

La inestabilidad rotuliana objetiva se presenta habitualmente en individuos jóvenes y activos. Suelen referir episodios repetidos de luxación rotuliana; o bien, un único episodio traumático de luxación documentado habitualmente seguidos de dolor rotuliano con inestabilidad subjetiva. Una correcta evaluación de la IRO debería centrar la atención en el diagnóstico, en la identificación de las causas, en el reconocimiento de las consecuencias y en la propuesta de un tratamiento adecuado.

Los pacientes que presentan un episodio de luxación rotuliana son en ocasiones difíciles de identificar, especialmente en las situaciones agudas. Una historia clínica habitualmente confusa, suele no ser suficiente para identificar una IRO. (Dejour y cols., 1994)

Las herramientas diagnósticas de que se disponen deberían identificar los factores que predisponen a las anomalías en el recorrido rotuliano y en definitiva, a la inestabilidad. Como ya se ha comentado anteriormente, estas son principalmente cuatro: la displasia de la tróclea, la rótula alta, la báscula rotuliana y la TA-GT. Su evaluación puede llevarse a cabo con la radiografía convencional, la TAC y en los últimos años con la RM. (Dejour y cols., 1990)

Muchos trabajos clásicos y algunos más recientes han utilizado la radiografía convencional para detectar los factores predisponentes. (Grelsamer y cols., 1992, 1993, 1994, 1998, 2000; Berg y cols., 1996; Muhle y cols. 1999; Davies y cols., 2000) Sin embargo, las limitaciones de la técnica radiográfica son muchas, incluyen: el uso de radiación, las dificultades para obtener proyecciones óptimas, las limitaciones de los cortes tomográficos convencionales y la imposibilidad de delinear las superficies condrales. Aunque la radiografía simple sigue siendo la exploración básica inicial de la IRO, la TAC y la RM se utilizan cada vez con más frecuencia.

La TAC ofrece excelentes cortes tomográficos de la articulación femoropatelar, permite delinear alteraciones en la geometría articular en extensión y en los primeros grados de flexión, con o sin contracción del

cuadríceps. (Delgado-Martins, 1979) La TAC es particularmente útil en la evaluación de la TA-GT. (Bernageau y cols., 1978). Recientemente, la TAC helicoidal ofrece imágenes de alta resolución con cortes finos contiguos de la articulación, permitiendo estudios dinámicos y reconstrucciones tridimensionales. Sin embargo, esta técnica tampoco está exenta de algunos inconvenientes (irradiación al paciente, falta de discriminación de las partes blandas).

En este trabajo se ha prestado especial atención en la evaluación con RM estática de los factores predisponentes de la IRO. La mayoría de los trabajos previos han analizado las consecuencias tras la luxación (estudios cualitativos). (Kirsch y cols., 1993; Quinn y cols., 1993) Otros han evaluado factores anatómicos predisponentes de la inestabilidad (cualitativos y cuantitativos). Kujala y cols. (1989) son los primeros en realizar estudios cuantitativos con RM. En los últimos años diversos autores han realizado estudios cinemáticos. (Shellock y cols., 1988, 1989, 1991, 1992; Brossmann y cols., 1993, 1994, 1995, 1996) Todos ellos, permiten evaluar el recorrido en los primeros grados de flexión donde los factores anatómicos son determinantes. (Kujala y cols., 1989; Koskinen y cols., 1993)

Se han estudiado retrospectivamente la RM de una serie muy extensa de 59 rodillas en pacientes con IRO y se han cuantificado múltiples parámetros. Se ha prestado especial atención en aquellos utilizados habitualmente por los cirujanos ortopédicos en la planificación quirúrgica. En este trabajo destaca en primer lugar, el gran tamaño y la homogeneidad de la serie que constituye el grupo IRO (59 rodillas); y en segundo lugar, el gran número de parámetros cuantificados.

Respecto al tamaño de la muestra, en la literatura revisada esta es una de las mayores series de IRO estudiadas con RM estática. Kujala y cols. (1989) son los primeros en realizar estudios comparativos con 10 casos y 10 controles; miden algunos parámetros en el corte axial y sagital. Koskinen (1993) mide múltiples parámetros en 13 casos de IRO. McNally (2000) también, pero lo hace en una serie al azar de 474 pacientes que refieren dolor femoropatelar con el objetivo de detectar alteraciones en la relación

femoropatelar. En su serie el 39% de los casos presentan subluxación o báscula rotuliana moderada y el 10% severa.

Pfarrmann (2000) recoge 16 casos de displasia troclear en una serie de 983 RM consecutivas realizadas en un año, pero sólo 5 son IRO. El objetivo de su trabajo es establecer criterios cualitativos y cuantitativos para el diagnóstico de la displasia troclear.

Neyret (2002) mide la altura rotuliana en 42 casos de pacientes que han sufrido al menos un episodio de luxación rotuliana documentada.

Carrillon (2002) estudia 30 rodillas (recogidas consecutivamente en un año y medio) que han sufrido al menos dos episodios de luxación rotuliana. El objetivo de su trabajo es evaluar la inclinación de la pendiente externa de la tróclea como test diagnóstico de inestabilidad rotuliana.

Elias y cols. (2002), realizan un estudio cualitativo y cuantitativo en una serie muy extensa de 82 rodillas (recogidas en 5 años) que han sufrido un primer episodio de luxación en las 8 semanas previas. El objetivo de su trabajo es analizar los hallazgos en el complejo ligamentario rotuliano interno. Esta serie no especifica el porcentaje de pacientes con luxación recidivante y se incluyen pacientes con fisis fértiles (rango 9-57 años).

En el presente estudio ambos grupos son comprobables en referencia a la edad y el sexo. Las diferencias halladas no son debidas a la variabilidad de la muestra; lo cual nos permite obtener diferencias estadísticamente significativas atribuibles a los diversos factores estudiados.

