO 1	
ANEXO 2	
ANEXO 3	
BIBLIOGRAFIA.....	97

INTRODUCCION

Este estudio está enfocado en validar el ultrasonido como un método diagnóstico de los cambios tempranos ocurridos en el cartílago hialino secundarios a la presentación de la osteoartrosis en pacientes que aún no han presentado sintomatología y en los que un tratamiento temprano podría mejorar importantemente la calidad de vida del paciente, evitando su progresión y la presentación posterior de sintomatología e incapacidad.

Se sabe que el primer cambio macroscópico en la progresión de la osteoartrosis es la alteración morfológica del cartílago hialino en toda la economía, llamándose gonartrosis específicamente en la articulación de la rodilla. Se pretende presentar al ultrasonido (USG) como una herramienta de fácil acceso, bajo costo y sin implicaciones en la salud del paciente, para evaluación del cartílago hialino en la articulación de la rodilla, con la finalidad de hacer un diagnóstico temprano de la enfermedad

Es bien sabido que el método de elección para la evaluación del cartílago hialino es la resonancia magnética, refiriendo una alta sensibilidad y especificidad en la detección de los cambios de intensidad presentados a este nivel en las etapas iniciales de la enfermedad, en la que aún no hay limitación de la movilidad ni dolor.

Sin embargo, este método de estudio no siempre está al alcance de todos los pacientes, ya sea por el costo que este implica o por la ausencia de este servicio en las unidades médicas tratantes, lo que implica el traslado del paciente y periodos de espera muy largos para un estudio. El intentar usar un estudio tan costoso como método de tamizaje no justificaría la cantidad de diagnósticos hechos comparada con el gasto en todos los estudios realizados.

Frente a esto, se propone el uso del ultrasonido como un método de estudio de bajo costo y accesible para la evaluación del cartílago hialino en la articulación de la rodilla.

La visualización directa de los cambios en el grosor y la morfología de esta estructura dará datos directos sobre la presencia o inicio de la enfermedad, así como la posibilidad de la estadificación de la misma en caso de que esta ya esté presente.

Siendo que aún no hay estudios en los que se use sistemáticamente al ultrasonido en el tamizaje o en el seguimiento de la enfermedad, será necesario corroborar los hallazgos obtenidos en la visualización del cartílago con el método de estudio más confiable en la actualidad.

Por lo anterior se compararan los hallazgos obtenidos por ultrasonido en la visualización del cartílago hialino de la rodilla con la resonancia magnética.

RESUMEN

Se trata de un estudio piloto en el que se busca validar al USG como método de tamizaje en la detección de la osteoartrosis de manera temprana, en pacientes asintomáticos y sin antecedentes de riesgo.

Se sabe que la osteoartrosis es una de las primeras causas de consulta en pacientes mayores de 50 años, así como una causa importante de ausentismo en plano laboral. El diagnóstico temprano de esta enfermedad busca implementar un tratamiento profiláctico, así como medidas higiénico dietéticas preventivas.

Se reclutaron 19 pacientes asintomáticos con edades entre los 40 y 50 años de edad para realizar la medición del cartílago hialino de la articulación de la rodilla por dos métodos,

el ultrasonido, que es método diagnóstico de prueba, y la resonancia magnética, que es actualmente el método de elección para la evaluación del cartílago hialino en cualquier articulación.

Se sabe que uno de los primeros cambios macroscópicos de la osteoartrosis es el adelgazamiento del cartílago hialino, con cambios en su morfología posteriores. Es por esto que se midió el grosor del cartílago hialino en rodilla en un plano transversal en tres puntos específicos, el cóndilo femoral medial, el lateral y el receso troclear, inicialmente por ultrasonido y posteriormente por resonancia magnética. Igualmente se evaluó la morfología del mismo.

Se realizó un comparativo de ambas mediciones, así como de las características del cartílago hialino de la rodilla encontradas por cada método diagnóstico.

Se encontró que el ultrasonido es capaz de medir el cartílago hialino de la rodilla en todos los casos estudiados, con una sensibilidad del 83% en el cóndilo medial, 100% en el cóndilo lateral y 62% en el receso troclear, con una especificidad del 100% en todos los compartimentos, en comparación con la resonancia magnética que es estándar de oro para su evaluación.

Con respecto a la evaluación de la morfología del cartílago hialino articular por ultrasonido, este no resultó ser tan eficaz como lo es la resonancia magnética, ya que no detectó los cambios en un 40% de los casos, esto debido a las limitantes del ultrasonido que implica una evaluación subjetiva y operador dependiente.

Son pocos los estudios enfocados en detectar tempranamente los cambios de osteoartrosis con métodos diagnósticos accesibles y económicos como es el ultrasonido, es por esto que la

medición del cartílago hialino por ultrasonido resulta un método de tamizaje efectivo y asertivo para la evaluación de los cambios tempranos de la osteoartrosis en pacientes asintomáticos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

ESTADISTICAS

Afecta a aproximadamente el 12% de la población adulta mayor occidental, así como una cuarta parte de las personas mayores a 55 años de edad han presentado ya un episodio de dolor de rodilla persistente ⁽³⁵⁾. Aunque este grupo de edad sea el que más frecuentemente afectado, se han observado pacientes jóvenes con cambios tempranos de osteoartrosis, en quienes existe un factor de estrés mecánico constante.

Otros estudios mencionan que los hombres antes de los 50 años tienen una alta prevalencia, pero la prevalencia es mucho más alta en las mujeres de esta misma edad ⁽²²⁾

A nivel mundial representa la cuarta causa de problemas de salud más pronosticada en mujeres ^(14,22) y la octava en el hombre a nivel mundial ⁽²²⁾, incluso los centros de control y prevención de enfermedades predicen que para el 2020 la osteoartrosis será la enfermedad con mayor incidencia en toda América ⁽²⁷⁾

Estudios recientes que evalúan la incidencia de OA sintomática de manos, rodilla y cadera, estiman una incidencia de 100 por 100.000 personas/año para la OA de manos, 88 por 100.000 personas/año para la OA de cadera, y de 240 por 100.000 personas/año para la OA de rodillas. La incidencia fue en aumento con la edad y mayor en las mujeres que en los hombres, especialmente después de los 50 años de edad ⁽²¹⁾

En México, se ha reconocido a la osteoartrosis como una de las primeras causas de morbilidad en personas mayores de 60 años. La encuesta nacional de salud del 2000 la ubica como la segunda causa de morbilidad, con 14% de las personas mayores de 60 años. ⁽²²⁾

Un boletín estadístico del hospital “20 de noviembre” del ISSSTE en México, informo que la artrosis y la artritis reumatoide son dos de las enfermedades reumáticas más comunes. En nuestro país hay miles de personas que padecen artritis reumatoide y el 25% de la población adulta sufre alguna forma de artrosis, porcentaje que se incrementa considerablemente en las personas mayores de 65 años.

La artrosis se presenta generalmente a partir de los 45 años y afecta, sobre todo, a las mujeres. El incremento de esperanza de vida de la población hace preveer a los expertos una mayor incidencia de esta patología. Actualmente, según las estadísticas del INEGI del 2010, la esperanza de vida ha aumentado hasta los 76 años ⁽⁶²⁾, lo que directamente esta en relación con un aumento en la prevalencia de la enfermedad.

Según las estadísticas, en México, la artrosis afecta a una de cada cuatro personas, aunque en muchas ocasiones se presenta de forma asintomática. La prevalencia aumenta con la edad, siendo sus principales víctimas los ancianos y los obesos.

Por otro lado, las estadísticas de Estados Unidos de América señalan que 49.9 millones de adultos en este país tienen artritis, haciéndola una de las condiciones de salud predominante y la causa más común de discapacidad, de los cuales 3.1* millones son hispanos ⁽²³⁾

Una de cada cinco personas reporta dolor severo en las articulaciones y limitaciones en sus actividades diarias, asociando la artrosis a limitaciones substanciales de actividad, discapacidad laboral, mayor obesidad, menor calidad de vida y altos costos de atención médica.

Estas estadísticas indican que aproximadamente habrá 67 millones de adultos con esta enfermedad para el 2030, con un predictivo aproximado de 51.9 millones en el 2010.

Se observó un aumento estadísticamente significativo de 19 millones en 2003-2005, lo que excede también la cifra proyectada de adultos con artritis con limitaciones de actividad atribuibles a la artritis calculada en 19.1 millones en el 2010.

Un factor importante influyente en este aumento en la incidencia de la enfermedad es la obesidad que está asociada a la osteoartritis de rodilla (OA), avance de la enfermedad, discapacidad, reemplazo total de una articulación, y resultados clínicos pobres luego de un reemplazo de articulación.⁽²³⁾

Como se ha mencionado, la artrosis puede afectar cualquier articulación, generalmente se presentan en columna, cadera y en menor frecuencia, las articulaciones glenohumeral^(12, 22,), así como la rodilla, siendo actualmente el sitio más afectado, seguido de la coxartrosis⁽²²⁾.

En México, en una muestra de 2500 individuos, se encontró una prevalencia de gonartrosis de un 2.3% en población adulta. En cuanto a su impacto, la OA de rodilla en el IMSS constituye uno de los principales 10 motivos de consulta por el médico familiar⁽²⁴⁾.

MARCO TEORICO

DESCRIPCION ANATOMICA Y BIOMECANICA DE LA RODILLA

La rodilla es la mayor y la más compleja de las articulaciones del cuerpo humano. Desde un punto de vista funcional ha de conjugar dos objetivos casi excluyentes entre sí, como son la gran estabilidad y resistencia al peso que tiene que soportar, y la movilidad suficiente para trasladarlo.

La articulación de la rodilla puede permanecer estable cuando es sometida rápidamente a cambios de carga durante la actividad, lo cual se conoce como estabilidad dinámica de la rodilla ^(1,2) y es el resultado de la integración de la geometría articular, restricciones de los tejidos blandos y cargas aplicadas a la articulación a través de la acción muscular y el punto de apoyo que sostiene el peso.

Debido a la diferente dirección de las diáfisis de ambos huesos, la unión del fémur y la tibia forma un ángulo obtuso, abierto lateralmente, de entre 170° y 175°, llamado valgo fisiológico.

La rodilla se clasifica como biaxial y condílea, en la cual una superficie cóncava se desliza sobre otra convexa alrededor de 2 ejes. ^(3,4)

Desde un punto de vista estructural, la rodilla está constituida por dos articulaciones reunidas por una cápsula común: la femorotibial, dividida, a su vez, en un compartimiento interno y otro externo, y la femorrotuliana, situada en la parte anterior del complejo articular.

Como superficies articulares presenta cóndilos del fémur, superficie rotuliana del fémur, carilla articular de la rótula y meniscos femorales

CONDILOS FEMORALES

Los cóndilos femorales, convexos en dirección anteroposterior y transversal, están recubiertos por un cartílago articular que se interrumpe bruscamente en los límites con la fosa intercondílea que los separa y con las regiones epicondíleas orientadas hacia los lados.

El cóndilo externo es más largo que el interno, pero la convexidad del contorno anteroposterior es mayor en éste que en aquél.

Las carillas glenoideas de la tibia son ligeramente cóncavas en dirección transversal, pero así como la glenoide interna también es cóncava en dirección anteroposterior, la externa es plana o, incluso, ligeramente convexa. ⁽³⁾

Estas características se acentúan con el revestimiento cartilaginoso, el cual se interrumpe en la parte central, respetando la región espinosa interglenoidea. Por delante, ambos cóndilos femorales se unen mediante otra carilla articular, la tróclea femoral, integrante de la articulación femorrotuliana.

SURCO TROCLEAR

El surco de la tróclea separa dos vertientes desiguales, siendo mayor y más sagitalizada la vertiente externa. Entre la vertiente interna y la superficie condílea vecina se observa una pequeña carilla de forma semilunar, separada de la vertiente por una línea poco evidente. ⁽⁵⁾

ROTULA O PATELA

La rótula se articula con el fémur por su cara posterior. Esta cara presenta una cresta sagital y dos vertientes que se oponen a las correspondientes superficies trocleares del fémur. La rótula está fija a la cápsula articular por su circunferencia y tanto el tendón del cuádriceps como el ligamento rotuliano, que la fijan proximal y distalmente, se consideran como las dos partes de un sistema ligamentoso en cuyo seno se ha desarrollado la rótula como un hueso sesamoideo.

Además, lateralmente, parten de la rótula dos expansiones triangulares, las aletas rotulianas, que, a modo de refuerzos de la propia cápsula, la unen a ambos epicóndilos y los ya citados ligamentos meniscorrotulianos.⁽²⁾

CARTILAGO

El cartílago está formado por condrocitos y una matriz intercelular, producida por dichas células, que a su vez, están constituidas por fibrillas de colágeno embebidas en ácido hialurónico. De éstas dependen las características biomecánicas del cartílago. El ácido hialurónico confiere elasticidad al mismo y capacidad para soportar grandes pesos

Hay dos tipos de cartílago en la articulación de la rodilla, el cartílago hialino y el fibrocartílago.⁽¹²⁾ El cartílago articular contiene sólo un tipo de célula, el condrocito. En el adulto este ocupa <5% del volumen del cartílago, el resto está ocupado por una extensa matriz extracelular.⁽²⁸⁾

CARTILAGO FIBROARTILAGINOSO

Los meniscos son entonces fibrocartílagos interpuestos entre los cóndilos femorales y las glenoides tibiales, que dividen incompletamente cada compartimiento femorotibial. Son estructuras avascularizadas casi en su totalidad, con forma semilunar, formados por fibrocartilago.

El menisco externo tiene forma de O casi completa y el interno tiene forma de C. Adaptan la superficie de los cóndilos a la de los platillos tibiales y se sitúan en las cavidades glenoideas de la tibia y al ser de consistencia elástica amortiguan la transmisión del peso a través de los huesos de la rodilla. ^(6,11) Los meniscos están unidos por su borde periférico a la cápsula articular y, por medio de ella, el menisco interno se fija al ligamento colateral interno. Por sus cuernos, ambos meniscos se insertan, mediante ligamentos, en las superficies óseas pre y retrospinal de la tibia. ⁽⁶⁾

Por delante, cada menisco está unido a la rótula mediante un ligamento meniscorrotuliano y, con gran frecuencia, ambos meniscos se unen entre sí a través del ligamento yugal o transverso.

Además, en aproximadamente el 75% de los casos, un ligamento meniscofemoral (Wrisberg) salta entre el borde posterior del menisco externo y el ligamento cruzado posterior, al que acompaña hasta su inserción.

A pesar de todas estas uniones, los meniscos se deslizan sobre los platillos tibiales con cierta holgura, acompañando a los cóndilos femorales en sus desplazamientos. La parte periférica de los meniscos, recubierta de líquido sinovial, recibe vasos que penetran hasta una

profundidad variable (10-30%). Además, los cuernos están mejor vascularizados que el cuerpo.

Esta misma distribución se observa con relación a la presencia de fibras nerviosas, encontrando tanto receptores encapsulados como terminaciones nerviosas libres. Estas circunstancias hacen que los meniscos tengan una importante función sensorial, especialmente en sus cuernos e inserciones tibiales, proporcionando abundante información propioceptiva relacionada con la posición articular. En la zona de inserción capsular la estructura del menisco muestra abundantes fibroblastos, pero en la propia sustancia del menisco estas células son raras. Los condrocitos encontrados se parecen a los del cartílago articular. ^(1, 6,7)

EL CARTILAGO HIALINO

El cartílago hialino es un tipo de tejido conectivo sumamente especializado que recubre las superficies óseas ⁽¹³⁾ de deslizamiento articular protegiéndolas de la fricción. Recubren ambos cóndilos femorales, platillos tibiales y las facetas rotulianas. En el cuerpo hay tres tipos de cartílago, el hialino, el elástico y el fibroso, del que hablamos anteriormente. El cartílago hialino es el que está en mayor cantidad en el cuerpo y es más grueso en los puntos de mayor fricción. Este tipo de cartílago tiene un grosor de 1-2mm. ⁽¹²⁾

Este recubre las estructuras sinoviales es rico en agua, su estructura macromolecular permite soportar gran peso sin provocar fricción, este cartílago hialino se lesiona en la artrosis, artritis inflamatorias o traumatismos, como resultado dando una pérdida irreversible del cartílago.

El cartílago articular hialino está compuesto por un líquido macromolecular como una red de soporte de cargas mecánicas. El fluido intersticial de la articulación contiene electrolitos que representan alrededor del 75% del volumen de cartílago en peso. La gran hidratación y la posibilidad de movimiento de agua son los dos factores que permiten al cartílago su capacidad para soportar la compresión y su recuperación ante la aplicación de cargas variables. ^(13,16)

El resto de la articulación se compone principalmente de colágeno y proteoglicanos. El colágeno es la macromolécula más abundante, representa alrededor del 20% del volumen de cartílago en peso neto. Está organizado principalmente como fibrillas de colágeno II que se disponen como un red laxa en toda la matriz del cartílago hialino. El agregano, que es una agregación de muchos proteoglicanos y es el segundo más abundante. ⁽²⁸⁾

En articulaciones normales, la red de colágeno actúa como el marco estructural para el tejido, proporcionando la principal fuente de tracción y su resistencia al cizallamiento. Los proteoglicanos tienen glicosaminoglicanos que están unidos covalentemente por cadenas laterales.

Los principales glicosaminoglicanos corresponden a ácido hialurónico y a proteoglicanos de condroitin y queratán-sulfato. En la matriz cartilaginosa el ácido hialurónico se asocia a entre 80 a 200 unidades de proteoglicanos, por medio de proteínas de enlace. ⁽¹³⁾ El colágeno y los proteoglicanos asociados como glicosaminoglicanos son importantes para preservar la función y estructura para la integridad del cartílago ^(11, 16,28)

Como se ha mencionado previamente, el colágeno es la única proteína con propiedades significativas de resistencia a la fuerza de tracción. Es una de las moléculas más

grandes del organismo y su estructura se asemeja a un bastón, estas se llaman troocolageno y están ensambladas tridimensionalmente en el medio extracelular, este ensamblado tiene un patrón típicamente escalonado. ⁽¹¹⁾

El cartílago hialino se divide en 4 capas dependiendo de la orientación de las fibras de colágeno. La capa más externa es la capa superficial o tangencial, en la que las fibras de colágeno se disponen tangencialmente a la superficie articular. Por debajo de esta se encuentra la zona de transición o intermedia, en la que las fibras de colágeno se orientan en forma oblicua. La siguiente capa es la zona radial, en la que las fibras de colágeno están dispuestas perpendicularmente a la superficie articular. Finalmente se encuentra la zona calcificada del cartílago, es la interfase del cartílago y el hueso subcondral., estas dos últimas capas constituyen el 50% del grosor del cartílago. Perforan las capas basales calcificadas a través de la zona limitante entre el hueso y el cartílago calcificado y al final penetran en la capa subcondral donde se fijan con firmeza. Esta disposición anatómica es la clave del firme anclaje estructural del cartílago respecto al hueso que recubre. ^(11, 13,15)

LIGAMENTOS ARTICULARES

Los ligamentos de la rodilla guían los segmentos esqueléticos adyacentes durante los movimientos articulares y las restricciones primarias para la traslación de la rodilla durante la carga pasiva. Las restricciones de fibras de cada ligamento varían en dependencia del ángulo de la articulación y el plano en el cual la rodilla es cargada. ⁽⁸⁾ La estabilidad de la rodilla está asegurada por los ligamentos cruzados anterior y posterior y los colaterales interno (tibial) y externo (peroneo).

