

4. RESULTADOS

4.1. Comparación de las medidas entre el grupo IRO y el grupo control

4.1.1. Edad

La edad media del grupo IRO era de 24 años, oscilando entre un mínimo de 16 y un máximo de 45 años. El intervalo de confianza del 95% de la media estaba comprendido entre 21,7 y 26,4 años. El 70% de los casos tenía menos de 26 años.

En el grupo control, la edad media era de 26,5 años y oscilaba entre un mínimo de 15 y un máximo de 45 años. El intervalo de confianza del 95% de la media estaba comprendido entre 24,5 y 28,6 años. El 70% de los controles tenía menos de 32 años.

No existieron diferencias estadísticamente significativas en referencia a la edad entre ambos grupos.

4.1.2. Sexo

El grupo IRO estaba formado por 23 mujeres y 23 varones; de los cuales, 9 mujeres y 4 hombres presentaban afectación bilateral. Por lo tanto, se estudió la RM de 32 rodillas de mujeres y de 27 rodillas de varones (59 rodillas).

El grupo control estaba compuesto por 40 mujeres y 29 varones; en 2 de ellos se estudiaron ambas rodillas. Por lo tanto, en este grupo se valoró la RM de 40 rodillas de mujeres y de 31 rodillas de varones (71 rodillas).

No existieron diferencias estadísticamente significativas en referencia al sexo entre ambos grupos.

4.1.3. El saliente de la tróclea (S)

El valor medio del saliente fue de 4,8 mm (IC 95%: 4,3 y 5,2) en el grupo IRO y de 4,2 mm (IC 95%: 3,9 y 4,5) en el grupo control. ($p=0,0346$). (Tabla 4.1.)

S	Grupo IRO n = 59	Grupo control n = 71
Media	4,8	4,2
Mediana	5	4
Mín - Máx	0,8 - 8,9	1,7 - 7,3
D.E.	1,7	1,1
IC 95% media	4,3 - 5,2	3,9 - 4,5
p = 0,0346		

Tabla 4.1. Medidas del saliente (S)

4.1.4. La longitud intercondílea femoral (C)

En el grupo IRO el valor medio fue de 41,4 mm (IC 95%: 40,4 y 42,5) y en el grupo control de 40,4 mm (IC 95%: 39,2 y 41,5). ($p=0,1278$).

C	Grupo IRO n = 59	Grupo control n = 71
Media	41,4	40,4
Mediana	41,4	40,0
Mín - Máx	33,3 - 52,0	30,0 - 54,5
D.E.	4,0	4,8
IC 95% media	40,4 - 42,5	39,2 - 41,5
p = 0,1278		

Tabla 4.2. Medidas de la longitud intercondílea femoral (C)

4.1.5. La proporción del saliente (S/C)

En el grupo IRO el valor medio fue del 11% (IC 95%: 10% y 13%) y en el grupo control del 10% (IC 95%: 10% y 11%). (p=0,1243). (Tabla 4.3)

S/C	Grupo IRO n = 59	Grupo control n = 71
Media	0,11	0,10
Mediana	0,11	0,10
Mín - Máx	0,02 - 0,21	0,04 - 0,19
D.E.	0,04	0,03
IC 95% media	0,10 - 0,13	0,10 - 0,11
p = 0,1243		

Tabla 4.3. Medidas de la proporción del saliente (S/C)

4.1.6. La superficie de contacto articular femoropatelar (PR)

En el grupo IRO el valor medio fue de 8,3 mm (IC 95%: 7,3 y 9,2) y en el grupo control de 8,1 mm (IC 95%: 7,3 y 8,9). (p=0,9664). (Tabla 4.4.)

PR	Grupo IRO n = 59	Grupo control n = 71
Media	8,3	8,1
Mediana	8,3	8,3
Mín - Máx	1,7 - 16,0	0,9 - 16,7
D.E.	3,7	3,5
IC 95% media	7,3 - 9,2	7,3 - 8,9
p = 0,9664		

Tabla 4.4 Medidas de la superficie de contacto articular femoropatelar (PR)

4.1.7. La proporción de contacto articular femoropatelar (PR/AH)

En el grupo IRO el valor medio fue del 27% (IC 95%: 24% y 31%) y en el grupo control del 27% (IC 95%: 25% y 30%). ($p=0,5572$). (Tabla 4.5)

PR/AH	Grupo IRO n = 59	Grupo control n = 71
Media	0,27	0,27
Mediana	0,25	0,29
Mín - Máx	0,05 - 1,00	0,02 - 0,50
D.E.	0,15	0,12
IC 95% media	0,24 - 0,31	0,25 - 0,30
$p = 0,5572$		

Tabla 4.5. La proporción de contacto femoropatelar (PR/AH)

4.1.8. La longitud articular rotuliana (AH)

En el grupo IRO el valor medio fue de 32,2 mm (IC 95%: 31,2 y 33,3) y en el grupo control de 30,1 mm (IC 95%: 29,2 y 31). ($p=0,0016$). (Tabla 4.6.)

AH	Grupo IRO n = 59	Grupo control n = 71
Media	32,2	30,1
Mediana	31,7	29,2
Mín - Máx	25,0 - 46,7	22,9 - 44,3
D.E.	4,05	3,8
IC 95% media	31,2 - 33,3	29,2 - 31,0
$p = 0,0016$		

Tabla 4.6. Medidas de la longitud articular rotuliana (AH)

4.1.9. La distancia de la superficie articular rotuliana al platillo tibial (AT)

En el grupo IRO el valor medio fue de 36,9 mm (IC 95%: 35,6 y 38,2) y en el grupo control de 31,9 mm (IC 95%: 30,9 y 32,9). ($p=0,0001$). (Tabla 4.7.)

AT	Grupo IRO n = 59	Grupo control n = 71
Media	36,9	31,9
Mediana	36,7	31,4
Mín - Máx	25,0 - 48,3	23,3 - 44,0
D.E.	4,9	4,1
IC 95% media	35,6 - 38,2	30,9 - 32,9
p = 0,0001		

Tabla 4.7. Medidas de la distancia de la superficie articular rotuliana al platillo tibial (AT)

4.1.10. El índice de Caton-Deschamps (C-D)

En el grupo IRO el valor medio fue de 1,16 (IC 95%: 1,11 y 1,20) y en el grupo control de 1,07 (IC 95%: 1,03 y 1,11). ($p=0,0010$). (Tabla 4.8.)

En el grupo IRO un 29% de las rótulas eran altas (17 casos de 59); mientras que en el grupo control lo eran el 18% (13 casos de 71). Se consideró la rótula alta cuando el índice de C-D era $>1,2$.

C-D	Grupo IRO n = 59	Grupo control n = 71
Media	1,16	1,07
Mediana	1,14	1,05
Mín - Máx	0,71 - 1,60	0,77 - 1,43
D.E.	0,16	0,16
IC 95% media	1,11 - 1,20	1,03 - 1,11
p = 0,0010		

Tabla 4.8. Medidas del índice de Caton-Deschamps (C-D)

4.1.11. La longitud del tendón rotuliano (LTR)

En el grupo IRO el valor medio fue de 51,8 mm (IC 95%: 49,9 y 53,6%) y en el grupo control de 44,4 mm (IC 95%: 42,7 y 46,1). ($p=0,0001$). (Tabla 4.9.)