Los trabajos publicados previamente demuestran que las diferencias en la congruencia femoropatelar son más pronunciadas en extensión. La porción proximal de la tróclea es la zona crítica determinante de la congruencia femoropatelar y lógicamente de las alteraciones en el recorrido rotuliano. (Kujala y cols., 1989; Koskinen y cols., 1993) Por este motivo, para realizar este trabajo se ha decidido escoger la posición en extensión o ligera flexión (10°) de la rodilla.

Existen estudios que demuestran que la morfología ósea y cartilaginosa de la rótula y de la tróclea raramente coinciden. Por este motivo, en este trabajo se ha utilizado siempre las referencias anatómicas del cartílago articular (en la rótula, en la tróclea y en los cóndilos posteriores femorales). (Koskinen y cols., 1993; Stäubli y cols., 1999, 2002; Ward y cols., 2002) Es lógico pensar que estas referencias cartilaginosas representan las verdaderas relaciones femoropatelares. Para evaluarlas con precisión se recomienda que las medidas se realicen mediante RM, según referencias específicas tomadas en la rótula, tibia y fémur.

Hasta hace pocos años para las mediciones radiológicas se utilizaban reglas milimetradas obteniendo una buena correlación y concordancia de las medidas. (Miller y cols., 1996)

La mayoría de trabajos publicados recientemente por radiólogos realizan las mediciones con soporte informático. (Powers y cols., 1998; Carrillon y cols., 2000; Pfirrmann y cols., 2000; Neyret y cols., 2002; Ward y cols., 2002) Seguramente la aplicación de tecnología digital (sistemas de digitalización de imágenes o bien el software de los aparatos de RM) debería mejorar la precisión y la reproducibilidad entre observadores. De cualquier modo, su utilización no está ampliamente difundida ni aceptada en la práctica clínica diaria. (Grelsamer y cols., 1994)

En este caso, todas las medidas han sido realizadas manualmente y por un mismo observador. (Grelsamer y cols., 1994) Aunque, es lógico pensar que un trabajo diseñado prospectivamente y con mediciones realizadas con el soporte informático probablemente sería más preciso y adecuado. De todos modos, la aplicabilidad en la práctica clínica depende de la difusión y utilización de todos estos parámetros por los radiólogos y ortopedas.

En los diversos estudios revisados en la literatura se señalan dificultades metodológicas para realizar las medidas de los parámetros evaluados, pero no se dan resultados al respecto. (Pfirrmann y cols., 2000; Carrillon y cols., 2000) En este caso, en el corte sagital siempre ha sido posible realizar las

medidas; mientras que, en los cortes axiales se han perdido algunos datos al no encontrar el corte adecuado.

Esta pérdida de datos se debe al grosor del corte empleado (los casos del grupo control están hechos con cortes axiales cada 4-5 mm espaciados cada 1-2 mm; mientras que en el grupo IRO son cada 3-4 mm) y a la variabilidad morfológica de la tróclea en la zona proximal. Los trabajos iniciales utilizaban cortes axiales cada 5 mm y los últimos cada 3-4 mm. (Kujala y cols., 1989; Carrillon y cols., 2000; Pfirrmann y cols., 2000)

Al igual que otros autores, el principal inconveniente metodológico en el corte sagital es la elección del corte rotuliano. (Miller y cols., 1996; Neyret y cols., 2002) En los casos de IRO, cuando la rótula descansa muy lateralizada o subluxada, en el corte del intercóndilo la rótula puede ser muy pequeña o incluso inexistente. En estos casos, para medir la altura rotuliana, hay que escoger el corte parasagital en el cual se observa la rótula en toda su extensión.

Al igual que en otros trabajos, existen grandes dificultades para estandarizar el corte que representa el inicio de la tróclea femoral y para distinguir las distintas alturas o niveles de la misma. Carrillon y cols. (2000) y Elias y cols. (2002) utilizan el corte más proximal en el que se identifica cartílago troclear. Pfirrmann y cols. (2000) realizan medidas a 3 niveles (a 1, 2 y 3 cm de la interlínea femoropatelar); pero no los correlaciona con la morfología de la escotadura intercondílea.

Por este motivo, en el presente trabajo en un 12% de los casos del grupo IRO (6 rodillas) y en un 38% del grupo control (27 rodillas) no se ha podido determinar con exactitud el inicio de la tróclea. En las medidas realizadas en el arco románico se han perdido 3 casos (5%) del grupo IRO y 10 casos del grupo control (14%). En estos casos, se ha descartado la medida al no encontrar un corte morfológicamente parecido al arco románico.

Se han descartado los casos en los cuales el primer corte es metafisio-diafisario femoral y no se observa el inicio de la tróclea; o bien si el

siguiente corte visualiza la tróclea en el corte cercano al arco románico. Algunos autores preconizan que si se utiliza el corte mediotransverso rotuliano y su contrapartida femoral, seguramente se pueden tener dificultades para mediciones estáticas porque en la mayoría de los casos la rótula es alta. La referencia femoral que se encuentra en muchos casos es la diáfisis femoral y no la tróclea. (Koskinen y cols., 1993)

En este trabajo, se ha utilizado el primer corte de la tróclea en el que se aprecia el cartílago de la tróclea por completo y también otro corte en el arco románico. Probablemente con cortes más finos 1-2 mm y reconstrucciones multiplanares se conseguiría evitar todos estos inconvenientes. Sobre la base de estos resultados se deduce que es necesario protocolizar el estudio con RM de la IRO; tanto en la estandarización de la metodología como de los parámetros necesarios.

Como se ha comentado anteriormente, la displasia de la tróclea es el factor anatómico predisponente más importante. Tradicionalmente se evalúa en la radiografía convencional. (Dejour y cols., 1990) Los signos más relevantes en la proyección de perfil son el signo del cruce y el saliente de la tróclea. Clásicamente, Brattström (1964) había utilizado la proyección axial a 30° de flexión. Ambas proyecciones tienen dificultades para detectar la displasia porque la posición óptima de la rodilla es difícil; y fundamentalmente porque ignoran la superficie cartilaginosa de la tróclea. Por todo esto, se piensa que la radiografía simple no detecta displasias leves sobretodo en la porción proximal.