El ligamento cruzado anterior (LCA) tiene la función de evitar el desplazamiento hacia delante de la tibia respecto al fémur; el cruzado posterior (LCP) evita el desplazamiento hacia detrás de la tibia en relación con el fémur, que a 90° de flexión se verticaliza y tensa y por ello es el responsable del deslizamiento hacia atrás de los cóndilos femorales sobre los platillos tibiales en el momento de la flexión, lo cual proporciona estabilidad en los movimientos de extensión y flexión. ^(3, 7)

Los ligamentos laterales brindan una estabilidad adicional a la rodilla; así, el colateral externo o peroneo (LLE), situado en el exterior de la rodilla, impide que esta se desvíe hacia adentro, mientras que el colateral interno o tibial (LLI) se sitúa en el interior de la articulación, de forma que impide la desviación hacia afuera, y su estabilidad depende prácticamente de los ligamentos y los músculos asociados. ^(3, 4, 9)

Consecuentemente, en la mayoría de los casos hay muchos ligamentos que contribuyen sinérgicamente a la estabilidad dinámica de la rodilla; ^(2, 10, 11) mientras que los esfuerzos combinados de ligamentos y otros tejidos blandos suministran a la rodilla buena estabilidad cuando las cargas aplicadas a la articulación son moderadas, la tensión aplicada a estos tejidos durante alguna actividad agresiva (detener o cambiar con rapidez la dirección) suele exceder a su fuerza.

Por esta razón se requieren fuerzas estabilizadoras adicionales para mantener la rodilla en una posición donde la tensión en los ligamentos permanezca dentro de un rango seguro.

Las fuerzas compresivas de la rodilla, resultantes del soporte del peso del cuerpo y las cargas aplicadas a los segmentos articulares por actividad muscular, suministran estas fuerzas estabilizadoras⁽¹⁰⁾.

BOLSAS SINOVIALES

La membrana sinovial tapiza la cara profunda de la cápsula, la parte vecina de los meniscos y los elementos que se encuentran incluidos dentro de la articulación. Así, además del pliegue que rodea a los ligamentos cruzados y separa por detrás los dos compartimientos femorotibiales, existe otro pliegue por delante que rodea al paquete adiposo infrarrotuliano (grasa de Hoffa).⁽³⁾

Son 4 las bolsas sinoviales, la de mayor tamaño es la suprarrotuliana, tiene una forma de U invertida. La bolsa prerrotuliana se sitúa en la grasa subcutánea prerrotuliana y se extiende desde la mitad de la rótula hasta la mitad superior del tendón rotuliano. La bolsa subcutáneo infrarrotuliana se sitúa en la tuberosidad tibial y la piel. La cuarta bolsa sinovial está en la región infrarrotuliana profunda entre el tendón rotuliano y la región superior de la tuberosidad tibial⁽¹¹⁾

BIOMECANICA DE LA RODILLA

Para entender las lesiones que afectan a la articulación de la rodilla es necesario comprender la biomecánica de esta. El mecanismo de lesión puede orientar al clínico en la sospecha de lesión.

Es una articulación dotada de un solo sentido de libertad de movimiento, la flexión y extensión, que le permite acercar o alejar, más o menos, el extremo del miembro a su raíz o, lo que es lo mismo, regular la distancia que separa el cuerpo del suelo. En esencia, la rodilla trabaja comprimida por el peso que soporta⁽¹⁰⁾.

De manera accesoria, la articulación de la rodilla posee un segundo sentido de libertad: la rotación sobre el eje longitudinal de la pierna, que solo aparece cuando la rodilla está en flexión.

Para los movimientos debe tenerse en cuenta que el espesor y volumen de un ligamento son directamente proporcionales a su resistencia e inversamente proporcionales a sus posibilidades de distensión.^(19,20)

Movimientos de flexión y extensión: Se realizan alrededor de un eje frontal, bicondíleo, que se desliza sobre los epicóndilos femorales.

La cara posterior de la pierna se aproxima a la cara posterior del muslo en el curso de la flexión, pero sucede lo contrario durante el movimiento de extensión.

La flexoextensión de la rodilla resulta de la suma de 2 movimientos parciales que ejecutan los cóndilos femorales: un movimiento de rodado, similar al que realizan las ruedas de un vehículo sobre el suelo y un movimiento de deslizamiento de aquellos sobre las cavidades glenoideas; este último de mayor amplitud que el primero⁽¹⁹⁻²⁰⁾.

El movimiento de rotación o rodado tiene lugar en la cámara femoromeniscal; y la fase de deslizamiento, en la tibiomeniscal.⁽¹⁰⁾

En los movimientos de flexión-extensión, la rótula se desplaza en un plano sagital. A partir de su posición de extensión, retrocede y se desplaza a lo largo de un arco de circunferencia, cuyo centro está situado a nivel de la tuberosidad anterior de la tibia y cuyo radio es igual a la longitud del ligamento rotulando. Al mismo tiempo, se inclina alrededor de 35° sobre sí misma, de tal manera que su cara posterior, que miraba hacia atrás, en la flexión máxima está orientada hacia atrás y abajo; por tanto, experimenta un movimiento de traslación circunferencial con respecto a la tibia. ⁽¹⁹⁾

Limitantes de la flexión: a) Distensión de los músculos extensores (cuádriceps crural); b) por la masa de los músculos flexores en el hueco poplíteo; y c) El segmento posterior de los meniscos.

Limitantes de la extensión: a) Distensión de los músculos flexores; b) el segmento anterior de ambos meniscos; c) la distensión de la parte posterior del manguito capsulo-ligamentoso; d) los 2 ligamentos laterales, que al estar situados por detrás del eje de movimientos, se ponen cada vez más tensos a medida que el movimiento de extensión progresa.

En la fase de postura, la flexión de la rodilla funciona como un amortiguador para ayudar en la aceptación del peso.

Estudios de la mecánica de pie han demostrado que la rodilla soporta la carga de manera asimétrica. El compartimiento femorotibial medial de la rodilla está sujeto a cargas significativamente más altas en relación con el compartimiento lateral. ⁽²⁹⁾

La función de los ligamentos cruzados en la limitación de los movimientos angulares de la rodilla varía, según la opinión de los diferentes autores.

Los movimientos de rotación de la rodilla consisten en la libre rotación de la pierna, o sea, en que tanto la tibia como el peroné giran alrededor del eje longitudinal o vertical de la primera, en sentido externo o interno^(19,20).

La rodilla puede realizar solamente estos movimientos de rotación cuando se encuentra en posición de semiflexión, pues se producen en la cámara distal de la articulación y consisten en un movimiento rotatorio de las tuberosidades de la tibia, por debajo del conjunto meniscos-cóndilos femorales⁽²⁰⁾. El ligamento popliteoperoneo es el principal estabilizador de la rotación externa de la rodilla, especialmente durante la flexión, que es cuando permanece tenso y que el ligamento colateral lateral está laxo⁽⁵⁶⁾.

En la extensión completa de la articulación, los movimientos de rotación no pueden realizarse porque lo impide la gran tensión que adquieren los ligamentos laterales y cruzados.

La máxima movilidad rotatoria activa de la pierna se consigue con la rodilla en semiflexión de 90°. La rotación externa es siempre más amplia que la interna (4 veces mayor, aproximadamente)^(3,4).

En la rotación interna, el fémur gira en rotación externa con respecto a la tibia y arrastra la rótula hacia afuera: el ligamento rotuliano se hace oblicuo hacia abajo y adentro. En la rotación externa sucede lo contrario: el fémur lleva la rótula hacia adentro, de manera que el ligamento rotuliano queda oblicuo hacia abajo y afuera, pero más oblicuo hacia fuera que en posición de rotación indiferente.^(17,18)

Por último, existe una rotación axial llamada "automática", porque va unida a los movimientos de flexoextensión de manera involuntaria e inevitable. Cuando la rodilla se extiende, el pie se mueve en rotación externa; a la inversa, al flexionar la rodilla, la pierna gira en rotación interna. En los movimientos de rotación axial, los desplazamientos de la rótula en relación con la tibia tienen lugar en un plano frontal; en posición de rotación indiferente, la dirección del ligamento rotuliano es ligeramente oblicua hacia abajo y afuera. ⁽³⁴⁾

Los 2 ligamentos cruzados limitan el movimiento de rotación interna, que aumentan su cruzamiento, y deshacen este último cuando la pierna rota internamente, por lo que no pueden restringir este movimiento de manera alguna. El movimiento de rotación externa es limitado por el ligamento colateral lateral, que se tuerce sobre sí mismo, y por el tono del músculo poplíteo.

El músculo poplíteo es el principal estabilizador dinámico lateral, nace de la porción posteromedial de la tibia, en dirección superolateral, para pasar por debajo del ligamento arcuato y lateral al ligamento colateral y así insertarse en el cóndilo medial del fémur. Ultrasonográficamente este tendón se identifica en el hueco poplíteo ⁽⁵⁶⁾

El ligamento colateral lateral previene la angulación en varo y limita la rotación interna de la rodilla, forma una unión tendinosa con el bíceps femoral, para insertarse en la cabeza peronea.

Al igual que sucede en los movimientos de flexoextensión, los meniscos también se desplazan en el curso de los movimientos rotatorios de la pierna; desplazamientos en los cuales reside la causa de su gran vulnerabilidad.

Las lesiones meniscales solamente se pueden producir, según esto, en el curso de los movimientos articulares, y no cuando la rodilla se encuentra bloqueada en extensión ⁽³⁸⁾. El mecanismo de lesión generalmente será una rotación forzada o un movimiento de rebote. ⁽⁴⁵⁾

La rodilla constituye uno de los elementos más complejos del cuerpo humano, debido a su diseño. Esencialmente es una articulación dotada de un solo sentido de libertad de movimiento: la flexión–extensión; pero de manera accesoria posee un segundo sentido de libertad: la rotación sobre el eje longitudinal de la pierna, que solo aparece cuando la rodilla está flexionada.

Con todo lo anterior, la rodilla consigue sus 2 objetivos básicos: amplia libertad de movimientos y total estabilidad, sobre todo en extensión completa; posición en la que soporta grandes presiones, debidas al peso del cuerpo y la longitud de los brazos de palanca.

Alcanza una gran movilidad a partir de cierto ángulo de flexión, muy necesaria en la carrera y para orientar óptimamente el pie en relación con las irregularidades del terreno.

El deterioro de alguno de los mecanismos previamente mencionados para la adecuada biomecánica de la rodilla limitara importantemente su función, provocando una discapacidad importante en el individuo. Es por esta razón que es tan importante la detección de los cambios en las estructuras intraarticulares que lleven con el tiempo a una degeneración importante, su temprano diagnostico podría retrasar la evolución de la enfermedad o incluso detenerla. ^(29, 30,44)

GONALGIA

Hay muchas enfermedades y condiciones que pueden causar dolor en la rodilla, pero las principales causas están típicamente relacionadas con la actividad física, como la sobrecarga, lesión, edad, desgaste de los músculos, cartílagos, tendones y ligamentos de la rodilla.

El diagnóstico diferencial en el dolor de rodilla es extenso, pero las posibilidades diagnósticas pueden irse limitando con una historia clínica detallada, un examen físico específico y el uso selectivo y apropiado de los estudios de imagen y laboratorio. ⁽⁴⁵⁾

El dolor de rodilla puede ser causado por las lesiones y problemas relacionados con el trauma, incluyendo:

- Fractura-luxación de la rodilla, sobre todo de la rótula. La fractura patelar es la causa más frecuente de lesión del mecanismo extensor de la rodilla en el adulto previamente sano. ⁽³³⁾
- La bursitis ⁽⁴¹⁾, la cual es causada por arrodillarse en superficies duras, lo que lleva a la inflamación de las bolsas sinoviales de la rodilla.
- Laceración, abrasión o contusión en la rodilla
- Esguinces de ligamentos y desgarros, especialmente del ligamento cruzado anterior (LCA), que es una de las lesiones ligamentarias más frecuentes en pacientes deportistas y que en un 70% de los casos cursan con hemartrosis y dolor articular secundario ⁽⁴⁰⁾; y el ligamento colateral medial (LCM). La lesión del ligamento cruzado posterior (LCP) es también una causa de gonalgia, aunque en menor grado, teniendo frecuentemente el antecedente de traumatismo en vehículo automotor o lesión deportiva. Esta lesión está ligada en un 65% a las

lesiones del LCA, en un 50% al ligamento medial colateral y en un 30% a la ruptura meniscal medial ⁽³²⁾

- Desgarros o lesiones meniscales. Se trata de una lesión secundaria a un trauma agudo o repetitivo que lleve a una degeneración progresiva que causa invariablemente dolor articular, inestabilidad y derrame articular ⁽⁴⁵⁾, lesionándose con mucho mayor frecuencia el cuerno medial ^(37,42) y que puede ocurrir de forma aislada o asociada a una lesión ligamentaria ⁽³⁷⁾

Se trata de la causa más común de dolor articular y discapacidad secundaria en la población general ⁽³⁹⁾

- La enfermedad de Osgood-Schlatter. El Síndrome de Osgood-Schlatter representa una de las causas más comunes de dolor en rodilla en adolescentes activos, condición benigna en la unión del tendón patelar y la tuberosidad tibial ^(11,31)

- La tendinitis o la avulsión del tendón o una fractura, como la del tendón patelar o el tendón del cuádriceps.

- El edema de la grasa del cuádriceps también se ha reportado como una causa de dolor de la región anterior de la rodilla, siendo la causa de esta patología desconocida. Esta enfermedad es también conocida como la enfermedad de Hoffa ⁽³⁸⁾

- La patología infecciosa puede ser otra causa de dolor, lo que incluye la celulitis, la artritis séptica y la osteomielitis. ^(14,41)

- El dolor de rodilla puede ser causado también por trastornos neurológicos que causen la inflamación, atrapamiento, compresión o lesión de los nervios. Entre estos se incluye la neuropatía periférica y la neuropatía diabética, el síndrome piriforme, y la ciatalgia.

- Las neuropatías periféricas son una causa frecuente, pero poco diagnosticada a menudo, de dolor y deterioro funcional. Las neuropatías comunes en el área de la rodilla implican la safena, la tibia, el peroné y los nervios surales. Los mecanismos más frecuentes de lesión del nervio en esta área son el atrapamiento y elongación del nervio ⁽⁴²⁾

Otras causas de dolor en la rodilla incluyen el quiste de Baker, el cual se desarrolla por una sobre distensión de la bursa gastrocnemiosemimembranosa, causando dolor típicamente cuando la rodilla esta en flexión y el tendón del cuádriceps comprime el receso suprapatelar causando un aumento de la presión intraarticular ⁽³⁴⁾. La gota, ciertos trastornos del tejido conectivo, como el lupus, la trombosis venosa profunda, la fibromialgia y una de las más comunes, la artrosis. La artrosis es la causa más frecuente de las enfermedades articulares, que en consecuencia, provoca gonalgia; incluso se piensa que aproximadamente un cuarto de la población alrededor de los 55 años presentara un episodio de dolor en rodilla persistente ⁽³⁴⁾. La prevalencia de esta patología va en aumento de acuerdo a la edad, siendo ya clasificada como una enfermedad degenerativa, llamada entonces osteoartrosis.

OSTEORATROSIS

La osteoartrosis (OA) es un desorden crónico de las articulaciones caracterizado por la pérdida progresiva del cartílago articular, la formación marginal de hueso nuevo ⁽²²⁾ y engrosamiento del hueso subcondral ⁽⁴⁴⁾. Característicamente hay pérdida del cartílago ⁽³⁵⁾, formación de osteofitos marginales, quistes subarticulares y fibrosis capsular ^(14, 22,33).

Este proceso degenerativo puede afectar a uno o varios compartimentos, característica que la define, a diferencia de otras enfermedades inflamatorias, como la artritis reumatoide, que afecta globalmente a esta articulación ⁽³¹⁾

Muchas veces puede ser bilateral. El sitio de afectación más frecuente es hacia la región medial de la rodilla, seguido de la región lateral y en menor grado la alteración global.
(31)

Es la enfermedad más común de las articulaciones asociada con un riesgo de discapacidad para la movilidad (30,34)

Esta enfermedad ha adquirido tanta importancia, que la organización mundial de la salud (OMS) ha designado a la primera década de este siglo como la década osteoarticular (22)

Se trata de una enfermedad sistémica, multifactorial, prevalente, progresiva e incurable.

Es típica la afectación de pocas articulaciones (pauciarticular) que aparece en forma lenta y progresiva, de preferencia en rodillas, caderas, columna cervical y lumbar, manos (articulaciones interfalángicas, trapeciometacarpiana y primera metatarsofalángica), y salvo en casos de artrosis secundaria, respeta hombros, muñecas, tobillos y codos.

50% de la población general que presenta cambios por radiografía sugerentes de osteoartrosis no refiere dolor (44) Si hay sintomatología, esta se caracteriza por dolor articular, deformidad de la articulación y pérdida de la función (36)

El dolor es el síntoma inicial y más importante. Al principio es de tipo mecánico (inicio insidioso, mejora con el reposo y empeora con el ejercicio), claramente diferenciado del dolor de tipo inflamatorio (constante, persistente en reposo, llega a despertar al paciente por la noche) que aparece en otras enfermedades articulares de tipo inflamatorio (diversos tipos de artritis), aunque en estadios finales también puede ser persistente y aparecer incluso en reposo o durante el sueño. (14, 35, 36,43)

La rigidez articular matutina o tras inactividad prolongada, en general inferior a 30 minutos, que suele mejorar con la movilización y el ejercicio, es otro síntoma frecuente.

Se observa además a la exploración física disminución del arco de movimiento, contractura muscular secundaria y atrofia muscular secundaria a la inmovilización antiálgica (22,24).

CLASIFICACIÓN

La artrosis es una enfermedad heterogénea y para su clasificación atendemos a la última propuesta del American College of Rheumatology, que básicamente considera:

Artrosis primaria o idiopática, o aquella o aquellas que no obedecen a causa conocida y que se dividen en:

- a) Localizadas, ya sea en manos, pies, caderas, rodillas, hombros o columna, principalmente.
- b) Generalizadas, cuando afectan al menos tres de los grupos articulares anteriores.

La causa de la artrosis primaria es la alteración en la función normal de los condrocitos y su degeneración ocasiona también la liberación de enzimas, que provocan inflamación (28)

Y la artrosis secundaria, que son las que se deben a una causa o patología previa conocida, como traumatismos, procesos metabólicos, endocrinos, depósitos microcristalinos, enfermedades congénitas, entre otras (22,27). La artrosis secundaria es la forma de la enfermedad con un factor patogénico subyacente local o sistémico identificable (14)

Es importante saber que la osteoartrosis, de acuerdo con el grado de afectación de la movilidad y daño al cartílago de las articulaciones, se clasifica como leve (grado 1-2),

moderada (grado 3), en ambos casos puede manifestarse inflamación y/o dolor, pero no hay tanta dificultad para moverse, y severa (grado 4-5), con poco grado de movilidad. ⁽³⁶⁾

De acuerdo a los estándares de estadificación del Instituto internacional de osteoartritis, la OA se clasifica de la siguiente manera:

Grado 1: Superficie articular desigual que puede demostrar fibrilación superficial.

Grado 2: Discontinuidad de la superficie que puede estar acompañada por una proliferación celular, el aumento o disminución de la matriz en la zona medial

Grado 3: Fisuras verticales que se extienden en la zona medial o erosión

Grado 4: Denudación (el cartílago hialino no mineralizado esta erosionado por completo)

Grado 5: Deformación completa de la articulación.