LTR	Grupo IRO n = 59	Grupo control n = 71
Media	51,8	44,4
Mediana	51,4	43,7
Mín - Máx	34,3 - 70,0	21,8 - 61,4
D.E.	7,0	7,2
IC 95% media	49,9 - 53,6	42,7 - 46,1
$p = 0,0001$		

Tabla 4.9. Medidas de la longitud del tendón rotuliano (LTR)

4.1.12. La longitud rotuliana máxima (LR)

En el grupo IRO el valor medio fue de 39,1 mm (IC 95%: 37,6 y 40,5) y en el grupo control de 40,3 mm (IC 95%: 39,2 y 41,5). ($p=0,1173$). (Tabla 4.10.)

LR	Grupo IRO n = 59	Grupo control n = 71
Media	39,1	40,3
Mediana	38,3	40,0
Mín - Máx	26,7 - 55,7	26,0 - 54,5
D.E.	5,5	5,0
IC 95% media	37,6 - 40,5	39,2 - 41,5
$p = 0,1173$		

Tabla 4.10. Medidas de la longitud rotuliana máxima (LR)

4.1.13. El índice de Insall-Salvati (I-S)

En el grupo IRO el valor medio fue de 1,35 (IC 95%: 1,28 y 1,42) y en el grupo control de 1,11 (IC 95%: 1,06 y 1,17). ($p=0,0001$). (Tabla 4.11.)

En el grupo IRO un 42% de las rótulas eran altas (25 casos de 59); mientras que en el grupo control lo eran el 11% (8 casos de 71). Se consideró la rótula alta cuando el índice de I-S era $>1,3$.

I-S	Grupo IRO n = 59	Grupo control n = 71
Media	1,35	1,11
Mediana	1,32	1,11
Mín - Máx	0,85 - 2,20	0,60 - 2,10
D.E.	0,27	0,22
IC 95% media	1,28 - 1,42	1,06 - 1,17
$p = 0,0001$		

Tabla 4.11. Medidas del índice de Insall-Salvati (I-S)

4.1.14. El índice morfológico rotuliano (LR/AH)

En el grupo IRO el valor medio fue de 1,22 (IC 95%: 1,18 y 1,26) y en el grupo control de 1,35 (IC 95%: 1,30 y 1,40). ($p=0,001$). (Tabla 4.12.)

En el grupo control el 75% de las rótulas eran del tipo 1; mientras que, en el grupo IRO lo eran el 51%. En el grupo control el 14% de la rótulas eran del tipo 3; mientras que, en el grupo IRO lo eran el 46%.

Se consideró 1,2 el valor límite entre las rótulas con la nariz corta ($<1,2$), con nariz normal (1,2-1,5) o larga ($>1,5$); en el grupo control el 86% tenían morfologías tipo 1 y 2, mientras que en el grupo IRO el 54%.

LR/AH	Grupo IRO n = 59	Grupo control n = 71
Media	1,22	1,35
Mediana	1,23	1,33
Mín - Máx	0,70 - 1,69	0,81 - 2,14
D.E.	0,16	0,19
IC 95% media	1,18 - 1,26	1,30 - 1,40
p = 0,001		

Tabla 4.12. Medidas del índice morfológico rotuliano (LR/AH)

4.1.15. La longitud de la nariz rotuliana (N)

En el grupo IRO el valor medio fue de 7,8 mm (IC 95%: 6,9 y 8,7) y en el grupo control de 11,9 mm (IC 95%: 11,1 y 12,6). (p=0,0001). Tabla 4.13.

N	Grupo IRO n = 59	Grupo control n = 71
Media	7,8	11,9
Mediana	8,0	11,4
Mín - Máx	0,8 - 14,3	4,0 - 21,7
D.E.	3,3	3,1
IC 95% media	6,9 - 8,7	11,1 - 12,6
p = 0,0001		

Tabla 4.13. Medidas de la nariz rotuliana (N)

4.1.16. La proporción de la nariz rotuliana (N/LR)

En el grupo IRO el valor medio fue del 20% (IC 95%: 18% y 21%) y en el grupo control del 30% (IC 95%: 28% y 31%). ($p=0,0001$). (Tabla 4.14)

N/LR	Grupo IRO n = 59	Grupo control n = 71
Media	0,20	0,30
Mediana	0,20	0,30
Mín - Máx	0,02 - 0,36	0,15 - 0,56
D.E.	0,7	0,7
IC 95% media	0,18 - 0,21	0,28 - 0,31
$p = 0,0001$		

Tabla 4.14. Medidas de la proporción de la nariz rotuliana (N/LR)

4.1.17. La longitud del cóndilo externo en la cima troclear (CE cima)

En el grupo IRO el valor medio fue de 66,8 mm (IC 95%: 65,1 y 68,5) y en el grupo control de 68,4 mm (IC 95%: 66,4 y 70,4). ($p=0,4130$). (Tabla 4.15.)

CE Cima	Grupo IRO n = 53	Grupo control n = 44
Media	66,8	68,4
Mediana	66,3	68,6
Mín - Máx	48,6 - 80,0	58,5 - 86,0
D.E.	6,1	6,4
IC 95% media	65,1 - 68,5	66,4 - 70,4
$p = 0,4130$		

Tabla 4.15 Medidas de la longitud del cóndilo externo en la cima troclear (CE cima)

4.1.18. La longitud del cóndilo interno en la cima troclear (CI cima)

En el grupo IRO el valor medio fue de 63,9 mm (IC 95%: 62 y 65,7) y en el grupo control de 64,8 mm (IC 95%: 63,0 y 66,6). (p=0,7148). (Tabla 4.16.)

CI Cima	Grupo IRO n = 53	Grupo control n = 44
Media	63,9	64,8
Mediana	64,0	64,6
Mín - Máx	44,3 - 78,3	53,8 - 80,0
D.E.	6,8	5,9
IC 95% media	62,0 - 65,7	63,0 - 66,6
p = 0,7148		

Tabla 4.16. Medidas de la longitud del cóndilo interno en la cima troclear (CI cima)

4.1.19. La longitud del fondo de la tróclea en la cima (G cima)

En el grupo IRO el valor medio fue de 63,5 mm (IC 95%: 61,6 y 65,5) y en el grupo control de 62,1 mm (IC 95%: 60,2 y 64,0). (p=0,1806). (Tabla 4.17.)