El saliente cartilaginoso, es un factor cuantitativo de la displasia de la tróclea. Dejour y Walch (1990) miden el saliente en la radiografía simple (proyección de perfil estricta). En 194 casos el saliente óseo del grupo control es de 0,1 mm; mientras que en 413 pacientes con IRO es de 3,1 mm. Dejour y Walch (1994) publican las medidas del saliente en un grupo control -0,8 mm +/- 2,9 mm; mientras que en el grupo IRO es de 3,2 +/- 2,4 mm. Del presente trabajo se deduce que conceptualmente, estos resultados obtenidos en radiografía simple, no se pueden extrapolar a la RM. Además en RM, se mide el saliente cartilaginoso en un punto o corte tomográfico de

la tróclea (en este caso concretamente en el intercóndilo); mientras que con la radiografía se evalúa el saliente óseo máximo global de toda la tróclea.

Los resultados del saliente obtenidos en esta serie (NR:4.1.3) muestran diferencias estadísticamente significativas, con diferencias entre grupos muy pequeñas (la media es de 4,8 mm en el grupo IRO y 4,2 mm en el grupo control). Usando el valor de corte >4 mm se obtiene una sensibilidad del 67,8% y una especificidad del 52,1%. Estos resultados son parecidos a los valores de corte (>3 mm) obtenidos en radiografía por Dejour y Walch (1994). En esta pequeña diferencia es posible que se refleje la inclusión del grosor del cartílago articular.

Sin embargo, existen diferencias con otros autores. Pfirrmann y cols. (2000) obtienen un saliente de 9,3 mm de media en 5 casos de IRO (rango 6,9-15,5 mm) y de 5 mm en el grupo control (rango 0-10,5 mm). Esta discrepancia en la medida del saliente en el grupo IRO puede ser debida a los diferentes criterios de inclusión. Mientras que nuestra serie está formada por 59 rodillas con IRO; la serie de Pfirrmann está compuesta principalmente por casos de displasia con sólo 5 casos de IRO. Es importante destacar la gran amplitud del rango de medidas en ambos grupos.

Staeubli y cols. (2002) realizan un estudio artro-RM y miden en el corte mediosagital (zona más profunda del surco intercondíleo) referencias óseas y cartilaginosas de la tróclea. Obtienen un saliente óseo de 1,6 mm y un saliente cartilaginoso de 3,7 mm en 30 pacientes control. Estos resultados del saliente cartilaginoso son muy parecidos a los 4,2 mm obtenidos en nuestro grupo control.

Con la RM se introduce el concepto de "saliente cartilaginoso" de la tróclea ya que hasta ahora con la radiografía simple se refería lógicamente al saliente óseo. (Staeubli y cols., 2002) El análisis de este concepto genera nuevos interrogantes: ¿Hasta qué punto el saliente cartilaginoso medido por RM se corresponde con la medida ya conocida en radiografía simple?, ¿Cuál es el corte más preciso para realizar la medida: el intercóndilo o bien la

zona de descanso en extensión de la rótula?, ¿Es suficiente con la medida del saliente en un corte determinado; o bien, se requieren varias medidas en diferentes puntos para caracterizar la totalidad de la tróclea?, ¿Cuál es la aplicabilidad práctica del saliente en un punto de la tróclea?.

Por otro lado, el signo del cruce descrito por Dejour está presente en un 96% de casos de IRO y en un 3% de la población control. Es un factor cualitativo de displasia (representa un punto con profundidad cero), es de valor diagnóstico y es objetivable en radiografía simple pero lógicamente no es aplicable en la RM. (Dejour y cols., 1990)

Otro modo de evaluar la displasia de la tróclea es midiendo la profundidad de la misma. Esto se ha realizado con la radiografía simple y la TAC; pero ambas ignoran las superficies cartilagosas y por lo tanto no indican la profundidad real. (Malghem y cols., 1989)

En este trabajo se mide la profundidad de la tróclea de un modo no descrito anteriormente en la literatura. Esta se calcula como la diferencia entre la longitud del cóndilo externo y la longitud en el surco de la tróclea (CE-G). La medida de la longitud de los cóndilos (interno y externo) en el plano axial no tiene diferencias significativas entre ambos grupos; estos resultados coinciden con los de Kujala y cols. (1989) y Pfirrmann y cols. (2000). (NR:4.1.17, 4.1.18, 4.1.21, 4.1.22)

Los resultados obtenidos demuestran que en el grupo IRO la tróclea femoral es más plana en la parte más alta o cima (NR:4.1.20) siendo de 3,3 mm y que en el arco románico (NR:4.1.24) es de 4,2 mm. En el grupo control las medidas son de 6,3 mm y de 6,4 mm respectivamente. El valor de corte obtenido (en la cima y en el arco románico) es de <5 mm. Destaca que en el grupo IRO el 77% de medidas en la cima y el 86% del arco románico están por debajo de 5 mm; mientras que en el grupo control el 32% y el 28% respectivamente.

Kujala y cols. (1989) miden la profundidad en RM como $CE+CI-(2 \times G)$ sobre referencias óseas en el corte axial mediotransverso rotuliano. En el grupo IRO obtiene una profundidad de 5 mm y en el grupo control de 12 mm.

En el trabajo de McNally y cols. (2000) miden la profundidad como la distancia entre la línea tangencial a los márgenes anteriores de los cóndilos femorales y la zona más profunda del surco troclear. La profundidad de la población normal es de 6,6 mm. La profundidad obtenida en los casos de inestabilidad es de 5,3 mm, 4,5 mm y 4 mm; si la subluxación es leve, moderada o severa respectivamente. Estos resultados son idénticos a los nuestros (6,6 mm en el grupo control y 3,2 mm en el grupo IRO; (NR:4.1.20) sin embargo, ellos obtienen sensibilidades bajas (24%).