ETIOLOGIA

El mantenimiento de la homeostasis normal de la articulación implica un proceso equilibrado de degradación de la matriz del cartílago y reparación que se llevan a cabo predominantemente por los condrocitos⁽²⁸⁾.

Los condrocitos responden a citoquinas, señales del factor de crecimiento y estímulos físicos en una forma compleja para mantener la integridad del conjunto. Si este equilibrio se rompe, la degradación de la matriz del cartílago, mediada por enzimas proteolíticas que ya no están equilibradas con los inhibidores de proteasas, resulta en la liberación de los fragmentos de matriz en el espacio sinovial^(28,35).

Esto hace pensar que la enfermedad tiene características de tipo sistémico al involucrar una respuesta inmune de las células T, asociadas con un aumento en la regulación de citoquinas, como la interleucina B y el Factor de necrosis tumoral (FNT) α , que agravan la reabsorción cartilaginosa⁽³⁵⁾

DEGENERACION DEL CARTILAGO HIALINO

Normalmente, con la edad, ocurre un adelgazamiento cartilaginoso debido a las alteraciones en la síntesis de los proteoglicanos, lo que condiciona una menor retención de líquido en su superficie. ^(13,36)

El cartílago articular se considera el elemento clave de la enfermedad, ya que es a este nivel en donde ocurrirá principalmente un deterioro focal ⁽³⁵⁾ con pérdida progresiva del mismo ⁽¹⁴⁾

La inflamación del cartílago hialino es uno de los cambios más tempranos de la artropatía, este cartílago inflamado es susceptible de deformación por stress mecánico continuo. La destrucción de la superficie del cartílago hialino se debe al efecto proteolítico de los mediadores de la inflamación y citoquinas en el fluido sinovial ⁽¹³⁾

La naturaleza avascular del cartílago del adulto tiene importancia en relación con su capacidad limitada para responder a diversas agresiones, (inflamatorias, mecánicas o biomecánicas). En consecuencia, y aunque el cartílago articular del adulto tiene cierto potencial de regeneración, por regla general una agresión causa una lesión degenerativa mediada por encimas endógenas o exógenas.^(11,14)

La pérdida de esta homeostasia genera un deterioro del cartílago articular. La degeneración del cartílago es un proceso irreversible, ya que el tejido de reparación que se forma no tendrá la misma estructura ni la misma función ⁽¹²⁾. La regeneración cartilaginosa espontánea es extremadamente rara^(17,27,28)

Se trata de una degeneración no inflamatoria. La causa es incierta, pero probablemente sea el resultado de múltiples procesos. Pueden ser por fuerzas anormales que actúan sobre el hueso normal o fuerzas normales que actúan sobre el hueso anormal ⁽¹⁷⁾

Las citoquinas estimulan a los condrocitos para sintetizar más proteasas, observándose además la apoptosis y necrosis celular. Esto provoca un ciclo de retroalimentación vicioso en el que la degradación de la matriz conduce a una inflamación, y esta a su vez, estimula una mayor degeneración ⁽²⁷⁾.

Aunque en la artrosis la causa de destrucción del cartílago articular puede ser mecánica, es probable que parte de la degeneración de la matriz sea causada por una acción enzimática.

Puede existir un aumento en la cantidad de enzimas que participan en el recambio metabólico normal de la matriz o bien la degeneración puede estar causada por la producción y liberación de enzimas especiales. Esta teoría se apoya en que los lisosomas secundarios son infrecuentes en el cartílago normal, pero se observan fácilmente en los condrocitos del cartílago artrósico^(11,19)

Con respecto a estas enzimas endógenas se ha encontrado la presencia de colagenasa en el cartílago degenerado, también se ha identificado la participación de las lisosimas. Las enzimas modifican la función de los condrocitos y hacen que sinteticen

moléculas de colágeno inespecíficas, lo que podría ocasionar el debilitamiento de las estructuras mecánicas del cartílago y posteriormente su destrucción ⁽¹¹⁾.

Esta degeneración de cartílago articular está asociada también a cambios en el fenotipo de los condrocitos. Específicamente, estos cambios semejan a aquellos observados durante la diferenciación de los condrocitos en la osificación endocondral y son caracterizados por la clonación celular ⁽³⁵⁾

Existen 3 estadios en la lesión cartilaginosa de la osteoartritis. En la primera etapa los cambios articulares están asociados con activación significativa del metabolismo de los condrocitos articulares. Esto implica un aumento en la regulación secuencial y zonal de los genes relacionados con la diferenciación de condrocitos. Los cambios leves de OA se caracterizan por la pérdida de proteoglicanos de la superficie articular con un aumento en el contenido de agua que provocando un reblandecimiento del cartílago ⁽¹¹⁾. A pesar de que estos cambios no fueron acompañados por importantes alteraciones estructurales en el tejido, si se relacionaron con un aumento de colágeno tipo II y la síntesis de agreganos, que aumentan la regulación de la proliferación de condrocitos, evidenciado por el aumento en la expresión de la colagenasa (MMP-13) ^(35,28).

En el segundo estadio el organismo intenta reparar el daño aumentando la actividad anabólica y catabólica en el cartílago, hay proliferación de condrocitos que forman clones celulares lo que se traduce como un engrosamiento del cartílago debido al incremento de la producción de la matriz extracelular ⁽¹¹⁾. Posteriormente, como medida compensatoria, se inicia una degradación de los condrocitos que se extiende hasta la zona superficial, donde se acompaña de apoptosis condrocítica ⁽³⁵⁾.

En el tercer estadio, los mecanismos de reparación no pueden mantenerse y disminuye la proliferación celular y la actividad anabólica de los condrocitos. El resultado es la pérdida del cartílago con fibrilación, erosión y fragmentación del mismo, con la degeneración del cartílago, la reparación viene ahora del hueso subcondral y de la sinovial, dando como resultado la producción de fibrocartílago en la superficie articular ⁽¹¹⁾. La fagocitosis de los cartílagos productos de degradación de la matriz por parte de los macrófagos sinoviales está relacionada con la inflamación crónica de la sinovial, lo que a su vez se traduce como la síntesis local de más proteasas y citoquinas proinflamatorias. Estas proteasas se difunden a través del líquido sinovial hacia el cartílago e inducen que la matriz de cartílago adicional se desdoble por proteólisis macromolecular directa. ^(11,14,35) Esta respuesta consiste además en la formación de osteofitos, esclerosis subcondral y aumento de líquido sinovial.

Finalmente puede presentarse además la calcificación cartilaginosa secundaria al depósito de cristales y dihidrato-pirofosfato de calcio en el cartílago hialino y fibroso ^(13,28,37)

Es importante tener en cuenta que el engrosamiento del cartílago articular también puede llegar a observarse en patologías como acromegalia, hipotiroidismo y mucopolisacaridosis, así como en condiciones erosivas no inflamatorias como la gota ⁽¹³⁾

OSTEOFITOS MARGINALES

En la osteoartrosis está implicado también un descenso de los niveles de colágeno tipo II. Después del descenso inicial de colágeno de tipo II por las colagenasas que se desnaturalizan y se pierden, los condrocitos posteriormente se someten a un cambio fenotípico, presentando cada vez más hipertrófica y expresión y secreción de colágeno. Por lo

tanto diferenciación de los condrocitos en la OA parece ser una respuesta a grandes daños en el colágeno fibrilar ^(26, 30,35)

La proliferación de condrocitos es la causa principal de la inestabilidad articular, al osificarse estos condrocitos forman lo que llamamos osteofitos y que representan un signo importante de lo que es la osteoartritis ⁽¹³⁾

Los cambios degradativos que implican al colágeno se acompañan de la pérdida de proteoglicanos, todo esto por lo general a partir de la superficie articular. Estudios previos realizados con ratones que expresaban una colagenasa activa regulable (MMP-13), han demostrado daños extensos al colágeno y agregano, llevando a un adelgazamiento del cartílago, con una fibrilación previa del mismo ⁽²⁸⁾.

El termino fibrilación describe la tendencia de las fibrillas de colágeno a dividirse verticalmente hasta su lugar de fijación subcondral. Las hebras así expuestas semejan vellosidades ⁽¹¹⁾

FACTORES DE RIESGO

Por mucho tiempo se considero la OA como un deterioro asociado al envejecimiento, tanto así que se le llamo también enfermedad degenerativa articular. Hoy se sabe que es bastante más que un simple deterioro por envejecimiento.

Un aspecto epidemiológico de particular interés es el relativo a los factores de riesgo. Su adecuado conocimiento puede permitir incentivar conductas que lleven a minimizar el riesgo de sufrir una enfermedad.

En el caso de la OA, ellos se han separado en 2 clases principales: los que influyen o determinan la predisposición a la enfermedad (herencia, obesidad, variables reproductivas, (osteoporosis), y aquellos que determinan una carga biomecánica anormal en sitios articulares específicos (forma articular, tipo de trabajo, trauma, deportes).

Entre los factores de susceptibilidad general, la herencia sería particularmente importante en las formas de OA generalizada. ⁽²⁵⁾

Se clasifican en riesgos generales (no modificables y modificables) y locales.

Generales no modificables:

Edad: De los 45 años en adelante el riesgo es menor, pero se incrementa hasta en 80% después de los 80 años ^(7, 14,15). Incluso se menciona que hasta un tercio de la población mayor a 35 años tendrá ya cambios por osteoartritis ⁽¹¹⁾

Siendo que inherente a la edad se esperara una degeneración progresiva del cartílago hialino, este factor de riesgo constituye uno de los más importantes e inevitables en el desarrollo de la osteoartritis. Incluso se menciona como el factor de riesgo más importante y no modificable para el desarrollo de la enfermedad ⁽⁵⁸⁾.

Constituye el segundo diagnóstico más frecuente en las personas mayores, así como la causa más frecuente de incapacidad en este grupo de edad ⁽⁴⁴⁾

Sexo: hasta los 50 años es similar en ambos géneros; de ahí inicia un predominio en la mujer, tanto anatómico como clínico. En el hombre se presenta en articulaciones

metacarpofalángicas y caderas, y en las mujeres, en las interfalángicas proximales y las rodillas ^(14,22)

Factores de riesgo modificables:

Existen factores que tienen una relación muy directa con el desarrollo de la artrosis. Los más importantes son los siguientes:

La obesidad: El sobrepeso y el desarrollo de artrosis tienen una relación bien establecida en las rodillas. Las personas obesas están expuestas 8 veces más que las personas delgadas a desarrollar osteoartritis de ambas rodillas ⁽³¹⁾. Siempre es un factor negativo en la evolución de la enfermedad, ya que afecta las articulaciones de apoyo o que soportan peso, como es el caso de la columna lumbar, las caderas o los pies.

La obesidad es uno de los factores de riesgo modificables más importantes. Por algún tiempo existió la duda si ella era parte de la causa de la OA o más bien una consecuencia de esta. Hoy se sabe que existe una clara asociación entre obesidad y mayor riesgo de OA de rodillas, existiendo incluso una relación casi lineal. ^(18,31)

Por otro lado, se ha demostrado también que la reducción de peso en pacientes obesos reduce el riesgo de desarrollar OA ^(26,27)

Desde el punto de vista biomecánico, un aumento de 0,5 kg de peso conduce a un aumento en las fuerzas aplicadas a la rodilla en un 0,9 a 1,4 kg, un importante mecanismo por el cual la obesidad conduce a las condiciones de la osteoartritis. ⁽²⁷⁾

En pacientes obesos, se ha observado un bajo nivel de microtraumas en las estructuras del cartílago de las articulaciones que soportan peso, como la rodilla, un proceso que es clínicamente silencioso para el paciente. Durante una interrupción ligamentaria en la rodilla, se

produce normalmente una contusión directa a los compartimentos de la rodilla, lo que resulta en una subluxación traumática del fémur con respecto a la tibia que se produce mientras el ligamento está roto. Típicamente, estos individuos desarrollan un rápido deterioro en el estado de la articulación afectada, acelerando los cambios característicos del desgaste de la articulación.

Este tipo de pacientes frecuentemente desarrollara problemas de alineación en la rodilla, como varo o valgo. La alineación en varo se asocia con artrosis del compartimento medial y la alineación en valgo con OA compartimento lateral, con una fuerte evidencia circunstancial de que la mala alineación es importante en la progresión de la enfermedad⁽⁵⁸⁾

La actividad física deportiva: la actividad normal no es causa de artrosis, pero el uso continuado, persistente y repetitivo de una articulación (sobreuso) puede llevar a lesiones focales de artrosis, como puede ser el caso de algunos deportistas que practican en exceso.

De los factores mecánicos, los aspectos anatómicos han adquirido mayor relevancia.

Aún existe alguna controversia, pero pareciera que la debilidad muscular se asocia a un mayor riesgo de desarrollar OA, particularmente en las rodillas. ⁽²⁶⁾

La ocupación y el riesgo de OA han sido analizados en múltiples estudios. Se sabe que actividades repetitivas que determinen sobreuso de la articulación y fatiga de los músculos que protegen la articulación se asocian a mayor frecuencia de OA. ⁽²⁷⁾

Distintos estudios observacionales han analizado la asociación entre deporte y OA. En una revisión, diferentes deportes se asociaron a distintos tipos de OA: gimnasia (hombros, codos y muñecas), fútbol (caderas, rodillas, tobillos, columna cervical), ciclismo (patelofemoral), boxeo (articulaciones carpometacarpianas).^(14,30)

Actividad laboral: si una región anatómica está sometida a una acción continua o forzada durante largo periodo, este puede ser el origen de una patología artrósica, como es el caso de los mineros, manipuladores de martillos mecánicos, cargadores, entre otros.

La densidad ósea: se ha observado que en las personas con una densidad ósea menor, que tienen los huesos más frágiles, el riesgo de desarrollar artrosis disminuye. La osteoporosis (escasez de masa ósea debida a una descalcificación de los huesos) “protege” en cierta forma de este padecimiento.

Tanto para la OA de rodillas como caderas, se ha demostrado una asociación con la densidad de masa ósea (DMO), en que a mayor DMO hay mayor riesgo de OA y viceversa.
(23, 24)

En cuanto al trauma, existe evidencia que demuestra que lesiones articulares, como rotura de ligamentos cruzados o lesiones meniscales, se asocian posteriormente a la aparición de OA.

El curso natural de la pérdida de cartílago parece ser acelerado por la presencia de rupturas meniscales, encontrando una progresión más rápida de la enfermedad en estos pacientes^(29,58)

Estudios experimentales en la evaluación de las irregularidades de la superficie articular mostraron que un cartílago articular con un grosor mayor de 3 mm aumenta el contacto local de los componentes articulares, causando un stress constante con fracturas articulares superficiales, dislocaciones de ligamentos y rupturas meniscales, que se asocian con un aumento del riesgo para el desarrollo de la osteoartritis ^(28,29)

Las lesiones cartilaginosas identificadas en la región central del compartimiento medial son más propensas a la progresión más rápida de la pérdida de cartílago, en comparación con los de la región anterior y posterior del compartimiento medial femorotibial o el compartimiento tibio-femoral lateral. Las lesiones localizadas en la región anterior del compartimiento lateral mostraron cartílago con significativamente menor degradación. ⁽²⁹⁾

El riesgo de OA de rodilla secundaria a una lesión de ligamento cruzado anterior es alta, aproximadamente el 50% de los individuos con esta lesión desarrollarán osteoartritis de rodilla ⁽⁵⁸⁾

Factores nutricionales: se ha mencionado que determinados micronutrientes, como los antioxidantes, intervienen en el control de los radicales libres, que son capaces de dañar algunas macromoléculas como las lipoproteínas de la membrana celular, las proteínas y el ADN. ^(26,27)

METODOS DE IMAGEN PARA EVALUAR EL CARTILAGO ARTICULAR DE LA RODILLA

La evaluación de la integridad del cartílago articular ha cobrado gran importancia a partir del advenimiento de las técnicas quirúrgicas usadas para reparar la superficie condral ⁽⁵²⁾

La rodilla puede ser evaluada con la mayoría de los métodos de imagen que tenemos disponibles en la actualidad, sin embargo es importante tener una sospecha diagnóstica para poder elegir entonces el estudio más efectivo para la evaluación del paciente y su correlación clínica.

Específicamente en este caso se revisaran los métodos de imagen disponibles para la evaluación del cartílago articular, así como los cambios que encontraremos por imagen indicativos de osteoartrosis.

La evaluación radiológica del cartílago tiene muchas aplicaciones clínicas. Pueden ser evaluadas desde el punto de vista ortopédico, en busca de fracturas condrales o osteocondrales, o desde el punto de vista reumatológico, en el que las mediciones articulares cobran gran importancia en la evaluación de la progresión de la enfermedad o la respuesta al tratamiento ⁽⁴⁷⁾.

Una radiografía simple, cuando es interpretada con atención, puede dar información importante, sin embargo, cuando se trata de un defecto focal del cartílago o la enfermedad se encuentra en una etapa muy temprana, este estudio puede no detectarlo. ^(15,47)

En los primeros estadios, las alteraciones son mínimas o incluso están ausentes; se menciona que hasta un 50% de los pacientes con factor de riesgo de edad mayor a 55 años y gonalgia, no presentan cambios detectables por la radiografía simple ⁽⁴⁴⁾, pero con la evolución aparecerán las lesiones características como son la disminución del espacio articular, por adelgazamiento del cartílago articular; la esclerosis subcondral, que se manifiesta como un aumento de la densidad ósea de la porción del hueso subyacente al cartílago y que es la respuesta del hueso a la alteración de la mecánica articular; los osteófitos que son rasgos específicos de la artrosis y que son condensaciones óseas en las márgenes osteoarticulares como respuesta al estrés repetitivo sobre el hueso articular; los quistes subcondrales o geodas, espacios que se forman en el hueso debidos al cambio de los sitios

de carga de éste; y finalmente las luxaciones, alteraciones de la alineación normal de la articulación, que indican la severidad y evolución de la osteoartrosis ^(11,14, 30,31)

La radiografía simple en proyecciones anteroposterior(AP) de pie siempre que se sospeche de osteoartritis ^(11, 45) y lateral a 45 y 90 grados, permite evaluar el estado de la articulación de manera indirecta mediante la medida del espacio articular y los cambios en el hueso subcondral adyacente. ^(11,47) Las radiografías pueden llegar a mostrar también derrames intraarticulares de moderados a severos, principalmente en proyecciones laterales ⁽¹²⁾, sin embargo, otras modalidades de estudio demuestran mucho mejor el aumento del líquido sinovial ⁽⁴⁸⁾

Kellgren-Lawrence desarrollaron un sistema de estadificación de la osteoartrosis en rodilla por placa simple, esta consiste en la evaluación del espacio articular, con posibilidad de pinzamiento, la esclerosis adyacente, la presencia de osteofitos y la deformidad de la articulación, mostrando 4 grados de afectación. ^(11,15)

TABLA 8. Escala radiológica de Kellgren-Lawrence para OA rodilla

- Grado 0. Ningún signo de artrosis.
 - Grado I. Dudosa. Osteofito mínimo de dudoso significado.
 - Grado II. Mínima. Osteofito definido.
 - Grado III. Moderada. Disminución del espacio articular.
 - Grado IV. Severa. Severa disminución del espacio articular con esclerosis del hueso subcondral.
-

Fuente: Pedrosa. Diagnóstico por imagen. Tratado de radiología clínica.

Como ya se había mencionado anteriormente, la placa simple tiene principalmente tres desventajas. La primera es que la placa en AP de pie muestra únicamente el espacio articular

que indirectamente reflejaría el grosor cartilaginoso, sin embargo, puede llegar a subestimar o pasar por alto la pérdida focal del segmento posterior de los cóndilos femorales. La segunda es que si el paciente presenta una deformidad, ya sea en varo o valgo, el espacio articular se verá amplio, pero secundario a la alteración en la alineación, sin reflejar el estado real del grosor del cartílago articular.