G Cima	Grupo IRO n = 53	Grupo control n = 44
Media	63,5	62,1
Mediana	62,9	61,5
Mín - Máx	42,9 - 78,3	49,2 - 78,0
D.E.	7,0	6,2
IC 95% media	61,6 - 65,5	60,2 - 64,0
p = 0,1806		

Tabla 4.17. Medidas de la longitud del fondo de la tróclea en la cima (G cima)

4.1.20. La profundidad de la tróclea en la cima (CE-G cima)

En el grupo IRO el valor medio fue de 3,3 mm (IC 95%: 2,7 y 4,0) y en el grupo control de 6,3 mm (IC 95%: 5,6 y 7,0). ($p=0,0001$). (Tabla 4.18)

CE-G Cima	Grupo IRO n = 53	Grupo control n = 44
Media	3,3	6,3
Mediana	3,3	6,1
Mín - Máx	-1,6 - 8,3	1,7 - 11,4
D.E.	2,6	2,3
IC 95% media	2,7 - 4,0	5,6 - 7,0
p = 0,0001		

Tabla 4.18. Medidas de la profundidad de la tróclea en la cima (CE-G cima)

4.1.21. La longitud del cóndilo externo en el arco románico (CE arco)

En el grupo IRO el valor medio fue de 69 mm (IC 95%: 67,3 y 70,6) y en el grupo control de 69,2 mm (IC 95%: 67,4 y 71,0). ($p=0,9339$). (Tabla 4.19.)

CE Arco	Grupo IRO n = 56	Grupo control n = 61
Media	69,0	69,2
Mediana	69,3	67,7
Mín - Máx	54,3 - 81,7	47,7 - 90,0
D.E.	6,1	6,9
IC 95% media	67,3 - 70,6	67,4 - 71,0
p = 0,9339		

Tabla 4.19. Medidas de la longitud del cóndilo externo en el arco románico (CE arco)

4.1.22. La longitud del cóndilo interno en el arco románico (CI arco)

En el grupo IRO el valor medio fue de 66,1 mm (IC 95%: 64,4 y 67,9) y en el grupo control de 66,4 mm (IC 95%: 64,6 y 68,2). (p=0,9934). (Tabla 4.20.)

CI Arco	Grupo IRO n = 56	Grupo control n = 61
Media	66,1	66,4
Mediana	66,5	65,3
Mín - Máx	48,6 - 78,3	46,1 - 86,0
D.E.	6,5	6,9
IC 95% media	64,4 - 67,9	64,6 - 68,2
p = 0,9934		

Tabla 4.20. Medidas de la longitud del cóndilo interno en el arco románico (CI arco)

4.1.23. La longitud del fondo de la tróclea en el arco románico (G arco)

En el grupo IRO el valor medio fue de 64,7 mm (IC 95%: 62,9 y 66,6) y en el grupo control de 63 mm (IC 95%: 61,2 y 64,64). (p=0,0803). (Tabla 4.21.)

G Arco	Grupo IRO n = 56	Grupo control n = 61
Media	64,7	63,0
Mediana	65,0	61,6
Mín - Máx	47,1 - 78,3	43,1 - 80,0
D.E.	6,8	6,2
IC 95% media	62,9 - 66,6	61,2 - 64,4
p = 0,0803		

Tabla 4.21. Medidas de la longitud del fondo de la tróclea en el arco románico (G arco)

4.1.24. La profundidad de la tróclea en el arco románico (CE-G arco)

En el grupo IRO el valor medio fue de 4,2 mm (IC 95%: 3,7 y 4,8) y en el grupo control de 6,4 mm (IC 95%: 5,9 y 6,9). ($p=0,0001$) (Tabla 4.22.)

CE-G Arco	Grupo IRO n = 56	Grupo control n = 61
Media	4,2	6,4
Mediana	4,1	6,7
Mín - Máx	1,2 - 13,3	2,9 - 10,0
D.E.	2,0	1,8
IC 95% media	3,7 - 4,8	5,9 - 6,9
p = 0,0001		

Tabla 4.22. Medidas de la profundidad de la tróclea en el arco románico (CE-G arco)

4.1.25. El ángulo de inclinación de la faceta externa en la cima (α_1)

En el grupo IRO el valor medio fue de 9,6° (IC 95%: 7,9° y 11,2°) y en el grupo control de 16,5° (IC 95%: 14,9° y 18,2°). ($p=0,0001$). (Tabla 4.23.)

α_1	Grupo IRO n = 52	Grupo control n = 44
Media	9,6	16,5
Mediana	10,0	16,0
Mín - Máx	0,0 - 23,0	7,0 - 30,0
D.E.	5,9	5,4
IC 95% media	7,9 - 11,2	14,9 - 18,2
p = 0,0001		

Tabla 4.23. Medidas de la inclinación de la faceta externa en la cima troclear (α_1)

4.1.26. El ángulo de inclinación de la faceta externa en el arco románico (α_2)

En el grupo IRO el valor medio fue de $12,5^\circ$ (IC 95%: $11,1^\circ$ y $13,8^\circ$) y en el grupo control de 18° (IC 95%: $16,6^\circ$ y $19,5^\circ$). ($p=0,0001$). (Tabla 4.24.)

α_2	Grupo IRO n = 56	Grupo control n = 61
Media	12,5	18,0
Mediana	13,0	18,0
Mín - Máx	1,0 - 24,0	3,0 - 32,0
D.E.	5,1	5,6
IC 95% media	11,1 - 13,8	16,6 - 19,5
p = 0,0001		

Tabla 4.24. Medidas de la inclinación de la faceta externa en el arco románico troclear (α_2)

4.1.27. La báscula rotuliana (β)

En el grupo IRO el valor medio fue de $21,7^\circ$ (IC 95%: $19,7^\circ$ y $23,8^\circ$) y en el grupo control de $9,3^\circ$ (IC 95%: $7,9^\circ$ y $10,6^\circ$). ($p=0,0001$). (Tabla 4.25.)

β	Grupo IRO n = 55	Grupo control n = 61
Media	21,7	9,2
Mediana	22,0	10,0
Mín - Máx	2,0 - 45,0	0,0 - 20,0
D.E.	7,6	5,1
IC 95% media	19,7 - 23,8	7,9 - 10,6
p = 0,0001		

Tabla 4.25. Medidas de la báscula rotuliana (β)

4.2. Descripción de los resultados por sexos

4.2.1. El saliente de la tróclea (S)

No se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas por sexos entre ambos grupos. (Tabla 4.26.)

S	IRO masculino n = 27	Control masculino n = 30	IRO femenino n = 32	Control femenino n = 39
Media	4,9	4,3	4,7	4,1
Mediana	5	4	4,8	4
Mín-Máx	1,7-8,9	1,7-7,2	0,8-8	1,7-7,3
D.E.	2	1,2	1,5	1,1
IC 95% media	4,1-5,7	3,8-4,8	4,1-5,2	3,7-4,4
	p=0,2683		p=0,0542	

Tabla 4.26. Medidas del saliente por sexos (S)

4.2.2. La longitud intercondílea femoral (C)

En el sexo femenino se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas. (p=0,0352) (Tabla 4.27.)

C	IRO masculino n = 27	Control masculino n = 30	IRO femenino n = 32	Control femenino n = 39
Media	43,6	43	39,6	38,1
Mediana	43,3	42,3	40	38
Mín-Máx	35,7-52	38,2-50,9	33,3-47	30-50,5
D.E.	3,8	3,8	3,2	4,3
IC 95% media	42,1-45,1	41,5-44,3	38,5-40,7	36,7-39,5
	p=0,5220		p=0,0352	

Tabla 4.27. Medidas de la longitud intercondílea femoral por sexos (C)

4.2.3. La proporción del saliente (S/C)

No se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas por sexos entre ambos grupos. (Tabla 4.28.)