Pfirschmann y cols. (2000) realizan un trabajo prospectivo y miden la profundidad como $(CE+CI)/2-G$; realizan medidas a 1, 2 y 3 cm de la interlínea femorotibial. Las medidas obtenidas en el grupo displasia son de 6,6 mm a 1 cm de la interlínea, 3,6 mm a 2 cm y -0,6 mm a 3 cm; mientras que en el grupo control son de 9 mm, 6,6 mm y 5,2 mm respectivamente. Aparentemente, la medida de la profundidad realizada a 2 cm de la interlínea coincide con los resultados obtenidos en nuestro trabajo en el arco románico (3,5 mm en el grupo IRO y 6,5 mm en el grupo control). Pero las medidas realizadas a 3 cm en los pacientes con displasia son ligeramente distintas a las nuestras en la cima (-0,6 mm en el trabajo de Pfirschmann y 3,3 mm en el nuestro). Estas diferencias se atribuyen a la probable comparación de medidas en diferentes alturas y a la heterogeneidad del grupo de displasias.

Pfirschmann obtiene una sensibilidad del 100% y una especificidad del 96% cuando la profundidad de la tróclea es ≤ 3 mm. Comparativamente, en nuestro trabajo con un valor de corte < 5 mm (no tan exigente como los 3 mm de Pfirschmann) obtenemos una sensibilidad (85,7%) y especificidad (71,7%) excelentes al analizar la profundidad en el arco románico. Es preciso destacar que este parámetro ($CE-G$ arco) es el segundo más sensible (85,7%) por detrás de la báscula rotuliana (92,7%).

La inclinación de la pendiente externa de la tróclea (NR:4.1.25, 4.1.26) es otra medida que permite analizar indirectamente la displasia de la tróclea. No se han encontrado descritos anteriormente en la literatura mediciones de este parámetro respecto a la superficie condral. En nuestra serie en el grupo IRO se obtiene una media de 9° en la cima y 12° en el arco románico; en el grupo control, la inclinación es similar en ambos niveles, 16° y 18° respectivamente. El valor umbral o de corte obtenido es de $<11^\circ$ al inicio y de $<14^\circ$ en el arco románico. Esto sugiere lógicamente que la faceta externa está horizontalizada en la displasia femoral en relación con la línea bicondílea posterior.

Los resultados obtenidos están en concordancia con Carrillon y cols. (2000), quienes publican un trabajo comparativo entre un grupo control de 30 pacientes y 30 casos con IRO documentada al menos por 2 episodios de luxación. Al igual que en este trabajo, ellos utilizan el primer corte en el que se observa el cartílago de la tróclea por completo. Usan imágenes potenciadas en T2 con supresión de la grasa y secciones de 4 mm de espesor. Pero difieren con él porque realizan la medida respecto el hueso subcondral de la tróclea externa y los cóndilos posteriores. En este caso las medidas se realizan utilizando un software adaptado obteniendo un valor de corte idéntico al nuestro de 11° .

Por otro lado, Elias y cols. (2002), al igual que Carrillon, realizan la medida respecto el hueso subcondral y utilizan el primer corte en el cual aparece cartílago de la tróclea. Obtienen una inclinación de la pendiente externa en el grupo IRO de 15° (en el 28% de los casos es $>11^\circ$) y de 23° en el grupo control ($>11^\circ$ en el 4% de los casos). A pesar de que los cortes son cada 3-4 mm siguen teniendo dificultades para consensuar el corte preciso donde realizar la medida. La media de la inclinación de la pendiente externa en el grupo IRO es de 15° , respecto los 6° de Carrillon y los 9° de nuestra serie. Los autores justifican estas diferencias por la dificultad para identificar el inicio de la tróclea. Como se ha comentado anteriormente, se debe tener presente que las referencias en el hueso subcondral, ignorando la superficie cartilaginosa, pueden ser la causa de estas diferencias.

El análisis de todos estos resultados reafirman que la insuficiencia de la tróclea es particularmente significativa en la parte proximal de la tróclea femoral en los pacientes con IRO (Kujala y cols., 1989).

Se describen en la literatura múltiples signos de displasia troclear. (Malghem y Maldague, 1989; Kujala y cols., 1989; Dejour y cols., 1994; Staeubli y cols., 1999) Destacan la prominencia o espolón en la parte superior de la tróclea visualizada en el corte sagital; un índice facetario inferior a 2:5 (medio-lateral) en el corte axial a 3 cm de la interlínea articular o bien el ángulo del surco muy abierto ($>135^{\circ}$ - 140°). (Pfirrmann y cols., 2000; Tavernier y Dejour, 2001) La gran cantidad de signos propuestos refleja la dificultad para detectar casos leves de displasia.

Por todo lo señalado, se considera que la displasia de la tróclea femoral en RM se puede evaluar en el corte sagital (saliente) y en el corte axial (profundidad e inclinación de la carilla externa). Se observa que a diferencia de la radiografía simple; el análisis de la tróclea en el corte axial de RM (conceptual y estadístico) es mejor que en el sagital. El análisis de la profundidad en el corte axial en el arco románico es un excelente indicador cuantitativo directo de la displasia de la tróclea. Los resultados del modelo de regresión logística múltiple indican que la profundidad <5 mm tiene una potente asociación con la IRO (odds ratio 7,7).

Como se ha comentado anteriormente, actualmente existe el inconveniente metodológico derivado del grosor de los cortes y que obliga a desestimar algunas medidas. Si éste es muy grande puede ser complicado determinar el verdadero inicio de la misma y por tanto, estandarizar un corte para que sea fácilmente identificable y por tanto reproducible. Por todo ello, para evitar estos problemas se deberían realizar exploraciones con cortes axiales cada 1,5-2 mm. Se considera que el análisis de un único corte, equivalente al arco románico debería ser suficiente para evaluar la displasia y facilitar su aplicabilidad en la práctica clínica.