La última desventaja es la radiación que conlleva el estudio, y que si bien se puede realizar como método diagnóstico, no es conveniente su uso como método de seguimiento. Este hecho no implica un riesgo importante si solo es una proyección la que se utiliza en el diagnóstico y vigilancia, ya que de acuerdo a la norma oficial mexicana NOM-157-SSA1-1999, un individuo sin riesgo ocupacional puede recibir una dosis de radiación de hasta 5mSv anual. Una proyección radiográfica de extremidades condiciona una dosis de 0.001 mSv⁽⁵⁰⁾

La evaluación por tomografía puede ser una técnica con mayor sensibilidad que la placa simple. Puede ser útil para la evaluación del hueso adyacente, evaluar la presencia de esclerosis subcondral o incluso el involucro de la cortical ósea. En el caso de existir fragmentos óseos aislados en el interior de la articulación, estos pueden ser visualizados con mayor facilidad en los cortes axiales topográficos⁽³⁰⁾

Otra patología en la que resulta de gran utilidad es la displasia troclear, un hallazgo importante en la inestabilidad patelar, esta consiste en una hipoplasia del cóndilo medial, aplasia del cóndilo medial o aplasia total con aplanamiento de la tróclea femoral, en ocasiones muy relacionado con historia familiar. El Gold estándar en imagen para identificar esta patología es la tomografía, que evalúa la morfología del sulcus femoral⁽⁴⁹⁾

Los cuerpos libres intraarticulares se observan con mayor frecuencia en la articulación de la rodilla, estos pueden estar compuestos de cartílago o hueso y estará presente en cualquier proceso que lesione el cartílago de la metáfisis distal del fémur y la metáfisis proximal de la tibia. Se han descrito también con mayor frecuencia en mujeres fumadoras y obesas. Es importante diferenciar este hallazgo de procesos mieloproliferativos, mielofibrosis, hemoglobinomias o anemias ⁽¹¹⁾

Es importante señalar que la tomografía muticorte de una extremidad implica una radiación aproximada de 1-2mSv, y que su uso constante, por ejemplo, en el seguimiento de respuesta a tratamiento, puede involucrar una dosis acumulativa que rebase la dosis permitida anual de 5 mSv. ⁽⁵⁰⁾

El uso de la resonancia magnética (RM) ha cobrado mayor importancia por su especificidad y sensibilidad en el diagnóstico de la degeneración articular, así como la estadificación de la misma ⁽⁵²⁾. La RM actualmente es el método de elección para evaluar el desgaste articular, así como los quistes óseos y derrames articulares ^(16,30). Permite también el monitoreo de los efectos terapéuticos en las lesiones articulares o los cambios degenerativos.

Permite medir el grosor del cartílago, observar los cambios de intensidad en el cartílago interno y la resolución espacial permite la visualización de pequeños defectos a este nivel ⁽⁴⁷⁾. Por el contrario, Holder ⁽⁴⁸⁾ menciona que los cambios en la intensidad interna del cartílago no son confiables en la correlación con la degeneración del mismo, sino que el diagnóstico está basado en la visualización del líquido articular junto con defectos condrales

de la superficie articular. La efectividad de la RM va en aumento entre más profunda y extenso sea el defecto

La resonancia puede demostrar dichas lesiones con un aumento en la intensidad principalmente en secuencias T2, sin embargo estas pueden confundir el diagnóstico, ya que también se presentan en tejido normal, necrosis de medula ósea, edema, hemorragia o fibrosis ⁽¹¹⁾.

Por resonancia magnética, el cartílago normal tendrá una apariencia trilaminar en ambas rodillas, probablemente en correlación con la diferente distribución de las fibras de colágeno en las diferentes capas.

Una resonancia de alta resolución puede ser capaz de demostrar estriaciones verticales dentro del cartílago hialino normal, que son más prominentes en las áreas que soportan mayor peso, estas áreas pueden corresponder a las zonas con alto contenido de colágeno y proteoglicano ⁽¹³⁾

La resonancia ha sido también usada para medir el grosor del cartílago, sin embargo se han encontrado ciertas variantes que podrían sesgar los resultados. Por ejemplo, el grosor del cartílago hialino puede variar en diferentes sitios de la articulación dependiendo de las cargas que soportan. La actividad física puede causar también variaciones transitorias en el grosor del cartílago ^(13,28). El no determinar los sitios de medición específicos es otro factor de sesgo en el análisis del grosor cartilaginoso.

Este método de estudio también puede evidenciar la presencia de neuropatías, la más frecuente de ellas es el atrapamiento o compresión y la elongación nerviosa del nervio safeno⁽⁴²⁾ como diagnósticos diferenciales en la gonalgia.

El grado de lesión del cartílago se ha estadificado por varios autores^(13,29) tomando en cuenta los mismo parámetros mencionados previamente, dando una escala de 6 grados. La clasificación de las lesiones se muestra a continuación:

Grado 0	Normal
Grado 1	Heterogeneidad de la señal focal o difusa dentro o adyacente a la superficie cartilaginosa
Grado 2	Irregularidad superficial
Grado 3	Fisuras
Grado 4	Adelgazamiento cartilaginosa de menos del 50%
Grado 5	Adelgazamiento de más del 50%
Grado 6	Perdida completa del grosor articular

Fuente: ARTHRITIS & RHEUMATISM . Vol. 46, No. 11, November 2002, pp 2884–2892

Las secuencias usadas para la evaluación del cartílago en la actualidad incluyen un spin eco (SE) convencional, secuencias de eco gradiente (GE) y secuencias con saturación grasa (FS). Las técnicas de evaluación composicional incluyen un mapeo con T2, secuencias

tardías con medio de contraste, una imagen de mapeo con sodio en T1 y secuencias de difusión.⁽¹⁶⁾

De todas las anteriores, la técnica más común para el estudio del cartílago articular, ya sea hialino o fibroso, es la saturación grasa. Esta técnica aumenta el contraste entre las superficies grasas y las superficies no lipídicas, lo que reduce los artefactos producidos por los cambios químicos^(16,47). Traspolado a la articulación de la rodilla, la secuencia de saturación grasa aumenta el contraste en la interfase del hueso subcondral y el cartílago^(11, 15,16)

Cuando se sospecha de un derrame articular focal (es decir de un solo compartimento de la rodilla), las secuencias T2 y GE son las más recomendadas⁽⁴⁷⁾

Siempre será necesario evaluar el cartílago articular en al menos dos planos, con el fin de corroborar la presencia de lesiones sutiles y no confundir diagnósticos con artefactos o efectos de volumen^(16,47)

La eficacia de la RM en la detección de pequeñas lesiones cartilaginosas depende de la localización de la anomalía y la secuencia de pulso usada.

A pesar de que la resonancia es el estudio que ha demostrado tener mayor sensibilidad y especificidad en las lesiones de rodilla, específicamente en la evaluación de la degeneración temprana cartilaginosa, esta tiene ciertas desventajas. Se trata de un estudio costoso que puede no estar al alcance de todos los pacientes.

Existen ciertas contraindicaciones absolutas para la RM, entre las más importantes, el uso de marcapasos o desfibriladores, implantes cocleares, prótesis valvulares cardíacas, clips vasculares, cuerpos extraños metálicos, y algunas prótesis ortopédicas, que podrían ser un obstáculo para la evaluación de la rodilla por este método. ⁽⁴⁶⁾

Las contraindicaciones relativas implican las prótesis auriculares, suturas metálicas en órganos internos recientemente colocadas, tatuajes recientes, el embarazo, movimientos anormales involuntarios, claustrofobia, obesidad (que conlleva la imposibilidad para entrar en el resonador), etc. ⁽⁴⁶⁾

EL ULTRASONIDO

El punto fuerte del ultrasonido yace en la evaluación de los tejidos blandos periarticulares, sin embargo, hay varias anormales intraarticulares que pueden ser evaluadas como sinovitis, derrames y cuerpos intraarticulares ^(13,53).

La evaluación por ultrasonido (USG) de las estructuras superficiales de la rodilla como los mecanismos extensores de la rodilla, el ligamento colateral medio y los recesos articulares es muy exitosa.

En un artículo del European Journal of Radiology del 2012 se mencionan como principales indicaciones para el ultrasonido en el aparato musculo esquelético la sinovitis articular, sospecha de derrame séptico con potencial de aspiración, y en muy pocas ocasiones, por la pobre sensibilidad que tiene, la detección de cuerpos libres intraarticulares. Dentro de los 6 articulaciones que mejor pueden ser evaluadas por el rastreo ultrasonográfico

están la muñeca, el codo, el hombro, la cadera, la rodilla y el tobillo ⁽⁵¹⁾, sin embargo, de todos los sitios mencionados, la rodilla y el hombro son de los más accesibles para su estudio.

Varios autores han descrito que la evaluación de la ruptura del ligamento cruzado anterior por USG, no basados en la visualización directa del mismo, sino por datos indirectos como son la formación de hematoma y la subluxación posterior de la plataforma tibial, es posible.⁽⁶³⁾

En contraste, el ligamento cruzado posterior puede ser visualizado sonográficamente con un abordaje posterior y la rodilla en posición neutral, en cuyo caso se verá el ligamento homogéneo y muy delgado, de hasta 0.45mm de grosor

El USG de rodilla es un método efectivo, fácil, rápido y de menos costo para detectar los derrames articulares y la proliferación sinovial y debe ser usado como complemento de la exploración clínica, especialmente cuando se está considerando la infiltración al paciente o para la toma de biopsia sinovial ^(48,51) y puede ayudar a diferenciar el contenido del fluido o la presencia de sinovitis⁽⁴⁸⁾

El derrame articular puede detectarse fácilmente en la ecografía observándolo como líquido anecónico en el nicho suprarrotuliano profundo al tendón del cuádriceps, que en condiciones normales no debe medir más de 2 mm de espesor. El derrame puede consistir no solo en líquido sino también en sangre o pus ⁽¹¹⁾ La posibilidad de observar sinovitis tiene una frecuencia variable entre 37 y 100%. El USG es más sensible que la exploración clínica para la detección de líquido sinovial o derrames⁽¹⁴⁾

Es un método de estudio complementario de gran utilidad en la evaluación de las estructuras extraarticulares, como las alteraciones tendinosas en cuadriceps y patelar, sin

embargo, durante el rastreo es posible identificar alteraciones intraarticulares. La medición del grosor del cartílago hialino troclear debe ser incluido en el protocolo de rodilla con el fin de identificar cambios tempranos que indiquen osteoartritis ⁽⁵³⁾.

Las investigaciones actuales se han centrado en la evaluación ecográfica del cartílago, demostrando que por ultrasonido se podía medir el grosor del cartílago articular y evaluar sus características superficiales, sin embargo, al aumentar la gravedad de la enfermedad, la interfase entre el cartílago y las partes blandas se hace menos nítida, lo que dificulta la medición del cartílago. La degeneración puede afectar también a las articulaciones fibrosas⁽¹¹⁾

Autores como E. Naredo en el 2009 han estudiado la reproductibilidad para medir el grosor del cartílago articular por varios examinadores por medio del ultrasonido y comparar los resultados con especímenes anatómicos cadavéricos. La medida se realizó en tres sitios específicos, siendo estos el cóndilo medial, el cóndilo lateral y el seno intercondileo.

Incluso se menciona que por más de 25 años se ha observado que el USG es útil para medir el grosor del cartílago articular y detectar cambios en su superficie, que son los primeros cambios en la osteoartritis ⁽⁵³⁾ Desde 1984 numerosos artículos describen las ventajas de su utilización ⁽¹⁴⁾

Estudios experimentales previos han probado al ultrasonido como un método fácil y de menor costo para el diagnóstico de los cambios tempranos en la articulación artrósica en los últimos años.

Muchas investigaciones se han enfocado en medir la deformación del tejido cartilaginoso, caracterizado ya sea por la inflamación o la compresión de este, mediante el

uso del ultrasonido de alta frecuencia, así como modelos bifásicos o trifásicos para investigar las propiedades mecánicas alteradas en el cartílago degenerado.⁽³⁶⁾

Estudios realizados previamente en cadáveres reportan que el ultrasonido es un método eficiente para medir el grosor del cartílago con morfología del sulcus normal, aunque el uso del USG en pacientes con displasia sulcal no ha sido investigado⁽⁴⁹⁾

Por USG el cartílago hialino articular normal tiene un aspecto anecóico, bien definido y con un grosor regular en toda su superficie, de aproximadamente 2-4mm. ^(12, 48, 51,53) La ausencia de ecos y el excelente grado de definición de las interfases cartílago capsula y cartílago hueso, son los principales rasgos del cartílago articular en los individuos sanos. ⁽¹⁴⁾

Los cambios de osteoartrosis inicial aparecen como una pérdida de la definición de los contornos y una ecogenicidad heterogénea. En etapas avanzadas el cartílago muestra adelgazamiento asimétrico con posterior irregularidad del hueso subcondral. Se ha observado una tendencia en los pacientes con osteoartritis temprana con presencia de calcificaciones cartilaginosas, osteofitos, e irregularidades óseas. ^(13,53)

Este estudio se puede usar también como una herramienta útil en la calcificación del cartílago articular que no puede ser evaluada fácilmente en una radiografía simple, como por ejemplo en la articulación patelofemoral. ⁽¹³⁾

Los últimos estudios de investigación demuestran que la rugosidad de la superficie articular aumenta con el grado de osteoartritis, indicando que la superficie del cartílago se vuelve rugosa e irregular con la evolución de la enfermedad. ⁽³⁶⁾

Incluso se ha observado en los pacientes con osteoartritis temprana la presencia de calcificaciones cartilaginosas, osteofitos, e irregularidades óseas ⁽⁵⁵⁾

En la actualidad se ha creado una forma de estadificar la degeneración articular al evaluar la enfermedad también por el USG, valorando igualmente la definición del cartílago hialino, la pérdida del grosor habitual y una pérdida completa en la diferenciación entre el cartílago y el hueso adyacente ⁽⁵⁴⁾

Grado 1	Pérdida de la diferenciación de los contornos articulares
Grado 2	Pérdida incompleta del grosor del cartílago con un cambio en la ecogenicidad en el sitio en el que existe el cambio en el grosor.
Grado 3	Completa pérdida del cartílago articular con un área hiperecoica en la superficie ósea en el sitio de pérdida cartilaginosa
Grado 4	Pérdida de la interfase acústica entre el hueso y el cartílago

Fuente: Disler. Radiology 2000; 215:846–851

La utilidad del Doppler al momento del estudio ayuda a identificar alteraciones vasculares asociadas a la patología de base ⁽¹²⁾, ya que como hemos mencionado anteriormente, el cartílago es una estructura avascular y el hecho de obtener señal positiva a la aplicación del Doppler color nos podría estar traduciendo una patología inflamatoria.

Hay varias ventajas en la evaluación de la rodilla por USG comparado con otros estudios. Una de estas ventajas es el menor costo comparado con la RM cuando se está evaluando una zona focal de los tejidos blandos.

Otra ventaja es la habilidad de realizar una exploración dinámica, ya que el paciente puede referir dolor en cierta posición específica, además de evaluar la contracción muscular con visualización directa por USG ⁽¹²⁾. Otras ventajas con respecto a la resonancia especialmente en pacientes post operados, es el hecho de que algunos efectos metálicos pueden llegar a causar interferencia en la señal magnética⁽⁵²⁾ que dificulten el diagnóstico.

Dentro de las desventajas del USG tenemos la frecuencia de los transductores, que muchas veces no alcanzan la profundidad adecuada para la evaluación del espacio articular, tampoco es posible identificar si el cartílago visualizado es hialino o de tipo reparativo o fibroso, con graves consecuencias en los pacientes post operados. Otro inconveniente se presenta cuando no hay suficiente cantidad de líquido en la superficie articular, lo que podría dificultar el rastreo por una escasa visualización ⁽⁵²⁾.

Los modelos in vitro para el estudio del cartílago articular de la rodilla muestran al USG como un método efectivo ⁽⁴⁹⁾, sin embargo al llevarlo a la práctica in vivo, la escasa ventana acústica que existe en las grandes articulaciones en la mayoría de los pacientes limita la evaluación articular. ⁽¹³⁾

El USG puede ser una gran herramienta en el estudio serial de pacientes ya que tiene un bajo costo, accesible y bien tolerado por los pacientes, sin embargo existe la interrogante sobre la influencia del operador ⁽⁵⁰⁾

A pesar de ser un estudio usado para la evaluación de la rodilla desde hace ya varios años, la mayoría de los estudios realizados en este campo han sido únicamente en cadáveres o en especímenes animales. No existe hasta la fecha un estudio sistemático con pacientes reales en el que se valide al USG como un método diagnóstico de tamizaje para la osteoartrosis.

El USG puede ser de utilidad también en el diagnóstico de otras patologías de rodilla que condiciones un factor de riesgo posterior para el desarrollo de la osteoartrosis temprana. Este es el caso de las rupturas meniscales. El USG se reporta con una sensibilidad que varía desde un 30-100% y una especificidad desde un 21-98% ⁽⁴⁸⁾. Otros estudios reportan una sensibilidad del 83% en lesiones del menisco medial y de 58% en las lesiones del menisco lateral, con un valor predictivo positivo del 67% en los ultrasonidos de tercera dimensión ⁽³⁹⁾

Estas rupturas meniscales pueden ser un hallazgo durante la evaluación sonográfica en pacientes con dolor articular.

Normalmente, el menisco se observa como una imagen triangular de hiper a hipoeoica localizada entre los cóndilos femorales y la tibia, generalmente de aspecto homogéneo. ⁽⁵³⁾

En los casos en los que aún no hay cambios evidentes en las radiografías, la cintigrafía ósea puede evidenciar una mayor captación del radionúclido en el hueso subcondral adyacente al cartílago artrósico ⁽⁴⁸⁾

La cintigrafía con tecnecio 99 (Tc99) puede ser usada para una evaluación indirecta del daño articular, tomando en cuenta que detectara el daño óseo adyacente a la lesión cartilaginosa. ⁽¹³⁾ En este caso encontraremos una captación aumentada en los márgenes de la articulación como evidencia de cambios tempranos secundarios a osteoartrosis.

Hay que aclarar que este método de estudio no provee una evaluación directa de las condiciones del cartílago.

OBJETIVOS

Objetivo Principal

Validar el USG de rodilla como un método diagnóstico de la osteoartrosis temprana mediante la medición del grosor del cartílago hialino de la articulación de la rodilla y la evaluación de su morfología en pacientes asintomáticos del hospital central sur de alta especialidad PEMEX.

Objetivo secundario

Evaluar la sensibilidad y especificidad del ultrasonido de rodilla en la medición del grosor del cartílago hialino articular y los cambios en su morfología, como indicadores de enfermedad degenerativa (osteoartrosis) temprana, comparándolo con los hallazgos por resonancia magnética, que es el estudio de mayor confiabilidad en la actualidad para la medición del grosor y morfología del cartílago hialino articular.

Evaluar el valor predictivo positivo y valor predictivo negativo del USG de rodilla como método diagnóstico de la osteoartrosis temprana en pacientes asintomáticos, comparado con

imágenes de resonancia magnética nuclear, considerada como el método de elección para el diagnóstico de esta enfermedad.