S/C	IRO masculino n = 27	Control masculino n = 30	IRO femenino n = 32	Control femenino n = 39
Media	0,11	0,10	0,11	0,11
Mediana	0,11	0,09	0,11	0,15
Mín-Máx	0,03-0,21	0,04-0,15	0,02-0,19	0,05-0,19
D.E.	0,04	0,03	0,04	0,03
IC 95% media	0,09-0,12	0,08-0,11	0,10-0,13	0,10-0,12
	p=0,4667		p=0,1798	

Tabla 4.28. Medidas de la proporción del saliente por sexos (S/C)

4.2.4. La superficie de contacto articular femoropatelar (PR)

No obtuvieron diferencias estadísticamente significativas por sexos entre ambos grupos. (Tabla 4.29.)

PR	IRO masculino n = 27	Control masculino n = 30	IRO femenino n = 32	Control femenino n = 39
Media	8,9	7,5	7,7	8,7
Mediana	8,3	8,2	7,2	8,7
Mín-Máx	2-16	0,9-15	1,7-15,7	1,5-16,7
D.E.	4,14	3,6	3,2	3,4
IC 95% media	7,3-10,6	6,1-8,8	6,5-8,8	7,6-9,8
	p=0,2429		p=0,1514	

Tabla 4.29. Medidas de la superficie de contacto femoropatelar por sexos (PR)

4.2.5. La proporción de superficie de contacto articular femoropatelar (PR/AH)

En el sexo femenino se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas. ($p=0,0455$) (Tabla 4.30.)

PR/AH	IRO masculino n = 27	Control masculino n = 30	IRO femenino n = 32	Control femenino n = 39
Media	0,30	0,24	0,25	0,30
Mediana	0,26	0,26	0,24	0,31
Mín-Máx	0,05-1	0,03-0,47	0,05-0,5	0,05-0,5
D.E.	0,19	0,012	0,11	0,11
IC 95% media	0,23-0,38	0,20-0,29	0,21-0,29	0,26-0,34
	$p=0,3025$		$p=0,0455$	

Tabla 4.30. Medidas de la proporción de la superficie de contacto articular femoropatelar por sexos (PR/AH)

4.2.6. La longitud articular rotuliana (AH)

Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas por sexos entre ambos grupos. En el sexo masculino $p=0,0390$ y en el sexo femenino $p=0,0117$. (Tabla 4.31.)

AH	IRO masculino n = 27	Control masculino n = 30	IRO femenino n = 32	Control femenino n = 39
Media	33,2	31,1	31,3	29,2
Mediana	33,3	31,8	31,2	28,3
Mín-Máx	25-45	25,4-44,3	25-46,7	22,8-40
D.E.	4,01	4,3	3,9	3,2
IC 95% media	31,6-34,8	29,5-32,7	29,9-32,7	28,2-30,3
	$p=0,0390$		$p=0,0117$	

Tabla 4.31. Medidas de la longitud articular rotuliana por sexos (AH)

4.2.7. La distancia de la superficie articular rotuliana al platillo tibial (AT)

Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas por sexos entre ambos grupos. En el sexo masculino $p=0,0171$ y en el sexo femenino $p=0,0001$. (Tabla 4.32.)

AT	IRO masculino n = 27	Control masculino n = 30	IRO femenino n = 32	Control femenino n = 39
Media	37,3	34	36,6	30
Mediana	36,7	34,4	36,3	30
Mín-Máx	25-48,3	27,3-44	27,1-46,7	23,3-36
D.E.	5,6	4,1	4,1	2,9
IC 95% media	35-39,5	32,4-35,5	35,1-38,1	29,1-31
	p=0,0171		p=0,0001	

Tabla 4.32. Medidas de la distancia de la superficie articular rotuliana al platillo tibial por sexos (AT)

4.2.8. El índice de Caton-Deschamps (C-D)

Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en el sexo femenino. ($p=0,0002$) (Tabla 4.33.)

C-D	IRO masculino n = 27	Control masculino n = 30	IRO femenino n = 32	Control femenino n = 39
Media	1,13	1,11	1,18	1,04
Mediana	1,13	1,07	1,16	1
Mín-Máx	0,71-1,45	0,77-1,43	0,78-1,58	0,8-1,3
D.E.	0,17	0,18	0,16	0,14
IC 95% media	1,06-1,20	1,04-1,17	1,12-1,23	1-1,08
	p=0,4094		p=0,0002	

Tabla 4.33. Medidas del índice de Caton-Deschamps por sexos (C-D)

4.2.9. La longitud del tendón rotuliano (LTR)

Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas por sexos entre ambos grupos. En el sexo masculino $p=0,0257$ y en el sexo femenino $p=0,0001$. (Tabla 4.34.)

LTR	IRO masculino n = 27	Control masculino n = 30	IRO femenino n = 32	Control femenino n = 39
Media	51,9	47,1	51,7	41,9
Mediana	51,4	45,6	50,7	41,8
Mín-Máx	38,3-64	37-61,4	34,3-70	21,8-57,9
D.E.	7,7	6,3	6,4	7,1
IC 95% media	48,8-54,9	44,8-49,5	49,3-54	39,6-44,3
	p=0,0257		p=0,0001	

Tabla 4.34. Medidas de la longitud del tendón rotuliano por sexos (LTR)

4.2.10. La longitud rotuliana máxima (LR)

No se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas por sexos entre ambos grupos. (Tabla 4.35.)

LR	IRO masculino n = 27	Control masculino n = 30	IRO femenino n = 32	Control femenino n = 39
Media	41,9	42,3	36,7	38,8
Mediana	41,7	43,5	37,1	38,3
Mín-Máx	30-55,7	27,7-54,5	26,7	26-48,9
D.E.	5,7	5,3	4	4,5
IC 95% media	39,6-44,2	40,3-44,2	35,2-38,1	37,3-40,3
	p=0,6369		p=0,0803	

Tabla 4.35. Medidas de la longitud rotuliana máxima por sexos (LR)

4.2.11. El índice de Insall-Salvati (I-S)

Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas por sexos entre ambos grupos. En el sexo masculino $p=0,0334$ y en el sexo femenino $p=0,0001$. (Tabla 4.36.)

I-S	IRO masculino n = 27	Control masculino n = 30	IRO femenino n = 32	Control femenino n = 39
Media	1,25	1,13	1,43	1,1
Mediana	1,28	1,14	1,35	1,09
Mín-Máx	0,88-1,68	0,80-1,43	0,86-2,21	0,6-2,08
D.E.	0,22	0,18	0,29	0,25
IC 95% media	1,17-1,34	1,06-1,19	1,33-1,54	1,01-1,18
	p=0,0334		p=0,0001	

Tabla 4.36. Medidas del índice de Insall-Salvati por sexos (I-S)

4.2.12. El índice morfológico rotuliano (LR/AH)

Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas por sexos entre ambos grupos. En el sexo masculino $p=0,0400$ y en el sexo femenino $p=0,0020$. (Tabla 4.37.)