La rótula alta es otro factor determinante en la IRO. El análisis de la altura rotuliana se realiza habitualmente con el índice de C-D y el de Insall-

Salvati. Trabajos previos demuestran que estos índices son fiables utilizados en RM. (Miller y cols., 1996; Neyret y cols., 2002; Elias y cols., 2002). Neyret y cols. (2002) comprueban la fiabilidad y excelente correlación del índice de C-D con RM. Para ello, comparan el índice de C-D en radiografía simple y en RM. Utilizan medidas realizadas sobre los cortes tomográficos por el software del aparato de RM. Miller y cols. (1996) realizan lo mismo para el índice de Insall-Salvati.

En este estudio (NR:4.1.10), el índice de C-D en el grupo control es de 1,07 y en el grupo IRO es de 1,16. Estos resultados son comparables a los obtenidos por Neyret y cols. (2002); quienes obtienen en el grupo control un índice de 1,03 y en el grupo IRO de 1,24 (en su trabajo, los resultados obtenidos con la radiografía en el grupo control 1,03 y en el grupo IRO 1,19 son similares).

Sin embargo, Neyret y cols. (2002) obtienen un mayor porcentaje de casos con rótula alta (si C-D es $>1,2$); en el 48% de casos del grupo IRO medidos con radiografía y en el 60% de los casos medidos con RM. En este trabajo un 29% de las rodillas del grupo IRO tienen la rótula alta; y sólo el 18% de las del grupo control. En el trabajo de Vainionpaa y cols. (1986) con radiografía simple un 23% de pacientes con inestabilidad tienen la rótula alta. Neyret y cols. (2002) concluyen que la RM es más sensible que la radiografía simple pero igual de específica.

Con un valor de corte del índice de C-D $>1,1$ se obtiene una sensibilidad del 69,5% y una especificidad del 60,6%. Estos resultados (NR:4.2.8) son similares a los obtenidos por Neyret y cols. (2002); quienes obtienen con un valor de corte $>1,2$ una sensibilidad del 60%. En el presente trabajo, la sensibilidad del índice de C-D es del 69,5%, ligeramente peor que la del índice de I-S (78%), pero significativamente mejor que la longitud del tendón rotuliano (53,5%). En el modelo de regresión logística aplicado, el índice de C-D es la que presenta una asociación más leve con la IRO (odds ratio 2,1).

Hay que destacar que no se ha encontrado publicado en la literatura revisada las medidas de la distancia de la superficie articular rotuliana al platillo tibial (NR:4.1.9); a pesar de que se hayan utilizado para calcular el índice de C-D. En el grupo IRO la distancia AT es de 36,9 mm y en el grupo control de 31,9 mm. Esto significa que en el grupo IRO la superficie articular rotuliana está 5 mm más arriba que en el grupo control. Se obtiene un valor umbral de >34 mm y está presente en el 81% de los casos del grupo IRO y en el 27% del grupo control.

El índice de Insall-Salvati es el más usado en EUA desde 1971 (Insall y cols., 1971; 1972). Es un índice sencillo y es independiente de la flexión de la rodilla. Las inconvenientes son que la tuberosidad no siempre está bien delimitada (por una técnica deficiente) o puede incluso desaparecer en casos de traumatismos o de cirugía previa y que tiene gran dependencia de la variabilidad morfológica rotuliana en el plano sagital. Por ejemplo, una rótula con la nariz larga (tipo cyrano) con su superficie articular muy alta puede tener un índice normal. Por este motivo, Grelsamer y cols. (1994) proponen el índice de I-S modificado para evitar las diferencias en la altura debida a la alteración de la morfología de la nariz rotuliana. Midiendo I-S con la RM evitamos alguno de los inconvenientes de la radiografía simple, ya que se delimita perfectamente la inserción del tendón.

En este trabajo (NR:4.1.12) el índice de I-S del grupo IRO es de 1,35 (42% de rótulas altas) y de 1,11 en el grupo control (11% de rótulas altas). Utilizando el valor de corte $>1,2$, la sensibilidad es del 78% y la especificidad del 67,6%. Estos resultados son muy parecidos a los encontrados en la literatura. Kujala y cols. (1989) obtienen un índice de I-S en la población normal de 1,15 y en el grupo IRO de 1,31. Koskinen y cols. (1993) obtienen un índice de I-S en la población normal de 1,17 y en el grupo IRO de 1,44. Miller y cols. (1996) demuestran en 46 rodillas normales la fiabilidad del índice de I-S en la RM; ya que compara las mediciones obtenidas en la radiografía simple y la RM. En su caso considera normales índices $<1,3$. No obtienen diferencias estadísticamente significativas (la media del índice de I-S es de 1,0 en radiografía y 1,1 en RM). McNally y cols. (2000) obtienen un índice de I-S en la población normal de 1,07; en los

pacientes con subluxación ligera de 1,17 y severa de 1,32. Elias y cols. (2002) obtienen un índice de I-S en el grupo de las luxaciones de 1,18 (con un 21% de rótulas altas); y en el grupo control de 1,09 (con un 12% de rótulas altas).

La medida de la longitud del tendón rotuliano se ha realizado en su cara posterior, del mismo modo que Miller (1996), McNally (2000) y Neyret (2002). En algunos casos éste presenta ligeras incurvaciones que dificultan la medida (Schweitzer y cols., 1993; Miller y cols., 1996). En este caso se traza la recta que une los dos puntos de referencia; o bien se divide el tendón en varios segmentos. La medida del tendón rotuliano realizada en el intercóndilo cuando existe una subluxación rotuliana extrema y la rótula descansa muy lateralizada puede no ser correcta. En estos casos se debe medir en un corte parasagital más lateral en el cual se observe la rótula en toda su extensión.