HIPOTESIS NULA

EL ultrasonido de rodilla no es capaz de detectar los cambios tempranos en la morfología y grosor del cartílago hialino articular de la rodilla en pacientes asintomáticos, por lo que no se considera un estudio útil para el diagnóstico inicial de osteoartrosis

HIPOTESIS ALTERNA

El ultrasonido de rodilla es un método útil, con buena sensibilidad y especificidad para la evaluación de la morfología y el grosor del cartílago hialino en la articulación de rodilla in vivo, por lo que es un método de estudio adecuado en el diagnóstico temprano de la osteoartrosis

El ultrasonido de rodilla tiene la misma sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de los cambios tempranos en la osteoartrosis en pacientes aun asintomáticos que la resonancia magnética, considerado a esta actualmente como el método de estudio más confiable.

JUSTIFICACION

En México, más de cinco millones de personas mayores de 50 años padecen osteoartrosis, que está catalogada como la enfermedad reumática más frecuente en todo el mundo, así como una de las más incapacitantes, que impiden el desempeño de una vida con calidad y causa gastos familiares elevados. Se ha observado que desde una tercera parte del

gran porcentaje hasta la mitad de pacientes con evidencias radiográficas de cambios degenerativos articulares presenta una sintomatología atribuible a la osteoartrosis ⁽²⁴⁾.

Esto quiere decir que aun pacientes que no presenten sintomatología, podrían estar ya desarrollando cambios en la articulación que con el tiempo llevaran a una discapacidad secundaria alas principales sintomatologías de esta enfermedad, el dolor y la disminución de los arcos de movimiento de la articulación.

El contar con un método de estudio de fácil acceso y bajo costo, será de gran utilidad en el diagnóstico temprano de estos cambios. Es por eso que el estudio de la morfología del cartílago hialino en rodillas de pacientes sanos puede llevarnos a detectar cambios mínimos en esta estructura, lo que no orienta a pensar en la posibilidad de un desarrollo posterior de la enfermedad.

Haciendo el diagnostico tempranamente se podrá iniciar con medidas preventivas y condroprotectoras.

Definitivamente la prevención es el mejor elemento que se tiene para evitar los grandes daños de la artrosis, sobre todo con los factores modificables de la enfermedad, como son el control de peso, el ejercicio apropiado y bien administrado, evitar el uso excesivo de determinadas articulaciones y, en el aspecto laboral, mantener las posturas adecuadas.

El impacto de este estudio consiste en presentar resultados obtenidos en la medición del grosor y la morfología del cartílago hialino in vivo, y posteriormente corroborar estos hallazgos por el método de mayor sensibilidad y especificidad en esta patología, es decir, con la resonancia magnética.

Esta evaluación deberá hacerse en pacientes asintomáticos con el fin de poder validar este método de estudio como técnica de tamizaje.

De acuerdo a la literatura actual, no existe aún un estudio enfocado a la sensibilidad y especificidad del USG en la evaluación de la degeneración temprana del cartílago de rodilla en las etapas tempranas de la osteoartritis. Los estudios presentados han sido realizados únicamente in vitro.

Un ejemplo es el estudio realizado por David G. Disler⁽⁵⁴⁾ que se enfoca en determinar las características de la superficie articular in vitro, creando distintos grados de lesión en la superficie articular de rodillas porcinas y después evaluando por USG si estas son detectables o no. Los resultados en la evaluación de las rodillas porcinas fueron adecuados, detectando por el USG todos los defectos creados previamente.

Otro estudio realizado en modelos animales es el de Hai-jun Niu⁽³⁶⁾, que examinó 18 rodillas de conejos blancos con lesiones inducidas por ortopedistas y posteriormente evaluadas por USG, midiendo el coeficiente de reflexión y el índice de rugosidad. Saarakkala sugirió al ultrasonido como un medio para la detección cuantitativa de los cambios tempranos en el cartílago articular de los pacientes osteoartrosicos. Esto lo demuestra estudiando especímenes bovinos en los que produjo una degradación artificial enzimática o mecánica del cartílago, para posteriormente, por USG, revelar si los cambios superficiales del cartílago eran vistos.⁽⁵⁷⁾

Otros estudios se han enfocado al estudio del cartílago en modelos cadavéricos, como lo hizo Mathiesen O. en el 2004. El propósito de su estudio fue probar la eficacia de este en la medición del grosor del cartílago, así como los defectos en extensión y profundidad de este

previamente inducidos en modelos cadavéricos. Con la rodilla en máxima flexión se midió el grosor del cartílago en 24 sitios específicos de 4 rodillas, en los que previamente se habían inducido lesiones a diferentes niveles y de diferentes grados en el cartílago articular.

La imagen por ultrasonido puede ayudar a detectar cambios tempranos y así determinar que pacientes pueden ser candidatos a rehabilitación física, ejercicios de fortalecimiento muscular, cambios en la dieta, o incluso el uso de terapias nuevas, como la implantación de condrocitos autólogos, mosaicoplastia o drogas condroprotectoras ⁽⁵²⁾ y con esto evitar la presentación de la sintomatología y discapacidad, o en los casos en los que ya exista una mayor progresión de la enfermedad, retrasar con estas terapias y medidas, la evolución de la misma. De esta manera se busca evitar la necesidad de tratamientos a largo plazo, costosos, que no otorgan una adecuada calidad de vida al paciente por su incapacidad para eliminar la etiología de la enfermedad y concentrarse únicamente en la sintomatología de la misma.

IMPACTO DEL DIAGNOSTICO TEMPRANO DE LA OSTEOARTRITIS EN LA FUNCIONALIDAD Y CALIDAD DE VIDA

La osteoartrosis de cualquiera de las articulaciones es una alteración que cada vez demanda más recursos por múltiples factores, entre los principales se encuentran la edad del paciente, que al tener acceso a mas servicios médicos, mejorar sus condiciones de vida, y aumentar su expectativa de sobrevida, tienen más posibilidades de presentar enfermedades crónico degenerativas características de la tercera edad. Es por esto que es de gran

importancia prestar atención a las tendencias internacionales y nacionales en el campo de medicina preventiva.

El detectar tempranamente los primeros cambios que se presentan en el cartílago al inicio del desarrollo de una osteoartrosis es de gran importancia en la profilaxis de la enfermedad.

Al momento de diagnosticar cambios incipientes en la articulación es posible cambiar o evitar los factores de riesgo modificables, con el fin de evitar la progresión de la enfermedad, o al menos, retrasar su evolución, con una consecuente mejoría de calidad de vida.

Otro ejemplo de factor de riesgo modificable sería la obesidad. En el momento de diagnosticar por imagen cambios en el cartílago hialino, se puede iniciar un programa dietético con el fin de eliminar el factor desencadenante o acelerador del proceso.

Existe evidencia de que la disminución del peso corporal mejora la biomecánica de la rodilla, favoreciendo las actividades de la vida diaria. Se obtiene un mejor resultado si se combina con un programa de ejercicio ^(22, 24, 26,27)

En el caso de los atletas de alto rendimiento, será necesario disminuir la intensidad o el tiempo de ejercicio, con el fin de evitar el estrés continuo aplicado directamente a la articulación, con el consecuente retraso en la presentación de la enfermedad como tal.

Los principales factores de riesgo para la OA de la rodilla son la edad avanzada, las lesiones y la obesidad ^(22,26). Sin embargo, hay poca o ninguna evidencia acerca del impacto en el costo que tendría la modificación de estos factores ⁽⁵⁸⁾ ya sea como una prevención

primaria (evitar el desarrollo de la OA de la rodilla) o secundaria (detección de OA de la rodilla al principio para prevenir los síntomas y progresión la enfermedad).

Existe evidencia circunstancial de que la prevención de la OA de rodilla podría comenzar desde la infancia. Los beneficios de la actividad física en la infancia sobre la masa ósea persisten en la edad adulta, pero el efecto sobre las articulaciones y el cartílago es menos conocido⁽⁵⁸⁾

La identificación temprana de los pacientes jóvenes con lesión en la rodilla y aquellos con posibles factores de riesgo neuromusculares y de otro tipo podría permitir la orientación de los grupos de riesgo de las intervenciones de ejercicios, modificación de la actividad física y la educación, que pueden tener un impacto en la prevención de la artrosis de rodilla.

Los ejercicios de contracción concéntrica de músculos flexores de la rodilla mejoran el dolor en reposo y durante las actividades físicas.⁽²⁴⁾

La OA es el principal problema de salud pública en medicina del aparato locomotor y la evidencia actual sugiere que al menos un subgrupo de pacientes, en los que la causa de OA es secundaria a una lesión en la rodilla, es susceptible a profilaxis⁽⁵⁸⁾

La aplicación de un tratamiento conservador cuando el diagnóstico de osteoartrosis es temprano, puede disminuir importantemente el costo de la enfermedad tanto para la institución médica, como para el paciente.

Actualmente no existen estadísticas que mencionen el costo de atención para estos pacientes.

Se hizo una evaluación en el IMSS para medir el impacto financiero que tienen las enfermedades reumáticas. Este estudio permitió estimar que en el Instituto hay 854 mil derechohabientes usuarios (DHU) con alguna de esas enfermedades, y que de ellos 92,225 padecen una discapacidad originada por un padecimiento reumático. De éstos últimos, el ocho por ciento son trabajadores asegurados, de los cuales el 50 por ciento tiene discapacidad laboral temporal, y el 50 por ciento tiene discapacidad laboral permanente.

El gasto por la atención médica que se proporciona a los derechohabientes discapacitados por alguna enfermedad reumatológica se estima en el orden de los 1,600 millones de pesos, que representan el 1.2 por ciento del gasto total del SEM en 2008 (136,965 millones de pesos de 2009, Estado de Ingresos y Gastos por Ramo de Seguro del IMSS al 31 de Diciembre de 2008).⁽⁵⁹⁾

Si tenemos en cuenta que la artrosis es la patología más común de todo el conjunto englobado en lo que son las enfermedades reumatoideas^(14, 15, 21, 22,44), podríamos hacer un cálculo aproximado del gasto que implica el tratamiento de la enfermedad en la actualidad.

Iniciar con tratamiento conservador, que no implique la intervención quirúrgica, por ejemplo con una artroscopia de limpieza o un reemplazo articular, o incluso la administración constante de analgésicos y antiinflamatorios, disminuiría importantemente los costos, además de las incapacidades y morbilidad del paciente.

El tratamiento conservador fisioterapéutico, que busque promover el fortalecimiento muscular alrededor de la articulación, y prevenir aún más el deterioro articular, con consecuente disminución del dolor, aumentaría la funcionabilidad de la rodilla.⁽⁶¹⁾

La realización de ejercicios aeróbicos regulares y los ejercicios de fortalecimiento muscular ayudan importantemente a disminuir el dolor ^(24,61)

La dieta juega un papel importante en la prevención y disminución del progreso de la osteoartritis en caso de que se presente. Los niveles adecuados de vitamina C reducen hasta en un 30% el riesgo de la osteoartritis, los niveles de vitamina D, disminuyen el progreso de la enfermedad, los antioxidantes proveen defensas contra la lesión tisular y protegen el deterioro del cartílago.

La estimulación transcutánea eléctrica del nervio produce una significativa mejoría del dolor y favorece el manejo integral en el paciente con osteoartritis de rodilla. La prescripción de un tratamiento con corrientes interferenciales de frecuencia media disminuye la rigidez matutina, la limitación articular y el dolor. ⁽²⁴⁾

Dentro del tratamiento farmacológico sintomático el de elección es el paracetamol ^(22,24), los antiinflamatorios no esteroideos (AINES) deben emplearse en los pacientes que no hayan tenido respuesta a los tratamientos de primera línea y que ya presenten derrame sinovial.

Los AINES tópicos son efectivos para el alivio de dolor a corto plazo y de uso seguro, ya que tienen efectos secundarios menores ^(24,43)

Dentro de los tratamientos farmacológicos preventivos disponibles en la actualidad se encuentran los llamados condroprotectores, que aunque no son precisamente baratos, el costo beneficio es mucho mayor. Aunque existe aun controversia en la efectividad de estos tratamientos.

La glucosamida y el sulfato de condroitina son moléculas endógenas del cartílago articular con acción sinérgica cuando son administrados juntos. La glucosamida estimula el metabolismo del condrocito y sinovito, además inhibe las enzimas degradadoras y previene la formación de trombos de fibrina en los tejidos periarticulares. ^(22,66)

El sulfato de condroitina es importante para favorecer la unión de las fibras colágenas. Su efecto protector es causado por la inhibición de enzimas degradadoras que ocasionan ruptura del cartílago articular. Además, el sulfato de condroitina es un inhibidor efectivo de la formación de trombos, los cuales afectan los tejidos periarticulares y disminuyen la irrigación sanguínea a la sinovial y el hueso subcondral. ⁽⁶⁶⁾

Un artículo del ARTHRITIS & RHEUMATISM Journal del 2009 demostró que la administración a largo plazo de condroprotectores por más de 2 años puede prevenir la degradación de la estructura de las articulaciones en pacientes con osteoartritis de rodilla. La pérdida del espacio interarticular de la rodilla se redujo significativamente en el grupo que tomo condroprotectores en comparación con el grupo placebo, todo esto medido por cambios radiográficos. ⁽⁴³⁾

En los últimos años se han llevado a cabo numerosos estudios clínicos para evaluar el efecto del condroitín sulfato sobre la artrosis, especialmente en lo referente a la sintomatología. También se están llevando a cabo estudios para determinar su efecto modificador sobre el curso de la artrosis. ^(22,66)

Estudios previos han demostrado que el condroitín 4 y 6 sulfato ingerido durante 90 días es efectivo para el tratamiento sintomático de la artrosis de rodilla. Luego del tratamiento se obtiene una disminución de cerca de 45 % en el Índice Algofuncional de Lequesne y de

55% a 60% en el dolor. Este efecto se mantiene con discreta disminución por un período de tres meses luego de la suspensión del medicamento⁽⁶⁶⁾

El propósito de detectar las lesiones cartilagosas en etapas tempranas es evitar los procedimientos invasivos que inicialmente causaran mayor número de discapacidades y mayor cantidad de gastos de recursos por parte de las instituciones medicas.

La cirugía ortopédica es un recurso más en el tratamiento de la artrosis y en las últimas décadas ha mejorado decisivamente las condiciones de vida de muchos pacientes artrósicos. Su indicación es más frecuente en extremidades inferiores que en las superiores. Las técnicas quirúrgicas aplicadas comprenden el uso de artroplastías, osteotomías, artrodesis, implantes de prótesis totales o parciales, desbridamiento articular, etcétera⁽⁶⁹⁾

Dentro de estos procedimientos se cuenta con la artroscopía de limpieza, en la que se busca remover fragmentos perdidos de hueso o cartílago de la articulación si es que estos son la causa de los síntomas mecánicos.

El papel del desbridamiento articular y el lavado artroscópico es controversial, aunque algunos estudios han demostrado alivio a los síntomas a corto plazo, mientras que otros sugieren que la mejoría se debe a un efecto placebo⁽²⁴⁾

La osteotomía tibial debe ser considerada únicamente en pacientes jóvenes y activos ofreciendo una alternativa que retrasaría la necesidad de una artroplastia articular hasta por 10 años⁽²⁴⁾

Cuando la artroplastia ha fallado debe considerarse la artrodesis^(22, 69)

Otros menos agresivos pero aun invasivos es la aplicación de corticoesteroides intraarticularmente.

El empleo de esteroides intrarticulares puede dar buen resultado en el proceso, cuando la indicación y la técnica son correctas; los compuestos de liberación lenta prolongan la eficacia de estos productos. La infiltración esteroidea tiene una clara indicación en casos de reagudización o en combinación con otras técnicas, como el inicio de la fisioterapia o complementando a otros fármacos.

Estos se emplean cuando no ha habido una respuesta adecuada a los AINES y ha demostrado eficacia a corto plazo y mejoría de la sintomatología ⁽²⁴⁾

Los esteroides intraarticulares son antiinflamatorios potentes con riesgos mínimos de efectos sistémicos o complicaciones. Existen 2 tipos de preparaciones: las microcristalinas y las cristalinas. Entre las sustancias microcristalinas se encuentran: triancinolona, metilprednisolona y acetato de hidrocortisona que tienen la ventaja de tener una absorción más lenta y un efecto más prolongado en comparación con las sustancias cristalinas como la betametasona⁽⁶⁷⁾

Otros tratamientos intraarticulares es la viscosuplementacion, que es efectiva para mejorar el dolor, la capacidad funcional. Se recomienda su empleo en forma conjunta con medicamentos AINES

La inyección de hialuronato o viscosuplementación es otra variedad de tratamiento disponible para la osteoartritis de rodilla. Actualmente existen 2 agentes disponibles Hyalgan y Synvisc. Generalmente se utilizan de 3 a 5 inyecciones semanales. Estos agentes favorecen la viscoelasticidad, el tejido sinovial se hace más efectivo para absorber cargas de peso y

lubricar las superficies articulares. Otros efectos de la viscosuplementación son la síntesis de ácido hialuronato por células tipo A, la síntesis de proteoglicanos por los condrocitos, efectos antiinflamatorio y analgésico ⁽⁶⁸⁾

METODOLOGIA

TIPO DE ESTUDIO

Se trata de un estudio piloto, de serie de casos, observacional y descriptivo, en donde se analizara la efectividad y confiabilidad diagnóstica del USG de rodilla para la medición del grosor del cartílago hialino y su morfología a este nivel, en el que únicamente se limitara a medir las variables a estudiar de acuerdo a la clasificación de Disler.⁽⁵⁴⁾

De tipo transversal que se realizara durante el periodo de tiempo del mes de Agosto del 2012 al mes de abril del 2013, cegado.

UNIVERSO

Se incluirá un grupo de pacientes derechohabientes o trabajadores del Hospital Central Sur de Alta Especialidad PEMEX Picacho, previamente sanos, sin ninguna incapacidad del aparato locomotor ni diagnóstico previo de algún tipo de artritis. Deberán encontrarse en un rango de edad de 40-50 años, ya que como se ha mencionado previamente en la literatura, el riesgo de presentar osteoartrosis comienza en una edad promedio de 45 años de edad ^(7, 14, 15,24) esta implica que se realizara un muestreo aleatorio simple, con una única variable que será la edad.

Es importante interrogar previamente a los pacientes con el fin de detectar si alguno de ellos presenta una contraindicación, ya sea absoluta o relativa, para la realización de la resonancia magnética, ya que esta es parte fundamental del estudio comparativo de validación.

De acuerdo los datos obtenidos del censo del INEGI en México del 2010, la población total en el país es del 112, 336,538 millones de personas. De acuerdo a la distribución de edad de 40-50 años, tenemos que 5.5% son hombres y 6.1% son mujeres. Sumados nos da una población dentro del rango de estudio en el país de 13 031 038 millones de personas (11.6% de la población total) ⁽⁶²⁾. Según la literatura la prevalencia de la enfermedad de estudio es de un 33% en mayores de 45 años ⁽²⁴⁾ y nuestra muestra debería ser calculada respecto a estos valores, sin embargo, por limitaciones de tiempo y disponibilidad de la sala de resonancia, la muestra deberá calcularse por conveniencia.

Teniendo en cuenta que el servicio de resonancia magnética está sumamente saturado en nuestro hospital, se piensa que al mes, se tendrá la posibilidad de realizar únicamente de 4-5 resonancias de rodilla, con un total de 24-30 estudios en el periodo de tiempo ya establecido.