LR/AH	IRO masculino n = 27	Control masculino n = 30	IRO femenino n = 32	Control femenino n = 39
Media	1,26	1,38	1,18	1,33
Mediana	1,24	1,35	1,20	1,35
Mín-Máx	1-1,70	0,95-2,14	0,70-1,55	0,81-1,6
D.E.	0,13	0,25	0,17	0,15
IC 95% media	1,21-1,31	1,29-1,47	1,12-1,24	1,3-1,38
	p=0,0400		p=0,0020	

Tabla.4.37. Medidas del índice morfológico rotuliano por sexos (LR/AH)

4.2.13. La longitud de la nariz rotuliana (N)

Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas por sexos entre ambos grupos. En el sexo masculino $p=0,0005$ y en el sexo femenino $p=0,0001$. (Tabla 4.38.)

N	IRO masculino n = 27	Control masculino n = 30	IRO femenino n = 32	Control femenino n = 39
Media	8,6	12,4	7,1	11,5
Mediana	8,3	11	7,1	11,7
Mín-Máx	3-14	7,7-21,7	0,8-14,3	4-15,7
D.E.	3,2	3,8	3,2	2,5
IC 95% media	7,3-9,9	11-13,8	5,9-8,3	10,7-12,4
	p=0,0005		p=0,0001	

Tabla 4.38. Medidas de la nariz rotuliana por sexos (N)

4.2.14. La proporción de la nariz rotuliana (N/LR)

Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas por sexos entre ambos grupos. En el sexo masculino $p=0,0002$ y en el sexo femenino $p=0,0001$. (Tabla 4.39.)

N/LR	IRO masculino n = 27	Control masculino n = 30	IRO femenino N = 32	Control femenino N = 39
Media	0,20	0,29	0,19	0,30
Mediana	0,20	0,29	0,2	0,30
Mín-Máx	0,08-0,30	0,18-0,55	0,02-0,36	0,15-0,42
D.E.	0,07	0,09	0,08	0,05
IC 95% media	0,18-0,23	0,26-0,33	0,16-0,22	0,28-0,31
	p=0,0002		p=0,0001	

Tabla 4.39. Medidas de la proporción de la nariz rotuliana por sexos (N/LR)

4.2.15. La longitud del cóndilo externo en la cima troclear (CE cima)

No se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas por sexos entre ambos grupos. (Tabla 4.40.)

CE cima	IRO masculino n = 22	Control masculino n = 23	IRO femenino n = 31	Control femenino n = 18
Media	70,3	70,9	64,4	64,6
Mediana	70,7	70	63,3	63,7
Mín-Máx	60-80	58,6-86	48,6-80	58,5-73,3
D.E.	4,7	6,6	5,9	4,2
IC 95% media	68,2-72,4	68-73,8	62,2-66,5	62,5-66,7
	p=0,9547		p=0,9669	

Tabla 4.40. Medidas de la longitud del cóndilo externo en la cima troclear por sexos (CE cima)

4.2.16. La longitud del cóndilo interno en la cima troclear (CI cima)

No se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas por sexos entre ambos grupos. (Tabla 4.41.)

CI cima	IRO masculino n = 22	Control masculino n = 23	IRO femenino n = 31	Control femenino n = 18
Media	67,7	66,9	61,1	61,3
Mediana	68,3	67,7	60	61,5
Mín-Máx	57,5-76,7	57,1-80	44,3-78,3	53,9-68,3
D.E.	5,1	5,9	6,6	3,8
IC 95% media	65,4-70	64,3-69,5	58,7-63,5	59,4-63,2
	p=0,3560		p=0,9005	

Tabla 4.41. Medidas de la longitud del cóndilo interno en la cima por sexos (CI cima)

4.2.17. La longitud del fondo de la tróclea en la cima (G cima)

Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en el sexo masculino. ($p=0,0203$) (Tabla 4.42.)

G cima	IRO masculino n = 22	Control masculino n = 23	IRO femenino n = 31	Control femenino n = 18
Media	67,5	63,7	60,7	59,1
Mediana	68,3	64,6	60	58,5
Mín-Máx	56,7-76,7	52,8-78	42,8-78,3	49,2-70
D.E.	5,3	6,3	6,8	4,9
IC 95% media	65,1-69,8	61-66,4	58,2-63,2	56,7-61,6
	p=0,0203		p=0,2309	

Tabla 4.42. Medidas de la longitud del fondo de la tróclea en la cima por sexos (G cima)

4.2.18. La profundidad de la tróclea en la cima (CE-G cima)

Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas por sexos entre ambos grupos. En el sexo masculino $p=0,0001$ y en el sexo femenino $p=0,0314$. (Tabla 4.43.)

CE-G cima	IRO masculino n = 22	Control masculino n = 23	IRO femenino n = 31	Control femenino n = 18
Media	2,9	7,2	3,7	5,4
Mediana	3,3	7,1	3,3	4,6
Mín-Máx	-1,7-6,7	3,7-11,4	-1,7-8,3	1,7-10
D.E.	2,1	2,1	2,5	42,2
IC 95% media	1,9-3,8	6,2-8,1	2,7-4,6	4,3-6,5
	p=0,0001		p=0,0314	

Tabla 4.43. Medidas de la profundidad del fondo de la tróclea por sexos (CE-G cima)

4.2.19. La longitud del cóndilo externo en el arco románico (CE)

No se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas por sexos entre ambos grupos. (Tabla 4.44.)

CE arco	IRO masculino n = 24	Control masculino n = 29	IRO femenino n = 32	Control femenino n = 29
Media	72,4	72,9	66,4	64,9
Mediana	72,5	72,3	65,5	64,6
Mín-Máx	60-81,7	65,3-90	54,3-81,7	47,7-78,3
D.E.	5,3	5,9	5,4	5,3
IC 95% media	70,2-74,7	70,7-75	64,4-68,3	62,9-66,9
	p=0,7816		p=0,5152	

Tabla 4.44. Medidas de la longitud del cóndilo ext. en el arco románico por sexos (CE arco)

4.2.20. La longitud del cóndilo interno en el arco románico (CI arco)

No se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas por sexos entre ambos grupos. (Tabla 4.45.)

CI arco	IRO masculino n = 24	Control masculino n = 29	IRO femenino n = 32	Control femenino n = 29
Media	79,4	70,4	62,9	61,8
Mediana	70	70	63,2	61,5
Mín-Máx	58,3-78,3	62,6-86	48,6-78,3	46,1-73,3
D.E.	5	5,7	5,7	4,7
IC 95% media	68,2-72,5	68,3-72,6	60,9-65	60-63,5
	p=0,5486		p=0,4817	

Tabla 4.45. Medidas de la longitud del cóndilo int. en el arco románico por sexos (CI arco)

4.2.21. La longitud del fondo de la tróclea en el arco románico (G arco)

Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas por sexos entre ambos grupos. En el sexo masculino $p=0,0415$ y en el sexo femenino $p=0,0364$. (Tabla 4.46.)

G arco	IRO masculino n = 24	Control masculino n = 29	IRO femenino N = 32	Control femenino N = 29
Media	68,8	66,1	61,7	59,1
Mediana	69,2	65,7	60,8	58,7
Mín-Máx	56,7-76,7	58,6-80	47,1-78,3	43,1-70
D.E.	5,4	5,5	6,1	4,7
IC 95% media	66,5-71,1	64-68,1	59,5-63,9	57,3-60,9
	p=0,0415		p=0,0364	

Tabla 4.46. Medidas de la longitud del fondo troclear en el arco por sexos (G arco)

4.2.22. La profundidad de la tróclea en el arco románico (CE-G arco)

Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas por sexos entre ambos grupos. En el sexo masculino $p=0,0001$ y en el sexo femenino $p=0,0144$. (Tabla 4.47.)