En este trabajo (NR:4.1.11) la longitud media del tendón rotuliano en el grupo IRO es de 52 mm y de 44 mm en el grupo control. Usando un valor de corte >50 mm se obtiene una sensibilidad del 53% y una especificidad del 84,5%. Estos resultados están en acorde con los obtenidos por otros autores. Reider y cols. (1981) miden la LTR en cadáveres de la población control siendo la media de 44 mm (rango 35-55). En el trabajo de Kujala y cols. (1989) la LTR en una serie de 13 pacientes con IRO es de 51 mm frente a 47 mm del grupo control. Koskinen y cols. (1993) miden la LTR en una serie de 13 rodillas con IRO; en este grupo la LTR es de 59 mm frente a 45 mm del grupo control. Neyret y cols. (2002) en 42 rodillas con IRO obtienen que la LTR es de 52 mm y en el grupo control es de 44 mm.

Neyret y cols. (2002) demuestran que la rótula alta es debida a una excesiva longitud del tendón rotuliano; quizás, debida a una contractura del aparato extensor a nivel cuadricepsal. La rótula alta no se debe a una inserción baja del tendón respecto la interlínea articular. Es decir, la distancia desde la inserción del tendón hasta el platillo tibial es similar en los casos de IRO como en los casos control (28 y 29 mm respectivamente). De todos modos, según sus resultados no se puede excluir la hipótesis de un

tendón rotuliano largo congénito. La implicación terapéutica es que el descenso de la TTA no restauraría la anatomía, y por tanto es necesario asociar una tenodesis del extremo distal del tendón rotuliano.

De cualquier modo, queda demostrado que en la IRO la LTR es mucho más larga (aproximadamente unos 8 mm). En este trabajo (NR:4.1.11) en un 53% de las rodillas del grupo IRO la LTR es >50 mm y solamente lo es en el 20% del grupo control. Neyret y cols. (2002) afirman que la LTR >50 mm es más específica (90%) y más sensible (67%) para despistar la inestabilidad rotuliana objetiva que un índice de C-D $>1,2$ (sensibilidad 60% y especificidad 80%). Estos resultados difieren ligeramente con los obtenidos en este estudio, y a pesar de que se obtiene una especificidad similar con la LTR (84,5%); la sensibilidad con el índice de C-D (69,5%) es mejor que con la LTR (53,5%). En el modelo de regresión logística múltiple, se demuestra que el índice de I-S es mejor que el de C-D ya que presenta una mayor asociación con la IRO (odds ratio 4,5 vs. 2,1).

Las medidas obtenidas en la longitud diagonal mayor rotuliana (NR:4.1.12) (39,1 mm grupo IRO y 40,3 mm grupo control) coinciden con la serie de Kujala (1989) que obtiene 40 mm y 41 mm respectivamente; y con la de Koskinen (1993) que es de 39 mm.

Es muy importante señalar que se ha medido la nariz rotuliana de un modo no descrito anteriormente en la literatura. Para ello, se traza la perpendicular a la línea diagonal mayor que corta por el borde inferior del cartílago articular de la rótula. Se observa que los pacientes con IRO tienen la nariz rotuliana corta (NR:4.1.15), una media de 7,8 mm (equivalente al tipo 3 de Grelsamer), mientras que en el grupo control es de 11,9 mm (equivalente al tipo 1). Se obtienen diferencias estadísticamente significativas, si el valor de corte es de <9 mm se obtiene una sensibilidad del 66% y especificidad del 84,5%.

Grelsamer y cols. (1994) publican un trabajo en el cual clasifican la morfología rotuliana en la proyección de perfil. Proponen el índice morfológico rotuliano para reflejar así la longitud relativa del polo inferior

rotuliano. Esta es la base de un sistema de clasificación en 3 tipos de nariz. Concluyen que a pesar de que el índice de I-S y de C-D son útiles para determinar las rótulas altas en las rótulas tipo 1, en pacientes con rótulas tipo 2 y tipo 3 los índices pueden ser mucho menos precisos. Por tanto, es razonable utilizar el índice de I-S en el tipo 1 pero no para los tipos 2 y 3. En cambio el índice de C-D puede usarse para los tipos 1 y 3. En su trabajo, no correlaciona la inestabilidad rotuliana con una morfología de nariz determinada.

El índice morfológico obtenido en esta serie (NR:4.1.14) en el grupo IRO es de 1,22 y en el grupo control de 1,35. Estos resultados están en consonancia con los obtenidos por Grelsamer y cols. (1994); quienes obtienen en la población normal un índice morfológico del 1,4. En el grupo control el índice morfológico es $>1,2$ en el 86% de los casos (el 75% tiene la morfología tipo 1). Los resultados son parecidos en la serie de Grelsamer, en el 98% de la población normal el índice morfológico es $>1,2$. Sin embargo, este autor obtiene un 7% de rótulas tipo 3 en el grupo de casos que tienen alteraciones rotulianas frente al 46% en nuestra serie de IRO. Esta gran diferencia se explica porque el grupo con alteraciones femoropatelaes de la serie de Grelsamer incluye casos con dolor rotuliano y otros con inestabilidad.

En el presente trabajo, el índice morfológico (LR/AH) es el parámetro más específico de todos (86,8%); con un índice $>1,2$ se descarta la IRO con gran fiabilidad. Por tanto, con los resultados obtenidos pensamos que podemos poner de manifiesto la elevada correlación existente entre la morfología rotuliana corta (hasta el 46% del tipo 3 en nuestra serie) y la IRO. No tenemos constancia en la literatura revisada de ningún trabajo que correlacione de este modo la morfología rotuliana en el plano sagital con la IRO.

Estos resultados sugieren que en el grupo IRO la nariz rotuliana es corta (<9 mm) y que predominan los índices morfológicos $<1,2$ (46% de casos). Siguiendo las sugerencias de Grelsamer (1994), pensamos que en los pacientes con morfología rotuliana anómala en la IRO hay que utilizar con

precaución los índices de C-D y de I-S; debiendo correlacionarlos con el índice morfológico.