CRITERIOS DE INCLUSION

1. Personas previamente sanos, de cualquier género que se encuentren entre los 40 y 50 años de edad
2. Que sean derechohabientes o trabajadores activos del Hospital central sur de alta especialidad PEMEX, Picacho

3. Que no tengan ninguna contraindicación para la realización de la resonancia magnética, ya sea relativa o absoluta
4. Que acepten participar en el protocolo de estudio, previa lectura y firma del consentimiento informado

CRITERIOS DE EXCLUSION

1. Pacientes menores de 40 años y mayores de 50 años
2. Pacientes con diagnóstico previo de cualquier tipo de artritis
3. Pacientes que hayan sido operados de rodilla previamente, independientemente de la causa
4. Pacientes con limitaciones físicas del aparato locomotor o que requieran de algún aparato ortopédico para su deambulación
5. Pacientes que presenten una contraindicación relativa o absoluta para la realización de la resonancia magnética
6. Pacientes que no acepten participar en el protocolo de estudio

CRITERIOS DE ELIMINACION

1. Pacientes que no acudan a la cita para la posterior realización de la resonancia magnética
2. Pacientes que presenten un traumatismo o eventualidad que interfiera con la evaluación de la articulación de la rodilla, en el intervalo de tiempo entre la realización del USG y la resonancia magnética

3. Pacientes en los que por condiciones propias de los mismo, no se logre visualizar adecuadamente el espacio articular

METODO DE SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Los pacientes serán reclutados en la consulta externa del hospital, eligiéndolos al azar de acuerdo al rango de edad y con el consentimiento previo para participar en el protocolo de estudio.

Se invitara también a participar a trabajadores activos de esta unidad que se encuentren en el rango de edad.

VARIABLES

La variable cualitativa se define como la presencia o no de heterogeneidad en la morfología del cartílago hialino articular en la rodilla, así como la adecuada definición de la interfase entre el cartílago hialino y el hueso subcondral.

Las variables cuantitativas continuas seran las medidas obtenidas tras la medición del grosor del cartílago articular en la rodilla, ya sea por ultrasonido o por resonancia magnética

Como variables independientes se tendrá el peso y talla, clasificado por el cálculo del índice de masa corporal (IMC), la actividad física, clasificada a consideración del propio paciente como nula, leve o intensa, de acuerdo a su actividad diaria. El sexo y el antecedente de trauma previo referido por el paciente y que no haya dejado secuelas de dolor o limitación en la movilidad de la rodilla. El consumo de antioxidantes puede tomarse en cuenta también como una variable independiente.

Las variables dependientes serán entonces la presencia o no de cambios tempranos de osteoartrosis de acuerdo a la evaluación previa por USG y RMN del cartílago hialino en la articulación de la rodilla.

MATERIAL Y METODOS

1. Se reclutaran pacientes de la consulta externa o trabajadores activos del HCSAE PEMEX, Picacho, con previo interrogatorio sobre su disponibilidad para participar en el protocolo, que se encuentren en el rango de edad de 40-50 años y que NO refieran dolor o rigidez de rodilla o de alguna otra articulación, en ningún momento del día, es decir, que sean asintomáticos.
2. Se les dará una cita para acudir a la sala de ultrasonido con el fin de rastrear inicialmente la rodilla.
3. Previa firma del consentimiento informado (anexo) y llenado de hoja de datos personales, se realizara el rastreo de rodilla, este deberá hacerse de una manera previamente estandarizada para evitar sesgos referentes al sitio de medición del cartílago hialino de la articulación. Por lo anterior se describe la técnica de realización de la evaluación de la articulación.

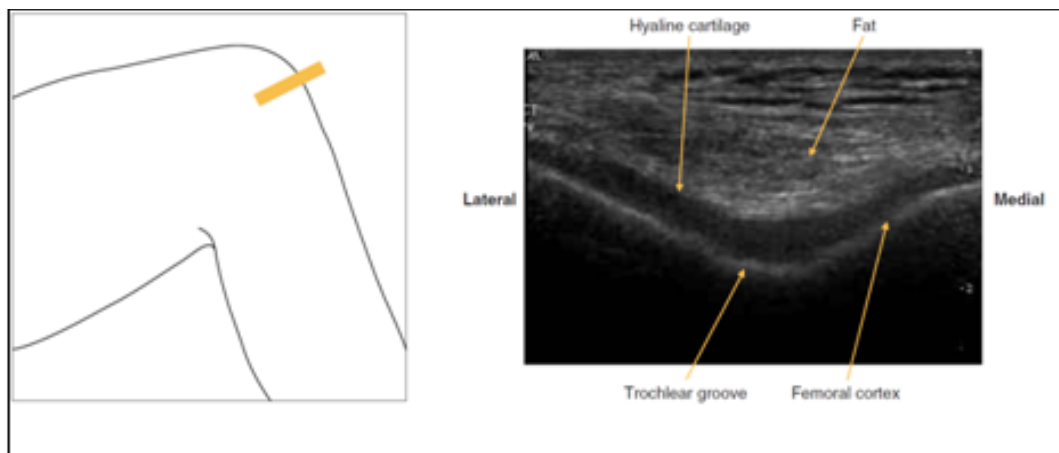
Técnica de rastreo y medición

Se utilizara un equipo de ultrasonido de la marca Toshiba Xario XP, con un transductor lineal PLT-1204AX (7.2-14 MHz)

En la rodilla se estudian las superficies de carga del cóndilo femoral que se corresponden en su tercio superior a la articulación femoropatelar y en la inferior a la femorotibial. Para ello se coloca al paciente en posición de decúbito supino y con flexión máxima de la rodilla a examinar ^(41,55)

El transductor debe ser colocado directamente por encima de la patela perpendicular al eje longitudinal de la extremidad, con esta en completa flexión, de esta manera es posible medir el grosor del cartílago en el receso medial, el lateral y el nido troclear ^(41,55).

El cartílago articular se verá en USG como una banda hipoeoica bien delimitada entre los márgenes óseos condrosinoviales y osteocondrales. ⁽¹⁴⁾ Una vez identificada la estructura a estudiar se realizara la medida del cartílago en tres puntos específicos. El primero deberá realizarse en el punto medio a nivel del cóndilo femoral lateral, el segundo punto justo en la escotadura formada por el espacio troclear y la última medida deberá hacerse en el punto medio a nivel del cóndilo medial, como se observa en la figura 1. Se considera un grosor normal del cartílago si este se encuentra entre 2-4mm.



Fuente: Mike Bradley, Paul O'Donnell. Atlas of musculoskeletal ultrasound anatomy. Cambridge 2002. P. 184

Así mismo se evaluarán las características del cartílago hialino, la adecuada interfase de las estructuras y su morfología y ecogenicidad, lo cual se hará en corte transversal y longitudinal. En caso de encontrar hallazgos agregados en ese corte se consignarán en el reporte.

4. Las medidas y hallazgos se vaciarán en la tabla de análisis anexa
5. Posteriormente se dará una cita para la realización de la resonancia magnética
6. Previa lectura y firma del consentimiento informado se realizará la resonancia magnética de la misma rodilla que previamente fue rastreada, con un resonador GE de 1.5 Tesla y antena para extremidades. Las imágenes serán obtenidas en cortes axial, sagital y coronal, con secuencias en T2, eco de gradiente y saturación grasa, que son las más sensibles para evaluar patología temprana de rodilla ⁽¹⁶⁾
7. Se medirá el grosor del cartílago hialino en los cortes axiales en los mismos tres puntos medido por ultrasonido, el cóndilo medial, el lateral y el receso troclear, así como la evaluación de la homogeneidad de la intensidad del cartílago y su interfase con el hueso subcondral. Los hallazgos adicionales se consignarán también en el reporte.
8. Los datos obtenidos se vaciarán en la tabla de análisis
9. Ambos estudios serán realizados por el mismo médico radiólogo (tesista) y serán evaluados por el tesista y el médico adscrito de cada servicio que supervisará los resultados.

PROCESAMIENTO Y VACIAMIENTO DE LA INFORMACION

1. Los resultados vaciados en la tabla de análisis serán comparados para su posterior análisis y cálculo de sensibilidad y especificidad, así como valores predictivos positivos y negativos del ultrasonido comparado con la resonancia magnética.
2. Con respecto a las características morfológicas del cartílago hialino se vaciaran los datos en otra tabla de estadificación según la clasificación de Disler ⁽⁵⁴⁾
3. Las variables obtenidas en cada caso serán graficadas para su estudio
4. Se hará un vaciamiento de la información obtenida en una base de datos, la cual se analizará con el paquete estadístico SPSS v.15.0

RECURSOS Y LOGISTICA

Ultrasonido marca Toshiba Xario XG con transductor lineal PLT-1204AX (7.2/14Mhz)

Resonancia magnética Nuclear de General Electric de 1.5 Tesla con antena de rodilla en secuencias T2, Eco de gradiente y Fat Sat en cortes axial, sagital y coronal para evaluar patología condral en compartimiento femorotibial y patelofemoral, con el fin de realizar la medición del grosor del cartílago hialino y la evaluación de su morfología e intensidad.

Se utilizara una hoja de recolección de datos en donde se documentara el grosor del cartílago hialino obtenido en tres sitios diferentes, el cóndilo medial, el cóndilo lateral y el receso troclear por cada uno de los métodos de estudio utilizados, el USG y la RMN, otro apartado mide las características de la interfase del cartílago y la presencia de heterogenicidad o no, ya sea ecográfica o de intensidad.

Programa para análisis estadístico SPSS v. 15.0

Se usaron las formulas ya establecidas para el cálculo de la sensibilidad y especificidad que se muestran a continuación:

$$\text{Sensibilidad} = \frac{VP}{VP + FN}$$

$$\text{Especificidad} = \frac{VN}{VN + FP}$$

Así también se calculó valor predictivo positivo y negativo de la siguiente manera:

$$\text{Valor predictivo positivo} \quad VPP = \frac{VP}{VP + FP}$$

$$\text{Valor predictivo negativo} \quad VPN = \frac{VN}{FN + VN}$$

FORMATO DE VACIAMIENTO DE DATOS

DATOS DEL PACIENTE

FECHA	
EDAD	
IMC	
ACTIVIDAD FISICA	
RODILLA	
USO DE MEDICAMENTOS	

EVALUACION DEL CARTILAGO HIALINO EN LA ARTICULACION DE LA RODILLA

GROSOR	C. MEDIAL	C. LATERAL	R. TROCLEAR	ADECUADA INTERFASE	HETEROG Eneo
USG					
RMN					

EN CASO DE HALLAZGOS

GRADO	1	2	3	4	5	6
USG						
RMN						

TABLA DE ANALISIS DEL GROSOR CARTILAGINOSO ARTICULAR

Grosor de cartílago hialino por USG cóndilo medial	Grosor de cartílago hialino por RMN cóndilo medial	Grosor de cartílago hialino por USG cóndilo lateral	Grosor de cartílago hialino por RMN cóndilo lateral	Grosor de cartílago hialino por USG receso troclear	Grosor de cartílago hialino por RMN receso troclear	Adecuada interfase por USG	Adecuada interfase por RMN	Heterogéneo por ecográfica	Heterogéneo en intensidad

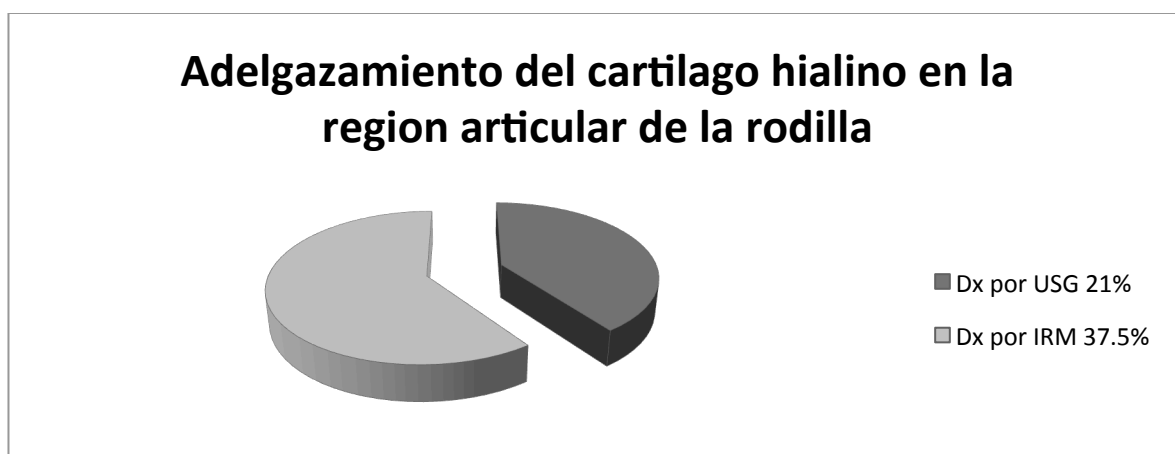
TABLA DE ANALISIS DE GRADO DE OSTEOARTROSIS POR USG SEGUN DISLER

GRADO 0	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	GRADO 4

RESULTADOS

Se estudiaron de manera comparativa con USG y IRM de rodilla a 19 pacientes derechohabientes y trabajadores del hospital central sur de alta especialidad de PEMEX, en un periodo comprendido de Septiembre del 2012 a Mayo del 2013. Once fueron mujeres y 8 hombres (57% mujeres y 42% hombres), todos asintomáticos. Ningún paciente fue excluido del estudio. La edad promedio fue de 44.7 años (40-50 años). De los 19 pacientes se encontró que el ultrasonido detectó 4 casos con adelgazamiento del cartílago hialino (21%) en cualquiera de los 3 compartimentos de la articulación, mientras que la resonancia magnética detectó 6 casos (31%). (Gráfica 1)

Con respecto a los cambios en la morfología del cartílago articular de la rodilla, el USG reportó heterogenicidad en la ecoestructura del cartílago en 2 pacientes (10%), a diferencia de la resonancia magnética en la que se detectaron cambios en la intensidad de señal en 6 pacientes (31%) (Gráfica 2)



Grafica 1. De los 19 pacientes estudiados de manera comparativa en la región articular de la rodilla, 4 rodillas mostraron adelgazamiento por USG y 6 rodillas por RM

Cambios en la morfología cartilaginosa en la articulación de la rodilla



Grafica 2. Los cambios en la morfología del cartílago hialino de la rodilla fueron detectados en 2 de los 19 pacientes por USG y en 6 de los 19 pacientes por IRM

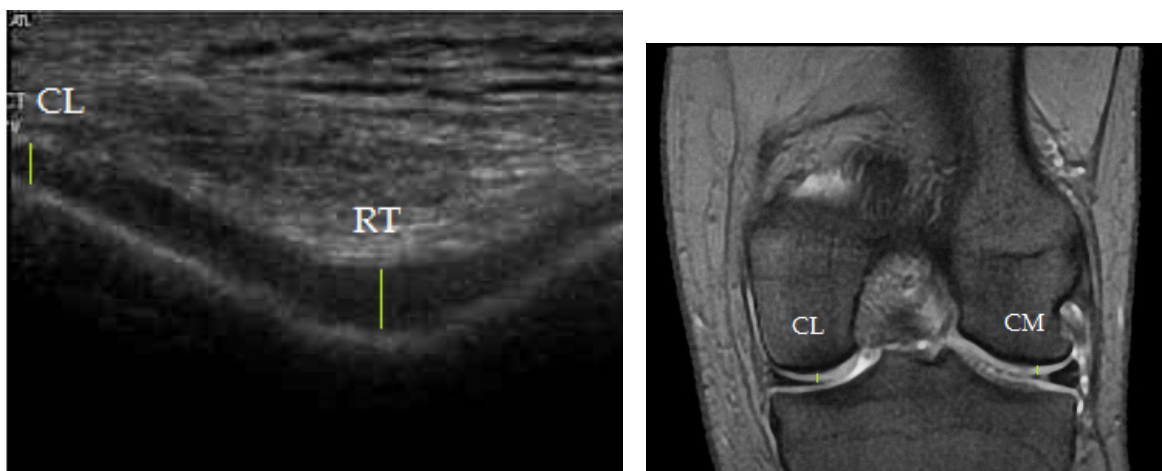
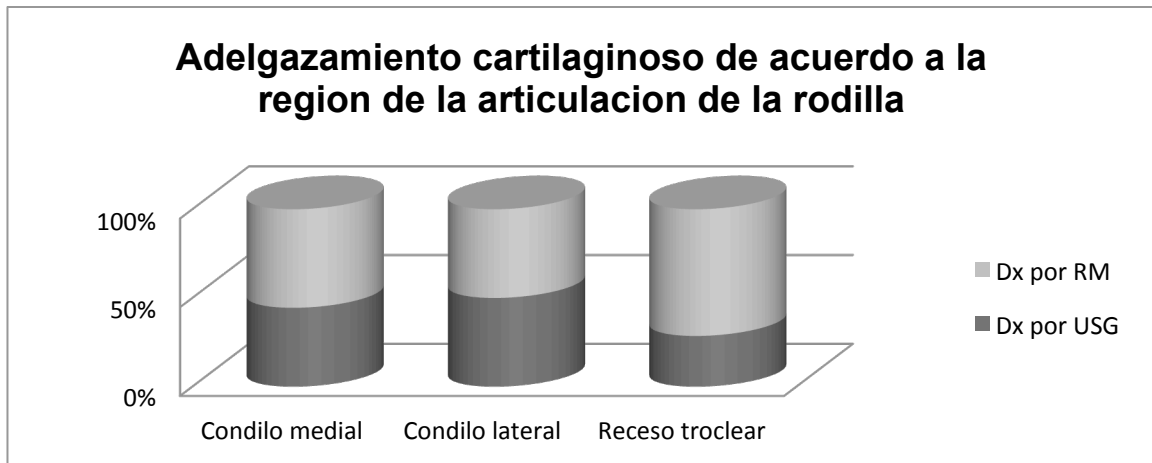


Figura 2. Medición comparativa del cartílago hialino en la articulación de la rodilla en un paciente de 42 años, asintomático. La imagen a la izquierda muestra un corte transversal de USG de la rodilla con abordaje anterior en la que se mide el grosor del cartílago a nivel del condilo lateral (CL), receso troclear (RT) y condilo medial (CM). La imagen de la derecha muestra una adquisición coronal en T2 eco de gradiente en la que se mide el grosor del cartílago hialino a nivel del condilo lateral (CL) y condilo medial (CM)

La región anatómica en la que se identificó con más frecuencia el adelgazamiento condral fue el condilo medial, observándose adelgazamiento por ultrasonido en 4 pacientes (21%) y por resonancia magnética en 5 pacientes (26.3%). El grosor medido a nivel del condilo lateral no mostro diferencia en ambos estudios, siendo detectada en 3 pacientes por

ambos métodos (15%). En el receso troclear se observó adelgazamiento del cartílago por USG en 2 pacientes (10.5%), mientras que por resonancia se diagnosticó en 5 pacientes (26.3%). (Gráfica 3)



Grafica 3. La evaluación del grosor del cartílago hialino es más eficaz a nivel del cóndilo medial que en el cóndilo lateral o el receso troclear por ambos métodos diagnósticos.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el ultrasonido mostro una sensibilidad del 75%, y una especificidad del 100%, comparado con la RM que es del 81% y 97% respectivamente (47, 48)).

Con respecto a la detección de los cambios morfológicos el USG mostro una sensibilidad del 60% y una especificidad del 100%.