CE-G arco	IRO masculino n = 24	Control masculino n = 29	IRO femenino n = 32	Control femenino n = 29
Media	3,6	6,9	4,7	5,9
Mediana	3,3	7,1	4,3	5,7
Mín-Máx	1,7-5	3,3-10	1,2-13,3	2,8-9,2
D.E.	1,2	2,3	2,3	1,9
IC 95% media	3,1-4,1	6,3-7,4	3,9-5,6	5,1-6,6
	p=0,0001		p=0,0144	

Tabla 4.47. Medidas de la profundidad de la tróclea en el arco por sexos (CE-G arco)

4.2.23. El ángulo de inclinación de la faceta externa en la cima troclear (α_1)

Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas por sexos entre ambos grupos. En el sexo masculino $p=0,0001$ y en el femenino $p=0,0405$. (Tabla 4.48.)

α_1	IRO masculino n = 22	Control masculino n = 23	IRO femenino n = 30	Control femenino n = 18
Media	6,9	17,7	11,5	15,4
Mediana	6,5	17	12	16
Mín-Máx	1-15	7-30	0-23	8-26
D.E.	4	5,7	6,4	4,9
IC 95% media	5,1-8,6	15,2-20,2	9,1-13,9	13-17,9
	p=0,0001		p=0,0405	

Tabla 4.48. Medidas de la inclinación de la faceta externa troclear en el arco románico por sexos (α_1)

4.2.24. El ángulo de inclinación de la faceta externa en el arco románico troclear (α_2)

Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas por sexos entre ambos grupos. En el sexo masculino $p=0,0001$ y en el femenino $p=0,0257$. (Tabla 4.49.)

α_2	IRO masculino n = 24	Control masculino n = 29	IRO femenino n = 32	Control femenino n = 29
Media	10,7	19,3	13,8	16,8
Mediana	11	20	14	17
Mín-Máx	1-18	8-32	4-24	3-30
D.E.	5,2	5,4	4,7	5,7
IC 95% media	8,5-12,9	17,3-21,4	12,1-15,5	14,7-19
	p=0,0001		p=0,0257	

Tabla 4.49. Medidas del ángulo de inclinación de la faceta externa troclear en el arco románico por sexos (α_2)

4.2.25. La báscula rotuliana (β)

Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas por sexos entre ambos grupos. En el sexo masculino $p=0,0001$ y en el sexo femenino $p=0,0001$. (Tabla 4.50.)

β	IRO masculino n = 24	Control masculino n = 29	IRO femenino n = 31	Control femenino n = 29
Media	22,8	8,9	20,9	9,4
Mediana	23,5	10	22	9
Mín-Máx	12-45	2-20	2-34	0-19
D.E.	6,9	4,9	8,2	5,5
IC 95% media	19,9-25,7	7-10,7	17,9-23,9	7,4-11,5
	p=0,0001		p=0,0001	

Tabla 4.50. Medidas de la báscula rotuliana por sexos (β)

4.3. Exactitud de las medidas, índices y puntos de corte

A continuación figura el valor de corte, la sensibilidad, la especificidad y la significación estadística de las medidas en el corte sagital. (Tabla 4.51.)

	Valor de corte	Sensibilidad	Especificidad	P
S	>4mm	67,8%	52,1%	0,0346
C		52,5%	59,2%	0,1278
S/C		64,4%	49,3%	0,1243
PR		35,6%	57,7%	0,9664
PR/AH		35,6%	53,5%	0,5572
AH	>31mm	59,3%	59,2%	0,0016
AT	>34mm	71,2%	73,2%	0,0001
C-D	>1,1	69,5%	60,6%	0,0010
LTR	>50mm	52,5%	84,5%	0,0001
LR		42,4%	40,8%	0,1173
I-S	>1,2	78,0%	67,6%	0,0001
LR/AH	<1,2	44,1%	86,9%	0,0010
N	<9mm	66,1%	84,5%	0,0001
N/LR	<25%	74,6%	66,2%	0,0001

Tabla 4.51. Exactitud de las medidas y puntos de corte (sagital)

A continuación se detallan el valor de corte, la sensibilidad, la especificidad y la significación estadística de las medidas en el corte axial. (Tabla 4.52.)

	Valor de corte	Sensibilidad	Especificidad	P
CE cima		47,2%	41,9%	0,4130
CI cima		52,8%	44,2%	0,7148
G cima		49,1%	53,5%	0,1806
CE-G cima	<5mm	77,4%	60,5%	0,0001
CE arco		60,7%	51,7%	0,9339
CI arco		44,6%	56,7%	0,9934
G arco		48,2%	70,0%	0,0803
CE-G arco	<5mm	85,7%	71,7%	0,0001
α_1	<12°	71,2%	76,7%	0,0001
α_2	<14°	62,5%	71,7%	0,0001
β	>11°	92,7%	63,3%	0,0001

Tabla 4.52. Exactitud de las medidas y puntos de corte (axial)

4.4. Exactitud de las combinaciones de medidas

Para realizar el cálculo de la exactitud de las combinaciones de medidas se utilizaron los puntos de corte obtenidos. Con la combinación de diversos parámetros no se consiguió mejorar la capacidad diagnóstica global de cada uno de ellos por separado. (Tabla 4.53.)

	SENSIBILIDAD	ESPECIFICIDAD
I-S y/o LTR	81,4%	66,2%
C-D y/o N	86,4%	51%
I-S y/o N	84%	64%
I-S y/o β	98,3%	46,5%
I-S y/o β y/o α	98,3%	43,7%
β y/o CE-G cima	89,8%	56,3%
CE-G cima + α_1	74,6%	73,2%
CE-G arco + α_2	71,2%	62%

Tabla 4.53. Exactitud de las combinaciones de las medidas

4.5. Distribución de los casos y controles según los valores umbral o de corte obtenidos

A continuación se detallarán los falsos + (rodillas del grupo control con parámetros alterados). (Tabla 4.54.)

Un **48%** de rodillas del grupo control tenía el saliente >4 mm (34 casos de 71); mientras que en el grupo IRO el **68%** (49 casos de 59).

Un **27%** de rodillas del grupo control tenía la distancia AT >34 mm (19 casos de 71); mientras que en el grupo IRO el **71%** (42 casos de 52).

Un **20%** de rodillas del grupo control tenía la longitud del tendón rotuliano >50 mm (14 casos de 71); mientras que en el grupo IRO el **53%** (31 casos de 59). En 12 rodillas del grupo IRO la LTR era de 50 mm; incluyéndolas se obtenía un **73%** de tendones largos.

Un **25%** de rodillas del grupo control tenía el índice de C-D >1.1 (18 casos de 71); mientras que en el grupo IRO el **69,5%** (41 casos de 59). Sin embargo, en el grupo control existía un **18%** rodillas con el índice de C-D >1.2 (13 casos de 71); mientras que en el grupo IRO el **29%** (17 casos de 59).