Para evitar el sesgo derivado del análisis de un parámetro dependiente de la altura o tamaño del individuo es posible analizar el índice N/LR. La nariz de los pacientes con IRO es un 20% de la diagonal mayor rotuliana (LR), mientras que en el grupo control es un 30% de la misma. Por lo tanto, la nariz del grupo IRO es un 10% más corta que la del grupo control. El valor umbral obtenido es de <25%. La sensibilidad de N/LR (74,6%) es superior a la de la N (66,1%). El modelo de regresión logística indica una fuerte correlación con la IRO de la misma categoría que I-S (odds ratio: N/LR: 4,7 vs I-S: 4,5).

Todos estos resultados sugieren en primer lugar que la nariz corta podría indicar que claramente se trata de una morfología rotuliana displásica en el corte sagital. Por otro lado, los resultados estadísticos indican que la proporción de la nariz respecto a la longitud diagonal mayor rotuliana (N/LR), podría constituir *per sé* un parámetro a tener en cuenta en la IRO.

Siguiendo las teorías de Neyret y cols. (2000) que demuestran que la rótula alta es debida a un tendón rotuliano excesivamente largo. De los resultados obtenidos se desprende que el aumento de la longitud del tendón rotuliano probablemente condiciona una disminución de la nariz rotuliana. ¿Existe una correlación directa o relación causal entre un tendón rotuliano largo y una nariz corta? Ciertamente los pacientes con IRO presentan característicamente tendones rotulianos 7 mm más largos y la nariz rotuliana 4 mm más corta. Quizás todas estas alteraciones en continuidad sean consecuencia de la displasia del aparato extensor existente.

Analizando los resultados obtenidos, conceptualmente la altura rotuliana puede y debe caracterizarse mejor con la información aportada por otros parámetros como son la nariz rotuliana (N), el índice morfológico (LR/AH) y la proporción rotuliana (N/LR).

La superficie de contacto femoropatelar (PR) informa del contacto articular en un corte determinado; por lo tanto, medido con la RM en el intercóndilo, puede no ser la superficie de contacto máxima. En ambos grupos es de 8 mm aproximadamente. Los resultados obtenidos (NR:4.1.6) no tienen significación estadística y no se corresponden con otras series. Miller y cols. (1996) obtienen una media de 2,6 mm +/- 2 mm en 46 rodillas de un grupo control (sin inestabilidad rotuliana). Esta medida es compleja metodológicamente y no tiene implicación práctica en la planificación quirúrgica.

La báscula rotuliana es otro de los principales factores predisponentes de IRO. Este parámetro se puede evaluar de múltiples maneras según se tome como referencia los cóndilos anteriores (Kujala, 1989; Koskinen, 1993) o posteriores (Fulkerson, 1987; Powers, 1995); o bien la carilla externa rotuliana (Laurin, 1979; Koskinen, 1993); o el corte medio transverso (Sasaki y Yagi, 1986; Kujala, 1989; Koskinen y cols., 1991).

En este estudio (NR:4.1.27), la báscula media del grupo IRO es de 21,7° y del grupo control es de 9,2°. Usando un valor de corte >11° se alcanza una sensibilidad del 92,7% y una especificidad del 63,3%. Estos resultados están en consonancia con los de Ward y cols. (2002). Refieren que un ángulo superior a 13,5° es indicativo de báscula rotuliana externa, y que <-2,5° es considerada como báscula interna.

Powers y Shellock (1988) en una serie de 12 mujeres sin patología con RM dinámica obtienen una báscula máxima de 9° a 45° de flexión y mínima de 4° en extensión completa. Kujala y cols. (1989) evalúan la báscula rotuliana en referencia a los cóndilos anteriores y el corte medio transverso rotuliano. En 20 casos control obtienen una báscula en extensión de 18° en hombres y 16° en mujeres. A 30° de flexión de 12° en hombres y de 13° en mujeres. En otro trabajo comparativo obtiene una báscula en el grupo IRO de 13° en extensión y de 0° en flexión de 30°.

En los trabajos revisados, Elias y cols. (2002) no miden angularmente la báscula rotuliana; afirman que el 43% de los pacientes con luxación tienen

báscula y que el 15% presentan subluxación externa. Este grupo, evalúa la báscula según el método de Koskinen (1992); en referencia a los cóndilos anteriores y la carilla rotuliana externa.

En el presente trabajo, se obtienen excelentes medidas de exactitud de los parámetros determinantes de la IRO (sensibilidad y especificidad >70%). Se han analizado en un modelo de regresión logística (la profundidad en el arco románico, el índice de I-S, la báscula rotuliana y la proporción de la nariz rotuliana). Se observa que estas medidas axiales (CE-G arco y báscula) y sagitales (índice I-S y N/LR) tienen una fuerte asociación a la IRO; aunque hay que destacar que los mejores resultados los obtienen las medidas axiales.

Como es bien conocido, la etiología de la IRO es multifactorial y el peso específico de cada parámetro es variable en cada paciente. Es muy difícil encontrar un caso de IRO que presente todos los factores causales alterados. En esta serie, tan sólo un paciente afecto de IRO cumple las tres condiciones como son la displasia de tróclea, rótula alta y báscula rotuliana aumentada.

Se describen los resultados de todos los parámetros en el grupo IRO y en el grupo control analizando por separado la subpoblación masculina y femenina. En la bibliografía revisada no se han encontrado documentadas estas medidas diferenciándolas según el sexo. Se observa que las diferencias halladas entre el grupo IRO y el control se mantienen al analizarlas por separado entre mujeres y hombres. La única excepción relevante es en el índice de Caton-Deschamps en los hombres, donde no existen diferencias entre grupos. Esto puede ser debido a la disminución de la potencia estadística al reducir el número de individuos de la muestra.