Se calculó además la sensibilidad y especificidad del USG para la detección de los cambios en el grosor del cartílago hialino en cada una de las regiones mencionadas, comparándolo con los resultados obtenidos por RM, esto con el fin de determinar el sitio más confiable para la medición del grosor cartilaginoso. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

REGION ARTICULAR	SENSIBILIDAD	ESPECIFICIDAD
CONDILO MEDIAL	83%	100%
CONDILO LATERAL	100%	100%
RECESO TROCLEAR	62%	100%

Tabla 9. Sensibilidad y especificidad de cada compartimento articular de la rodilla por USG

El valor predictivo positivo del USG comparado con la resonancia magnética fue del 100% y el valor predictivo negativo fue del 86%.

Las variables independientes estudiadas mostraron que el peso se encuentra en franca relación con la presencia del adelgazamiento articular, los individuos con índice de masa corporal normal, es decir menor a 25, no mostraron cambios en el grosor ni en la morfología del cartílago en ninguno de los dos métodos diagnósticos (6 pacientes, 5 mujeres y 1 hombre). Los pacientes con sobrepeso, es decir un índice de masa corporal mayor a 25 pero menor a 30 mostraron adelgazamiento cartilaginoso en 2 de los 8 individuos (25%). De los 5 pacientes con obesidad (>de 30 IMC) el 60% presento adelgazamiento condral.

Los cambios morfológicos cartilaginosos también se vieron directamente en relación con el sobrepeso y la obesidad; mientras que en los individuos con un IMC dentro de límites normales no se observaron cambios en la ecogenicidad ni en la intensidad de señal del cartílago, en los pacientes con sobrepeso se observó heterogeneidad de sus características cualitativas en un 37.5%, y en los pacientes con obesidad en un 60%.(Gráfico 4)

RELACION DEL PESO CON EL GROSOR Y LA MORFOLOGIA DEL CARTILAGO HIALINO EN LA RODILLA

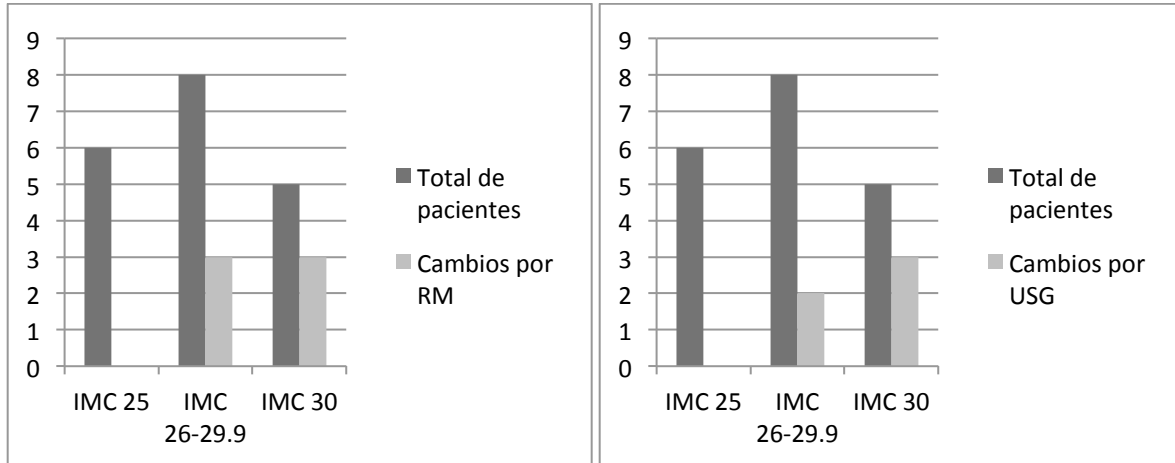


Gráfico 4. Los pacientes con IMC dentro de límites normales no mostraron cambios en el grosor ni en la morfología cartilaginosa de la rodilla, no así los pacientes con sobrepeso y obesidad, en los que si se observó una disminución del grosor cartilaginoso y cambios morfológicos, mas marcados en pacientes con IMC mayor a 30;

La relación del género no mostro diferencias significativas, presentándose adelgazamiento del cartílago de igual manera entre ambos sexos. De las 11 mujeres estudiadas solo un caso de los 3 se detectó por ambos métodos ($p > 0.05$). De los 8 pacientes masculinos en 3 casos se detectó adelgazamiento por USG y RM ($p > 0.05$).

Relacion hombre/mujer y los cambios cartilagosos en la articulación de la rodilla

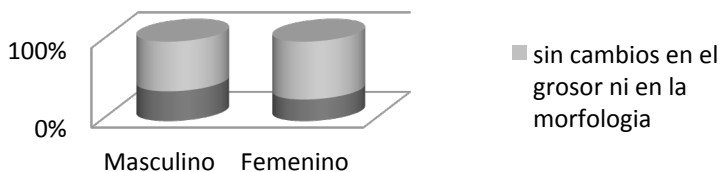


Gráfico 5. El género no muestra relación con la disminución en el grosor del cartilago hialino de la rodilla.

DISCUSION

La osteoartrosis es considerada un problema severo y de alta incidencia en la población mexicana mayor de 50 años, que ocasiona altas tasas de incapacidad y genera altos costos en su tratamiento, tanto por parte del paciente como por los centros de salud y centros hospitalarios. Esta es la principal razón por la que un diagnóstico temprano podría disminuir la morbilidad, teniendo a su vez un alto impacto en la disminución de los gastos que esta genera.

El grosor y la morfología del cartílago hialino son las principales características para determinar la presencia o no de la osteoartrosis en etapas tempranas. Se sabe que la Resonancia magnética generalmente será el estudio de elección en la evaluación de estos cambios, sin embargo el ultrasonido es un método diagnóstico accesible y de menor costo que es capaz de diagnosticar estos cambios tempranos generados por la osteoartrosis en paciente jóvenes, rastreando una de las articulaciones más accesibles por este método, la rodilla.

En la actualidad no existen estudios que se enfoquen en la evaluación de la sensibilidad y especificidad del USG para la evaluación de la degeneración del cartílago hialino. Los estudios previos miden la capacidad del USG para evaluar en forma global a dicha articulación, como lo reporta D R Jeffrey et al, dando una sensibilidad del 88% y una especificidad del 83%, enfocándose principalmente en las lesiones meniscales. Otros estudios como el de G. Peat et al⁽⁴⁴⁾ evalúan rodillas de pacientes que ya son asintomáticos y que se encuentran en un rango de edad que predispone a presentar cambios en la

articulación, convirtiendo el estudio en una herramienta complementaria al diagnóstico clínico y no en una herramienta diagnóstica preventiva.

Los estudios enfocados en la evaluación del cartílago hialino de la rodilla para un diagnóstico temprano de la osteoartrosis por ultrasonido han sido realizados únicamente in vitro ⁽⁵⁴⁾. No hay suficientes estudios que demuestren la utilidad del diagnóstico en el grosor articular para determinar la presencia de osteoartritis temprana. El diagnóstico temprano puede modificar la progresión de la enfermedad y evitar llegar a tratamientos invasivos.

En el año 2000, David G. Disler evaluó los cambios macroscópicos del cartílago hialino en especímenes porcinos, obteniendo una sensibilidad del USG del 93% y una especificidad del 94%, y concluyendo que el USG es una herramienta confiable para el diagnóstico temprano de la osteoartrosis, aunque con varias limitantes, entre las cuales refiere que es operador dependiente ⁽⁵⁴⁾.

Hai-jun Niu también se enfocó en el estudio de los cambios tempranos del cartílago realizando una evaluación ultrasonográfica en conejos, corroborando su eficacia en la detección de cambios morfológicos a este nivel ⁽³⁶⁾.

También se han estudiado estos cambios en cartílagos bovinos. Sugiriendo que el ultrasonido es un método para la detección cuantitativa de los cambios tempranos en el cartílago articular de los pacientes osteoartróticos. Saarakkala S. produjo una degradación enzimática o mecánica del cartílago artificial, para posteriormente, por ultrasonido revelar si los cambios superficiales del cartílago eran vistos o no, concluyendo que el ultrasonido puede ser útil en la detección de la pérdida de colágeno, lo que aumenta la rugosidad o

heterogenicidad de la superficie del cartílago articular, dichos cambios típicos en la osteoartrosis temprana. ⁽⁵⁷⁾

Existen también estudios en los que se evalúan cartílagos de rodilla en cadáveres ^(14, 49, 53,65) en los que los resultados han sido similares.

Con base en la bibliografía revisada no se encontraron estudios que comparen la utilidad del ultrasonido con la resonancia magnética para el diagnóstico temprano de la osteoartrosis, de ahí la importancia de este estudio piloto en el que se define la sensibilidad y especificidad, valores predictivos positivo y negativo del ultrasonido en comparación con el Gold estándar para la detección temprana de cambios condrales en rodilla, y así poderse utilizar como método de tamizaje para la osteoartrosis.

A diferencia de los estudios previos nuestro trabajo reporta resultados in vivo, mostrando una sensibilidad menor y una mayor especificidad, esto debido probablemente al tamaño de la muestra. Se trata de un estudio piloto al que se le deberá dar seguimiento, agregando pacientes a la muestra para obtener resultados de mayor contundencia.

Es importante señalar que la especificidad encontrada fue del 100% secundario a la ausencia de falsos positivos reportados por el ultrasonido.

Se observó que el ultrasonido es más confiable en evaluar variables cuantitativas, detectando un mayor número de pacientes con adelgazamiento articular y reportando únicamente 2 falsos negativos. La evaluación de las características morfológicas mostro mayor dificultad, reportando 4 falsos negativos.

Como ya lo reportaron previamente otros autores como Hai-jun Niu y Jonathan K. Kazam^(36, 47, 54,55) es importante tener en cuenta las limitantes de este estudio, principalmente el hecho de ser un método diagnóstico operador/dependiente, influyendo la experiencia del observador. Es por esto que es importante en un inicio la evaluación por al menos de dos observadores y la correlación de los mismos. De acuerdo a lo anterior los resultados fueron evaluados por dos médicos radiólogos concordando en los resultados.

Naredo planteo este mismo problema al evaluar el grosor del cartílago hialino en cadáveres, concluyendo finalmente que es posible reproducir los resultados obtenidos en la medición del grosor del cartílago por varios examinadores independientes, además de encontrar una adecuada efectividad en la medida del cartílago articular en pacientes sanos o con una moderada afectación del cartílago articular, así como la extensión y profundidad de las lesiones en los modelos cadavéricos.⁽⁶⁴⁾

Con respecto a las variables independientes se encontró que el IMC está directamente relacionado con el adelgazamiento cartilaginoso. Nuestros resultados son similares a los observados por Deryk y Sandip, el primero reporto cambios principalmente en la morfología observándose una estructura heterogénea secundaria a la presencia de micro fracturas cartilaginosas secundarias al aumento en la carga soportada por la articulación.⁽²⁷⁾ Sandip refirió un adelgazamiento en el grosor del cartílago presente más frecuentemente en pacientes con obesidad, señalando esta condición como un factor de riesgo para el desarrollo de la osteoartritis de manera prematura. Nuestro estudio mostro una mayor incidencia en el adelgazamiento articular entre pacientes con índice de masa corporal mayor a 30, al igual que como lo demostraron Deryk y Mithoefer en estudios previos⁽²⁷⁾. Los cambios morfológicos encontrados fueron menos contundentes pero presentes de igual manera en pacientes

obesos. Los pacientes con un IMC dentro de límites normales no mostraron cambios patológicos en el cartílago articular, lo que concuerda con lo reportado con Felson, que habla sobre la disminución en el peso y la menor incidencia en la sintomatología temprana de la osteoartritis. ⁽²²⁾

El sitio en el que se detectó con mayor frecuencia adelgazamiento condral fue en el cóndilo medial, lo que concuerda con los estudios previos de Yoon Ch refiriendo que la medición del cartílago en posición longitudinal es mucho más efectiva que la realizada en posición transversal según el comparativo realizado con las imágenes de resonancia, siendo más confiable a nivel del cóndilo medial. Esto está en relación a que esta región anatómica es mucho más accesible para la medición del grosor del cartílago articular, por lo tanto es más confiable en el diagnóstico, reportando además una adecuada correlación entre las medidas tomadas por USG y las medidas adquiridas por RM. ⁽⁷⁰⁾

A pesar de lo anteriormente referido, cabe destacar que la sensibilidad y la especificidad del 100% se observó a nivel del compartimento central, es decir en el receso troclear.

Es importante destacar también que el desgaste del cartílago articular del compartimento medial es superior por la mayor carga que soporta. La rodilla es sometida a cargas de peso asimétricas en cada compartimento, siendo la mayor en la región medial, lo que explica el adelgazamiento prematuro de esta zona. ⁽²⁷⁾

Las hipótesis alternas mostraron que la sensibilidad del USG es menor comparada con el Gold Estándar en la evaluación del cartílago hialino, no así la especificidad que se reportó de un 100% en la evaluación del grosor condral y de los cambios morfológicos.

Creemos que la incapacidad para detectar las diferencias en las mediciones del cartílago por USG en nuestro estudio pueden ser también secundarias a estadios sumamente tempranos de la enfermedad. Ninguno de nuestros pacientes presento cambios degenerativos articulares relacionados con un estadio mayor de osteoartrosis, ninguna rodilla mostro engrosamiento condral o presencia de calcificaciones intraarticulares o osteofitos marginales.

CONCLUSION

El ultrasonido tiene una alta especificidad, de hasta el 100% en el diagnóstico de cambios tempranos de osteoartrosis en el cartílago hialino de la rodilla en pacientes asintomáticos comparado con la resonancia magnética.

Es bien sabido que el ultrasonido es un método diagnóstico no invasivo que se plantea como una opción para el diagnóstico temprano de patología de rodilla, principalmente en la evaluación del grosor y la morfología del cartílago hialino en la articulación. Este método puede ser usado también en los casos en los que la resonancia magnética esté contraindicada, ya sea por condiciones propias del paciente o características del equipo.

La importancia de la detección temprana de los cambios condrales en la rodilla radica en la prevención y en la erradicación de los factores de riesgo modificables, como son la obesidad y la actividad física intensa.

El diagnóstico temprano de la osteoartrosis puede favorecer un tratamiento profiláctico condroprotector que retrase los cambios articulares y por lo tanto la sintomatología.

Por lo anteriormente resultaría útil un seguimiento de este estudio piloto, con un incremento en el número de pacientes estudiados con el fin de evaluar nuevamente la sensibilidad del estudio y poder validarlo correctamente como un método de tamizaje, logrando que la sensibilidad se acerque a la reportada por resonancia magnética.

De acuerdo a la investigación hecha previamente, se corrobora que no hay suficientes estudios que demuestren la utilidad del USG en el diagnóstico del grosor articular para determinar la presencia de osteoartritis temprana, siendo que esta evaluación podría cambiar el tratamiento del paciente de uno invasivo a uno conservador.

El ultrasonido es un método de estudio, que no causará ningún impacto negativo en la salud del paciente, barato y muy accesible para poder realizar la evaluación del cartílago hialino y con esto determinar si el paciente presenta cambios tempranos de degeneración articular.

Como un hallazgo relevante, encontramos una relación directamente proporcional entre el adelgazamiento del cartílago hialino en la rodilla y un IMC mayor a 30, por lo que creemos que esta podría ser una línea más de investigación.

HOSPITAL CENTRAL SUR DE ALTA ESPECIALIDAD**CONSENTIMIENTO INFORMADO****ANEXO 1**

Nombre del paciente: _____ de _____ años de edad.

Con domicilio en: _____
_____ y N° de Ficha: _____Nombre del representante legal, familiar o allegado: _____
de _____ años de edad.Con domicilio en: _____
_____ y N° de Ficha: _____

En calidad de: _____

DECLAROQUE EL(A) DOCTOR(A): ELIZABETH VERDUZCO BAUTISTA

Me ha invitado a participar en el Protocolo de Investigación titulado:

ESTUDIO PILOTO PARA LA MEDICION DEL GROSOR DEL CARTILAGO
HALINO ARTICULAR DE LA RODILLA POR ULTRASONIDO COMO
METODO DIAGNOSTICO EN LA DETECCION TEMPRANA DE OSTEOARTROSIS
CON CORRELACION POR RESONANCIA MAGNETICA EN PACIENTES
ASINTOMATICOS DERECHOHABIENTES DEL HCSAE PEMEX

Todo acto médico diagnóstico o terapéutico, sea quirúrgico o no quirúrgico, lleva implícito una serie de complicaciones mayores o menores, a veces potencialmente serias, que incluyen cierto riesgo de mortalidad y que pueden requerir tratamientos complementarios, médicos o quirúrgicos, que aumenten su estancia hospitalaria. Dichas complicaciones unas veces son derivadas directamente de la propia técnica, pero otras dependerán del procedimiento, del estado previo del paciente y de los tratamientos que esté recibiendo o de las posibles anomalías anatómicas y/o de la utilización de los equipos médicos.

Entre las complicaciones que pueden surgir en EL ULTRASONIDO DE RODILLA
se encuentran:SE REALIZARA ESTUDIO PARA MEDIR EL GROSOR DEL CARTILAGO HALINO ARTICULAR DE LA RODILLA
CON EL EQUIPO DE ULTRASONIDO, DONDE SE LOCALIZARA EL CARTILAGO DE LA REGION
ARTICULAR CON EL FIN DE MEDIR SU GROSOR Y OBSERVAR SUS CARACTERISTICAS, Y EN CASO DE
EXISTIR ESTAS, TOMAR MEDIDAS PREVENTIVAS OPORTUNAMENTE.DICHA EVALUACION NO PROVOCA NINGUN TIPO DE RIESGO O DOLOR, NI REQUIERE LA APLICACION
DE NINGUN MEDICAMENTO. AL SER PARTE DE UN TRABAJO DE TESIS, LOS DATOS PERSONALES DE
LOS PACIENTES QUE ACEPTEN PARTICIPAR SE MANTENDRAN CONFIDENCIALES.

He comprendido las explicaciones que se me han facilitado en un lenguaje claro y sencillo, y el médico que me ha atendido me ha permitido realizar todas las observaciones y me ha aclarado todas las dudas que le he planteado.

También comprendo que, en cualquier momento y sin necesidad de dar ninguna explicación, puedo revocar el consentimiento que ahora presto.

Por ello, manifiesto que estoy satisfecho con la información recibida y que comprendo el alcance y los riesgos del tratamiento.
 Del mismo modo designo a _____
 para que exclusivamente reciba información sobre mi estado de salud, diagnóstico, tratamiento y/o pronóstico
 Y en tales condiciones

CONSIENTO

En que se me realice: ULTRASONIDO DE RODILLA
 Me reservo expresamente el derecho a revocar mi consentimiento en cualquier momento antes de que el procedimiento objeto de este documento sea una realidad.

En México, D.F., a los _____ del mes de _____ de 20_____.

DRA. MARIA VICTORIA ROMAN TELLEZ	
NOMBRE Y FIRMA DEL MEDICO TRATANTE	NOMBRE Y FIRMA DEL PACIENTE
DR. HERIBERTO HERNANDEZ FRAGA	ELIZABETH VERDUZCO BAUTISTA
NOMBRE Y FIRMA TESTIGO	NOMBRE Y FIRMA TESTIGO

Este apartado deberá llenarse en caso de que el paciente revoque el Consentimiento

Nombre del paciente: _____ de _____ años de edad.
 Con domicilio en: _____
 _____ y N° de Ficha: _____
 Nombre del representante legal, familiar o allegado: _____ de
 _____ años de edad.
 Con domicilio en: _____
 _____ y N° de Ficha: _____

En calidad de: _____

Revoco el consentimiento prestado en fecha _____ y no deseo proseguir el tratamiento, que doy con esta fecha por finalizado, eximiendo de toda responsabilidad médico-legal al médico tratante y a la Institución.

En México, D.F., a los _____ del mes de _____ de 20_____.