Un **25%** de rodillas del grupo control tenía el índice de I-S >1.2 (18 casos de 71); mientras que en el grupo IRO el **78%** (46 casos de 59). Sin embargo, en el grupo control existía un **11%** de rodillas con el índice de I-S >1.3 (8 casos de 71); mientras que en el grupo IRO el **42%** (25 casos de 59).

Un **14%** de rodillas del grupo control tenía el índice morfológico $<1,2$ (10 casos de 71); mientras que en el grupo IRO el **44%** (26 casos de 59).

Un **15%** de rodillas del grupo control tenía la nariz rotuliana <9 mm (11 casos de 71); mientras que en el grupo IRO el **66%** (39 casos de 59).

Un **32%** de rodillas del grupo control tenía la profundidad en la cima de la tróclea <5 mm (14 casos de 44); mientras que en el grupo IRO el **77%** (41 casos de 53).

Un **28%** de rodillas del grupo control tenía la profundidad en el arco románico de la tróclea <5 mm (17 casos de 61); mientras que en el grupo IRO el **86%** (48 casos de 56).

Un **11%** de rodillas del grupo control tenía la inclinación de la pendiente externa en la cima $<12^\circ$ (5 casos de 44); mientras que en el grupo IRO el **71%** (37 casos de 52).

Un **20%** de rodillas del grupo control tenía la inclinación de la pendiente externa de la tróclea en el arco románico $<14^\circ$ (12 casos de 61); mientras que en el grupo IRO el **62%** (35 casos de 56).

Un **30%** de rodillas del grupo control tenía la báscula rotuliana $>11^\circ$ (22 casos de 61); mientras que en el grupo IRO el **93%** (51 casos de 55).

	IRO	Sensibilidad	CONTROL	Falsos +
S >4 mm	40/59	68%	34/71	48%
AT >34 mm	42/59	71%	19/71	27%
LTR >50 mm	31/59	53%	14/71	20%
C-D >1.1	41/59	69%	18/71	25%
I-S >1.2	46/59	78%	18/71	25%
LR/AH $<1,2$	26/59	44%	10/71	14%
N <9 mm	39/59	66%	11/71	15%
CE-G cima <5 mm	41/53	77%	14/44	32%
CE-G arco <5 mm	48/56	86%	17/61	28%
$\alpha_1 <12^\circ$	37/52	71%	5/44	11%
$\alpha_2 <14^\circ$	35/56	62%	12/61	20%
$\beta >11^\circ$	51/55	93%	22/61	30%

Tabla 4.54. Distribución de los casos y controles según los valores de corte

4.6. Análisis multivariable

A continuación se presentan los resultados del modelo de regresión logística múltiple efectuado con las siguientes medidas sagitales (Caton-Deschamps,

Insall-Salvati y la proporción de la nariz rotuliana) y las axiales (báscula rotuliana y la profundidad en el arco románico). (Tabla 4.55.)

MEDIDAS	ODDS RATIO	INTERVALO CONFIANZA 95%
Báscula >11°	8,7	2,1-36,9*
CE-G arco <5 mm	7,7	2,12-28,5*
N/LR	4,7	1,37-16*
I-S >1,2	4,5	1,29-15,4*
C-D >1,1	2,1	0,63-7,14

Tabla 4.55. Exactitud de las combinaciones de las medidas
(* estadísticamente significativos).

Como puede observarse en la tabla, todas ellas presentan una potente asociación independiente y significativa con la IRO (odds ratio >2).

5. DISCUSIÓN

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 femoro-patelar, 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.

6. CONCLUSIONES

1. Los resultados estadísticos demuestran que el análisis de la displasia de la tróclea femoral obtenido con el corte axial de RM (profundidad e inclinación de la carilla externa), a diferencia de la radiografía simple, es mejor que el obtenido con el corte sagital (saliente).
2. La displasia de la tróclea femoral es un parámetro fundamental en la IRO. La profundidad de la tróclea en la cima (CE-G cima) es de 3,3 mm en el grupo IRO y de 6,3 mm en el grupo control; mientras que en el arco románico (CE-G arco) es de 4,2 mm en el grupo IRO y de 6,4 mm en el grupo control. En las rodillas del grupo control la profundidad de la tróclea es similar en la cima y en el arco románico (6,3 y 6,4 mm respectivamente); mientras que en el grupo IRO es más plana en la cima (3,3 mm y 4,2 mm respectivamente).
3. La altura rotuliana, otro factor causal determinante de la IRO, evaluada con el índice de Insall-Salvati es más sensible (78%) que con el índice de Caton-Deschamps (69,5%). El índice de Insall-Salvati presenta una asociación más potente y significativa con la IRO (odds ratio: 4,5) que el índice de Caton-Deschamps (odds ratio: 2,1). Por tanto, I-S es mejor que C-D para evaluar la altura rotuliana en la IRO.
4. La báscula rotuliana (β) es otro factor muy importante para la IRO. Cuando es superior a 11° (sensibilidad del 92,7%), es de entre todos los factores predisponentes el parámetro que mejor clasifica los casos de IRO.
5. Los parámetros más sensibles son la báscula rotuliana (β : 92,7%), la profundidad de la tróclea en el arco románico (CE-G arco: 85,7%) y el índice de Insall-Salvati (I-S: 78%).
6. Los parámetros más específicos son el índice morfológico (LR/AH: 86,9%), la longitud del tendón rotuliano (LTR: 84,5%) y la nariz rotuliana (N: 84,5%).

7. La nariz rotuliana (N) en la IRO es corta (<9 mm) y en el 46% de los casos el índice morfológico (LR/AH) es <1,2 (tipo 3) frente al 14% en el grupo control.
8. La nariz rotuliana (N) en la IRO es un 20% de su longitud total; y es un 10% menor que en el grupo control. La proporción de la nariz (N/LR<25%) presenta *per sé* una potente asociación con la IRO (odds ratio: 4,7); incluso superior a los índices de altura rotuliana.
9. Las diferencias en los resultados encontradas entre el grupo IRO y el grupo control se mantienen cuando se analizan por separado la subpoblación femenina y masculina.
10. Analizando comparativamente la medida media de cada parámetro, se observa que en el grupo IRO: a) la tróclea es 3 mm menos profunda en la cima y 2,2 mm en el arco románico; b) la pendiente de la carilla externa de la tróclea es 7° más horizontal; c) la rótula es más alta; d) el cartílago articular rotuliano está 5 mm más arriba respecto de la interlínea articular; e) el tendón rotuliano es 8 mm más largo; f) la nariz es 4 mm más corta; y g) la rótula está 12° más basculada externamente.
11. Teniendo en cuenta los valores de corte obtenidos, el paciente con IRO es muy probable que pueda presentar alguno de estos parámetros alterados. La tróclea femoral puede ser de <5 mm de profundidad (p=0,0001) y la inclinación de la carilla externa de la tróclea <12° (p=0,0001). La altura de la rótula medida con Caton-Deschamps puede ser >1,1 (p=0,0001), medida con Insall-Salvati >1,2 (p=0,0001) y el índice morfológico <1,2 (p=0,0010). La nariz rotuliana puede ser <9 mm (p=0,0001) y la longitud del tendón rotuliano >50 mm (p=0,0001). Por último, la báscula rotuliana probablemente sea >11° (p=0,0001).