Para la planificación quirúrgica se requiere cuantificar la TA-GT descrita por Goutallier y Bernageau (1978). Sobre la base de ella se planifica la realineación distal del aparato extensor. En este trabajo no se ha medido porque la amplitud del campo es de 16 cm y no se incluyen cortes en la TTA. Por lo tanto, se deduce que es necesario aumentar el tamaño del campo para

recoger así cortes tibiales más distales. McNally y cols. (2000) obtienen una TA-GT en la población normal de 13,3 mm; y en los casos con subluxación leve, moderada y severa de 17 mm, 17,4 mm y 21,5 mm respectivamente. Estos resultados son similares a los obtenidos con la TAC. En este sentido, Dejour y cols. (1990) obtienen 12,7 mm en el grupo control y 19,8 mm en el grupo inestabilidad. El valor de corte referido es de 20 mm.

Con la medida de este último parámetro (en el momento actual realizado con la TAC) se puede obtener con RM la información de todos los parámetros necesarios para planificar la intervención.

Tras realizar un análisis final, se aprecian diversas limitaciones del presente trabajo: a) Existen ligeras diferencias en el protocolo de RM en ambos grupos. b) No se consideran secuencias en gradiente-echo 3D. c) La ausencia de cortes finos contiguos puede influenciar negativamente en la identificación de la tróclea proximal y en la exactitud de algunas medidas (incluso en ocasiones se desestima la medida). d) Se realiza una única medida por un único observador y no se utiliza soporte informático o tecnología digital. Esto puede disminuir la utilidad de algunas medidas como test diagnóstico. Sin embargo, muchos de nuestros resultados están en concordancia con los pocos trabajos publicados en la literatura previamente. e) En esta serie no se mide la TA-GT porque no se disponen de cortes axiales en la tuberosidad tibial anterior.

El estudio de la IRO con RM debe ser capaz de analizar y cuantificar las diferentes variantes anatómicas predisponentes, sin descuidar la evaluación del resto de estructuras intraarticulares. Por tanto, para evitar las diversas limitaciones e inconvenientes, en la actualidad se debería planificar el estudio de la IRO con un protocolo distinto al que se ha utilizado en este trabajo. A continuación se detalla una propuesta de protocolo de RM para la IRO.

Para cubrir el primero de los objetivos sería recomendable recurrir a secuencias volumétricas con reenfoque de gradiente en planos axial y sagital

(TR/TE, 27/9 msec; ángulo flip, 40; FOV, 131 x 150 mm; 1 adquisición; matriz, 224 x 256; espesor de corte, 1.5 mm; espaciado, 0 mm).

Para cubrir el segundo de los objetivos sería recomendable recurrir a secuencias convencionales, incluyendo secuencia spin-echo T1 en el plano sagital (TR/TE, 3150/15-93 msec; FOV, 150 x 150 mm; 2 adquisiciones; matriz, 256 x 256; grosor de corte, 4.0 mm; espaciado, 0.8 mm), secuencia con reenfoque de gradiente T2* en el plano coronal (TR/TE, 1116/31 msec; FOV, 160 x 160 mm; 1 adquisición; matriz, 184 x 256; espesor de corte, 4.0 mm; espaciado, 0.8 mm, ángulo flip, 30°), y secuencia densidad protónica con supresión grasa en el plano coronal (TR/TE, 2210/25 msec; FOV, 160 x 160 mm, 2 adquisiciones; matriz, 256 x 256; espesor de corte, 4.0 mm; espaciado, 0.8 mm).

Parece lógico pensar que si se estandariza la medición de los diversos parámetros, la planificación quirúrgica mediante estudio con RM de los pacientes con IRO es posible. Para el análisis de la displasia se deben medir la profundidad de la tróclea femoral y la inclinación de la pendiente externa de la tróclea en un corte del tercio proximal de la tróclea. Para el análisis de la altura rotuliana se debe medir el índice rotuliano (según Caton-Deschamps o Insall-Salvati). Es muy importante caracterizar la morfología rotuliana en la proyección de perfil prestando atención a la medida de la nariz rotuliana. Se debe incluir la medida de la longitud del tendón rotuliano. Por último, debe medirse la báscula rotuliana y la TA-GT.

Como se demuestra, con la RM se puede evaluar y cuantificar los parámetros descritos anteriormente determinantes de la inestabilidad para realizar la corrección a la carta de cada uno de ellos. Por lo tanto, se pueden diseñar trocleoplastias (de elevación o de hundimiento) para las displasias severas. (Albee, 1915; Masse, 1978) En las rótulas altas, ajustar el descenso de la misma. En casos donde el tendón rotuliano es extremadamente largo se pueden realizar tenodesis para disminuir la longitud efectiva del mismo. En rótulas con báscula aumentada realizar realineaciones proximales del aparato extensor (plastias de vasto interno y sección de alerón rotuliano externo). (Insall y cols., 1979) En casos con TA-GT aumentada valorar la

realineación distal con métodos de transposición y medialización de la tuberosidad tibial anterior. (Merchant y Mercer, 1974; Fulkerson, 1983) Las reparaciones del alerón rotuliano interno se reservan al caso concreto de un primer episodio de luxación traumático sin anomalías morfológicas objetivables. (Sandmeier y cols., 2000)

Futuros trabajos deberían analizar la aplicabilidad de estas medidas (utilizadas como tests diagnósticos) en los síndromes dolorosos rotulianos y los casos de inestabilidad rotuliana potencial.

Los estudios dinámicos con RM son técnicas caras y poco accesibles en la actualidad pero con buena reproducibilidad y sensibilidad para evaluar el recorrido rotuliano. Éstos pueden ser de utilidad en el estudio de las IRP y de los SDR; pero está por determinar el papel de los estudios estáticos frente los dinámicos para descubrir los factores anómalos causales. De cualquier modo, no es descartable en el futuro inmediato el análisis mediante estudios combinados estáticos y dinámicos con RM para el estudio de la patología femoropatelar. En la actualidad no se utilizan técnicas de RM cinemática.

A pesar de las ventajas que nos ofrece la RM, la radiografía simple sigue siendo la prueba diagnóstica inicial en el estudio de la patología femoropatelar. De todos modos, la RM puede convertirse en la prueba complementaria de elección para el estudio y la planificación quirúrgica de la inestabilidad rotuliana objetiva.