NOMBRE Y FIRMA DEL MEDICO TRATANTE	NOMBRE Y FIRMA DEL PACIENTE
NOMBRE Y FIRMA TESTIGO	NOMBRE Y FIRMA TESTIGO

HOSPITAL CENTRAL SUR DE ALTA ESPECIALIDAD**CONSENTIMIENTO INFORMADO****ANEXO 2**

Nombre del paciente: _____ de _____ años de edad.

Con domicilio en: _____
_____ y N° de Ficha: _____Nombre del representante legal, familiar o allegado: _____
de _____ años de edad.Con domicilio en: _____
_____ y N° de Ficha: _____

En calidad de: _____

DECLAROQUE EL(A) DOCTOR(A): ELIZABETH VERDUZCO BAUTISTA

Me ha invitado a participar en el Protocolo de Investigación titulado:

ESTUDIO PILOTO PARA LA MEDICION DEL GROSOR DEL CARTILAGO
HALINO ARTICULAR DE LA RODILLA POR ULTRASONIDO COMO
METODO DIAGNOSTICO EN LA DETECCION TEMPRANA DE OSTEOARTROSIS
CON CORRELACION POR RESONANCIA MAGNETICA EN PACIENTES
ASINTOMATICOS DERECHOHABIENTES DEL HCSAE PEMEX

Todo acto médico diagnóstico o terapéutico, sea quirúrgico o no quirúrgico, lleva implícito una serie de complicaciones mayores o menores, a veces potencialmente serias, que incluyen cierto riesgo de mortalidad y que pueden requerir tratamientos complementarios, médicos o quirúrgicos, que aumenten su estancia hospitalaria. Dichas complicaciones unas veces son derivadas directamente de la propia técnica, pero otras dependerán del procedimiento, del estado previo del paciente y de los tratamientos que esté recibiendo o de las posibles anomalías anatómicas y/o de la utilización de los equipos médicos.

Entre las complicaciones que pueden surgir en LA RESONANCIA MAGNETICA DE RODILLA se encuentran:SE REALIZARA ESTUDIO PARA MEDIR EL GROSOR DEL CARTILAGO HALINO ARTICULAR DE LA RODILLA
CON EL EQUIPO DE RESONANCIA, DONDE SE LOCALIZARA EL CARTILAGO DE LA REGION
ARTICULAR CON EL FIN DE MEDIR SU GROSOR Y OBSERVAR SUS CARACTERISTICAS, Y EN CASO DE
EXISTIR ESTAS, TOMAR MEDIDAS PREVENTIVAS OPORTUNAMENTE.DICHA EVALUACION NO PROVOCA NINGUN TIPO DE RIESGO O DOLOR, NI REQUIERE LA APLICACION
DE NINGUN MEDICAMENTO. AL SER PARTE DE UN TRABAJO DE TESIS, LOS DATOS PERSONALES DE
LOS PACIENTES QUE ACEPTEN PARTICIPAR SE MANTENDRAN CONFIDENCIALES.

He comprendido las explicaciones que se me han facilitado en un lenguaje claro y sencillo, y el médico que me ha atendido me ha permitido realizar todas las observaciones y me ha aclarado todas las dudas que le he planteado.

También comprendo que, en cualquier momento y sin necesidad de dar ninguna explicación, puedo revocar el consentimiento que ahora presto.

Por ello, manifiesto que estoy satisfecho con la información recibida y que comprendo el alcance y los riesgos del tratamiento.
Del mismo modo designo a _____
para que exclusivamente reciba información sobre mi estado de salud, diagnóstico, tratamiento y/o pronóstico
Y en tales condiciones

CONSIENTO

En que se me realice: RESONANCIA MAGNETICA DE RODILLA
Me reservo expresamente el derecho a revocar mi consentimiento en cualquier momento antes de que el procedimiento objeto de este documento sea una realidad.

En México, D.F., a los _____ del mes de _____ de 20_____.

DRA. MARIA VICTORIA ROMAN TELLEZ
NOMBRE Y FIRMA DEL MEDICO TRATANTE

NOMBRE Y FIRMA DEL PACIENTE

DR. HERIBERTO HERNANDEZ FRAGA

ELIZABETH VERDUZCO BAUTISTA

NOMBRE Y FIRMA TESTIGO

NOMBRE Y FIRMA TESTIGO

Este apartado deberá llenarse en caso de que el paciente revoque el Consentimiento

Nombre del paciente: _____ de _____ años de edad.

Con domicilio en: _____

_____ y N° de Ficha: _____

Nombre del representante legal, familiar o allegado: _____ de _____ años de edad.

Con domicilio en: _____

_____ y N° de Ficha: _____

En calidad de: _____

Revoco el consentimiento prestado en fecha _____ y no deseo proseguir el tratamiento, que doy con esta fecha por finalizado, eximiendo de toda responsabilidad médico-legal al médico tratante y a la Institución.

En México, D.F., a los _____ del mes de _____ de 20_____.

NOMBRE Y FIRMA DEL MEDICO TRATANTE

NOMBRE Y FIRMA DEL PACIENTE

NOMBRE Y FIRMA TESTIGO

NOMBRE Y FIRMA TESTIGO

ANEXO 3

TABLA DE ANALISIS DE RESULTADOS DEL GROSOR CARTILAGINOSO

ARTICULAR

Grosor de cartilago hialino por USG c6ndilo medial	Grosor de cartilago hialino por RMN c6ndilo medial	Grosor de cartilago hialino por USG c6ndilo lateral	Grosor de cartilago hialino por RMN c6ndilo lateral	Grosor de cartilago hialino por USG receso troclear	Grosor de cartilago hialino por RMN receso troclear	Adecuada interfase por USG	Adecuada interfase por RMN	Heterog6neo por ecogr6fica	Heterog6neo en intensidad
3.2	3.3	3.3	3.3	3	3.1	SI	SI	NO	NO
3.2	3	3.2	3.1	3.3	3.2	SI	SI	NO	NO
2.8	3	3	3	2.9	3.1	SI	SI	NO	NO
1.2	1	1.2	0.9	1.3	1.1	SI	SI	SI	SI
1.8	1.5	1.7	1.3	2	1.5	SI	SI	NO	SI
1.8	1.7	2.3	2.3	2	1.8	SI	SI	NO	SI
2	1.8	2.3	1.6	2.5	1.8	NO	SI	SI	SI
3	3	3.3	3.1	3.1	3.1	SI	SI	NO	NO
2.9	3.2	3	3.1	3	3.1	SI	SI	NO	NO
3.2	2.8	3.3	2.5	3	2.8	SI	SI	NO	SI
2.5	2.3	2.7	2.5	2.3	2.1	SI	SI	NO	NO
1.5	1.9	1.8	2	1.6	1.8	SI	SI	NO	SI
2.3	2.1	2.1	1.8	2	2.1	NO	SI	NO	NO

2.5	2.5	2.5	2.6	2.9	2.8	SI	SI	NO	NO
3.5	3.3	3.4	3.3	3.2	3.1	SI	SI	NO	NO
3.6	3.6	3.5	3.6	3.6	3.5	SI	SI	NO	NO
3.5	3.3	3.5	3.2	3.6	3.5	SI	SI	NO	NO
3	3.1	3	2.9	3	3	SI	SI	NO	NO
2.3	2.3	2.5	2.3	2.6	2.5	SI	SI	NO	NO

BIBLIOGRAFIA

1. Musahi V, Lehner A, Watanabe Y, Fu FH. Biology and biomechanics. *Curr Opin Rheumatol* 2002; 14(2):127-33.
2. Williams GN, Chmielewski T, Rudolph KS, Buchanan TS, Snyder-Mackles L. Dynamic knee stability: current theory and implications for clinicians and scientist. *J Orthop Sports Phys Ther* 2001; 31(10):546-66.
3. Latarjet M, Ruiz L. Anatomía humana. 3 ed. México, DF: Editorial Médica Panamericana, 1996;t 2:2001-16.
4. Prives, M. Lisenkov, N. Buskovich. Anatomía humana. 5 ed. Moscú: Mir,1989;t 3:53-9.
5. Hirokawa S. Biomechanics of the knee joint: A critical review. *Crit Rev Biomed Eng* 1993; 21: 79-135.
6. Messner K, Gao J. The menisci of the knee joint. Anatomical and functional characteristics, and a rationale for clinical treatment. *J Anat* 1998; 193: 161-178.
7. Kapandji,A.I. "Fisiología articular II: miembro inferior" Ed Panamericana.1ª ed.1997
8. Zhang L, Wang G. Dynamic and static control of the human knee joint in abduction-adduction. *J Biomechac* 2001; 34 1107-15.
9. Wou SL, Debski RE, Withrow JD, Jaushek MA. Biomechanics of knee ligaments. *Am J Sports Med* 1999; 27:533-43
10. Díez MA, Couceiro J. Problemas mecánicos de la rodilla. *Fisioterapia* 1998;90(20):9024-30
11. Pedrosa. Diagnóstico por imagen. Tratado de radiología clínica. Segunda edición. McGraw-Hill Interamericana. España 2007 Pp655-790

12. John O'Neill. Musculoskeletal ultrasound. Anatomy and technique. Springer United States 2008. Pages 206-207
13. D R Jeffrey, Review article Imaging hyaline cartilage The British Journal of Radiology 76 (2003), 777–787
14. Maritza Quintero, Jordi Monfort, Dragoslav R. Mitrovic. Osteoartrosis: Biología, fisiopatología, clínica y tratamiento. Editorial medica panamericana. España 2010 pp 281-283, 289-296
15. Donald Resnick. Diagnosis of Bone and Joint Disorders. 4ta edición. Marban. 2002
16. Michel D. Crema, MD et al. Articular Cartilage in the Knee: Current MR Imaging Techniques and Applications in Clinical Practice and Research. Radiographics 2011; 31:37–62
17. Buford WL, Ivey FM, Nakamura T, Patterson RM, Peare GL, Nguyen DK. Internal/external rotation moment arms for the normal knee and the ACL-deficient knee. Knee 2001; 8:293-303.
18. Kerrigan DC, Abdulhadi HM, Ribaud TA, Della Croce U. Biomechanic effects of a contralateral shoe-lift on walking with an immobilized knee. Arch Phys Med Rehabil 1997; 78(10):1085-91.
19. Redfern MS, Cham R, Gielo-Perczak K, Gronqvist R, Hirvonen M, Lanshammar H et al. Biomechanics of slips. Ergonomics 2001; 44(13):1138-66.
20. Nordin M, Frankel VH. Basic biomechanics of the musculoskeletal system. J Biomech 2002;35(6):872.
21. Oliveria SA, Felson DT, Reed JL et al. Incidence of symptomatic hand, hip and knee osteoarthritis among patients in a health maintenance organization. Arthritis Rheum 1995; 38:1134-1141

22. Eugenio de Pavia Mota. Manejo de la osteoartrosis en medicina familiar y ortopedia. Archivos de medicina familiar . An international journal. Vol. 7 No. 003 Septiembre 2005. Mexico. Pp93-98
23. MMWR (Morbidity and Mortality Weekly Report) "Prevalence of Doctor-Diagnosed Arthritis and Arthritis-Attributable Effects Among Hispanic Adults, by Hispanic Subgroup United States, 2002, 2003, 2006, and 2009,2011 CDC (Centers for Disease Control and Prevention). http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm6006a2.htm?s_cid=mm6006a2_e&source=govdelivery .
24. Guía de práctica clínica del gobierno federal. Diagnóstico y tratamiento de la osteoartrosis de rodilla. Evidencias y recomendaciones. Número de registro IMSS=079=08
25. Spector TD, Cicuttini F, Baker J et al. Genetic influences in osteoarthritis in women: a twin study. Br Med J 1996; 312:940-944.
26. Felson DT; Zhang Y; Anthony JM; Naimark A; Anderson JJ. Weight loss reduces the risk for symptomatic knee osteoarthritis in women. The Framingham Study. Ann Intern Med 1992; 116:535-9.
27. Deryk G. Jones, MD articular Cartilage Degeneration: Etiologic Association With Obesity The Ochsner Journal 9:137–139, 2009
28. A R Poole, M Kobayashi Type II collagen degradation and its regulation in articular cartilage in osteoarthritis Ann Rheum Dis 2002;61(Suppl II):II78–II81
29. Sandip Biswal. Risk Factors for Progressive Cartilage Loss in the Knee. A Longitudinal Magnetic Resonance Imaging Study in Forty-Three Patients. ARTHRITIS & RHEUMATISM. Vol. 46, No. 11, November 2002, pp. 2884–2892

30. James R.D. Murray. Musculoskeletal and trauma radiology. Cambridge university press. Cambridge 2008, Page 96
31. Sociedad española de cirugía ortopédica y traumatología. Manual de cirugía ortopédica y traumatología. Editorial medica Panamericana. 2da edición. 2010. Tomo 2. pp1293-1295
32. Kil-Ho Cho, MD. Normal and Acutely Torn Posterior Cruciate Ligament of the Knee at US Evaluation: Preliminary Experience. Radiology 2001; 219:375–380
33. Joseph S. Yu, MD. MR imaging of the injuries of the extensor mechanism of the knee. Radiographics. 1994; 14. 541-551
34. Eric E. Ward. Sonographic Detection of Baker's Cysts: Comparison with MR Imaging. AJR 2001;176:373–380
35. Elena V. Tchetina. Review Article Developmental Mechanisms in Articular Cartilage Degradation in Osteoarthritis. Arthritis. Volume 2011, Article ID 683970, pp.1-16
36. Hai-jun Niu. Ultrasonic reflection coefficient and surface roughness index of OA articular cartilage: relation to pathological assessment. BMC Musculoskeletal Disorders 2012, 13:34
37. M.DeMaesene. Normal and Abnormal Medial Meniscocapsular Structures: MR Imaging and sonography in Cadavers. AJR 1998;171:969
38. Brian Van Le, MD. Quadriceps Fat Pad Edema Sonographic Depiction and Sonographically Guided Steroid Injection. J Ultrasound Med 2009; 28:959–962
39. Jila Najafi, MD. The Value of Sonography With Micro Convex Probes in Diagnosing Meniscal Tears Compared With Arthroscopy. J Ultrasound Med 2006; 25:593–597
40. R. Ptasznik. The value of sonography in the diagnosis of traumatic rupture of the anterior cruciate ligament of the knee. AJR 1995; 164:1461-1463

41. Srikar Adhikari, MD. Utility of Bedside Sonography to Distinguish Soft Tissue Abnormalities From Joint Effusions in the Emergency Department J Ultrasound Med 2010; 29:519–526
42. Damarey B . Imaging of the nerves of the knee region. Eur J Radiol. 2011 May 17
43. Andre´ Kahan. Long-Term Effects of Chondroitins 4 and 6 Sulfate on Knee Osteoarthritis. ARTHRITIS & RHEUMATISM. Vol. 60, No. 2, February 2009, pp. 524–533
44. G Peat, R McCarney, P Croft. Knee pain and osteoarthritis in older adults: a review of community burden and current use of primary health care. Ann Rheum Dis 2001;60:91–97
45. Walter I. Calmbach, M.D., Evaluation of Patients Presenting with Knee Pain: Part I. History, Physical Examination, Radiographs, and Laboratory Tests. Am Fam Physician 2003; 8:907-12
46. Frank G. Shellock, PhD. MR Procedures: Biologic Effects, Safety, and Patient Care. Radiology 2004; 232:635–652
47. Curtis W. Hayes, MD. Evaluation of articular cartilage: Radiographics and cross-sectional imaging techniques. Radiographics 1992; 12:409-428
48. Antoine Moraux, MD. Inferiorly Displaced Flap Tear of the Medial Meniscus Sonographic Diagnosis. J Ultrasound Med 2008; 27:1795–1798
49. Nietosvaara Y. The femoral sulcus in children. An ultrasonographic study. J Bone Joint Surg Br 1994; 76: 807–809.
50. J. Hodler. Musculoskeletal diseases. Diagnostic imaging and interventional techniques. Ed. Springer. Zurich 2005. Pp. 29-36
51. Klauser AS. Clinical indications for musculoskeletal ultrasound: a Delphi-based consensus paper of the European Society of Musculoskeletal Radiology. Eur Radiol. 2012 May;22(5):1140-8

52. Reza Fazel, M.D. Exposure to Low-Dose Ionizing Radiation from Medical Imaging Procedures. N Engl J Med 2009; 361:849-857 August 27, 2009
53. Mike Bradley, Paul O'Donnell. Atlas of musculoskeletal ultrasound anatomy. Cambridge 2002. Page 184
54. David G. Disler, MD. Articular Cartilage Defects: In Vitro Evaluation of Accuracy and Interobserver Reliability for Detection and Grading with US. Radiology 2000; 215:846–851
55. Jonathan K. Kazam, MD, Sonographic Evaluation of Femoral Trochlear Cartilage in Patients With Knee Pain. J Ultrasound Med 2011; 30:797–802
56. Robert P. Barker. Normal Sonographic Anatomy of the Posterolateral Corner of the Knee. AJR January 2009; 192:73–79
57. Saarakkala S. ultrasound quantification of superficial degradation of articular cartilage. Ultrasound Med Biol. 2004 Jun; 30 (6): 783-92
58. Charles R Ratzlaff New developments in osteoarthritis. Prevention of injury-related knee osteoarthritis: opportunities for the primary and secondary prevention of knee osteoarthritis. Arthritis Research & Therapy 2010, 12:215
59. Enfermedades Reumáticas y Discapacidad Laboral
<http://www.imss.gob.mx/estadisticas/financieras/Documents/parievaluacion2009.pdf>.
60. Kenneth G Saag. Bisphosphonates for osteoarthritis prevention: “Holy Grail” or not?. Ann Rheum Dis 2008;67:1358-1359
61. Brenda W. J. H. Penninx, PhD. Physical Exercise and the Prevention of Disability in Activities of Daily Living in Older Persons With Osteoarthritis. Arch Intern Med. 2001;161(19):2309-2316
62. www.inegi.org.mx

63. Theodore T. Miller. Sonography of injury of the posterior cruciate ligament of the knee. *Skeletal Radiol* (2002) 31:149–154
64. E. Naredo. Ultrasound validity in the measurement of knee cartilage thickness. *Ann. Rheum Dis* 2009, 68: 1322-1327
65. Mathiesen O. ultrasonography and articular cartilage defects in the knee. An in vitro evaluation of the accuracy of cartilage thickness and defect size assessment. *Knee Surg Sports traumatol Arthrosc.* 2004 Sept 12(5):440-3
66. Francisco Radrigán A. Estudio de la Eficacia del Condroitín 4 y 6 Sulfato en los Síntomas de la Artrosis de Rodilla. *Reumatología* 2007; 23(1):33-41
67. Raynauld JP, Buckland WC, Ward R, Choquette D, Haraoui B. Safety and efficacy of long term intra-articular steroid injections in osteoarthritis of the knee: a randomized, double-blind, placebo controlled trial. *Arthr Rheum* 2003, 48(2):370-7.
68. Natterson JR, Esdaile JM. Vicosupplementation: therapeutic mechanism and clinical potential in osteoarthritis of the knee. *J Am Acad Orthop Surg* 2000;8(5):277-84.
69. W. Norman Scott. Insall y Scott. *Cirugía de la Rodilla*. 2 Vol. 4ªEd. Elsevier España. Tomo 1. Cap 18. Pp381
70. Yoon Ch. Validity of the sonographic longitudinal sagittal image for assessment of the cartilage thickness in the knee osteoarthritis. *Clin Rheumatol* 2008 Dec.; 27(12): 1507-16