7. BIBLIOGRAFÍA

1. **Aglietti P, Insall J, Cerulli G.** Patellar pain and incongruence: Measurements of incongruence. *Clin Orthop* 1983; 176:217-224.
2. **Albee FH.** The bone graft wedge in the treatment of habitual dislocation of the patella. *Med Rec* 1915; 88:257-258.
3. **Arendt EA, Fithian DC, Cohen.** Current concepts of lateral patella dislocation. *Clin Sports Med* 2002; 21 (3):499-519.
4. **Avikainen VJ, Nikku RK, Seppanen-Lehmonen TK.** Adductor magnus tenodesis for patellar dislocation: technique and preliminary results. *Clin Orthop* 1993; 297:12-16.
5. **Baumgartl F.** Das Kniegelenk 1944. Springer-Verlag, Berlin.
6. **Beaconsfield T, Pintore E, Maffulli N, Petri G.** Radiological measurements in patellofemoral disorders. A review. *Clin Orthop* 1994; 308:18-28.
7. **Bedouelle J.** Antétorsion des cols femoraux. Symposium SOFCOT. Anomalies de rotation des membres inférieurs. *Rev Chir Orthop* 1982; 68:5-13.
8. **Berg E, Mason S, Lucas M.** Patellar heights ratios. A comparison of four measurements methods. *Am J Sports Med* 1996; 24(2):218-221.
9. **Bernageau J, Goutallier D, Larde D, Guérin L.** L'obliquité de la joue externe de la trochlée fémorale. *Encyclop Med Chir* 1981; 30:39-42.
10. **Bernageau J, Goutallier D.** Mésure de la distante TA-GT in Vasile: tonodensitométrie corps. Vigot, Paris, 1986, 512-514.
11. **Berquist TH.** Knee. In: Berquist TH (ed) *Magnetic resonance imaging of the musculoskeletal system*, 1st ed. Lippincott-Raven, Philadelphia, 1996:285-409.
12. **Blackburne JS, Peel TE.** A new method of measuring patellar height. *J Bone Joint Surg (Br)* 1977; 59:241-242.
13. **Blumensaat C.** Lageabweichungen und Verrenkungen der Kniescheibe. *Ergeb Chir Orthop* 1938; 31:149-223.

14. **Bonel F, Pujol J Cahuzac JP, Dimeglio A.** Vascularization artérielle et péri-rotulienne. L'appareil extenseur du genou. Paris, Masson, 1985; 10-15.
15. **Brattstrom A.** Shape of the intercondylar groove normally and in recurrent dislocation of patella. A clinical and X ray anatomical investigation. Acta Orthop. Scand 1964; 68: 1-148.
16. **Brossmann J, Muhle C, Schröder C, Melchert U, Bull CC, Spielmann R, Heller M.** Patellar tracking patterns during active and passive knee extension.: Evaluation with motion-triggered cine MR imaging. Radiology 1993; 187:205-212.
17. **Brossmann J, Muhle C, Büll C, Schröder C, Melchert U, Sieplies J, Spielmann R, Heller M.** Evaluation of patellar tracking in patients with suspected patellar malalignment: Cine MR Imaging vs Arthroscopy. AJR 1994; 162:361-367.
18. **Brossmann J, Muhle C, Bull C, Zieplies J, Melchert U, Brinkmann G, Schröder C, Heller M.** Cine MR imaging before and after realignment surgery for patellar maltracking-comparison with axial radiographs. Skeletal Radiol 1995; 24:191-196.
19. **Brown S, Bradley W.** Kinematic MR imaging of the knee. Magn Reson Imaging Clin N Am 1994;2:441-449.
20. **Buard J, Benoit J, Lortat-Jacob A, Ramadier JO.** Les trochlées fémorales creuses. Rev Chir Orthop 1981; 67:721-729.
21. **Burnotte J, Jourdain M, Blaimont P, Fairen M, Halleux P.** Contribution à l'étude des contraintes fémoro-patellaires: Étude des surfaces de contacte fémoro-patellaires au cours de la flexion du genou. Acta Orthop Belg 1976; 42:144-152.
22. **Carret JP, Carrotenotu F.** Anatomie et physiopatologie de l'articulation fémoro-patellaire. 6èmes Journées Lyonnaises de Chirurgie du Genou, Lyon, 1987, 1-17.
23. **Carrillon Y, Abidi H, Dejour D, Fantino O, Moyen B, Tran-Minh V.** Radiology 2000; 216:582-585.

24. **Carvalho A de, Andersen AH, Topp S, Jurik AG.** A method for assessing the height of the patella. *Int Orthop* 1985; 9(3):195-197.
25. **Casscells W.** Condromalacia de la patela y su relación con el dolor femoral anterior. *Condromalacia de la patela*. Científica PLM S.A. ed, Mexico 1985:95-106.
26. **Caton J.** Méthode de mesure de la hauteur de la rotule. *Acta Orthop Belg* 1989; 55:385-386.
27. **Caton J, Deschamps G, Chambat P, Lerat JL, Dejour, H.** Les rotules basses. A propos de 128 observations. *Rev Chir Orthop* 1982; 68:317-325.
28. **Caton J, Mironneau, Walch G, Levigne C, Michel CR.** La rotule haute idiopathique chez l'adolescent. A propos de 61 cas opérés. *Rev Chir Orthop* 1990; 76(4):253-260.
29. **Conway W, Hayes C, Loughran T, Totty WG, Griffeth LK, el-Koury GY, Shellock FG.** Cross-sectional imaging of the patellofemoral joint and surrounding structures. *Radiographics* 1991; 11:195-217.
30. **Dahhan P, Delepine G, Larde.** L'articulation fémoro-patellaire. *Anat Clin* 1982; 3:23-28.
31. **Davies AP, Costa ML, Donnell ST, Glasgow MM, Shepstone Lee.** The sulcus angle and malalignment of the extensor mechanism of the knee. *J Bone J Surg (Br)* 2000; 82:1162-1166.
32. **Dejour H, Walch G.** La pathologie fémoropatellaire. 6èmes Journées Lyonnaises de Chirurgie du Genou, Lyon, 1987.
33. **Dejour H, Walch G, Neyret Ph, Adeleine P.** La dysplasie de la trochlée fémorale. *Rev Chir Orthop* 1990; 76:45-54.
34. **Dejour H, Walch G, Nove-Josserand L, Guier C.** Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1994; 2:19-26.

35. **Dejour H.** Instabilités de la rotule. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris-France), Appareil locomoteur, 14-328-A-10, 1996, 8 p.*
36. **Delaunay C.** Evaluation arthroscopique du recentrage fémoro-patellaire et corrélation clinique. A propos de 116 genoux chez 115 patients de moins de 40 ans. *Rev Chir Orthop 2000; 86(5):482-490.*
37. **Delgado-Martins H.** A study of the position of the patella using computerized tomography. *J Bone Joint Surg (Br) 1979; 61-B: 443-444.*
38. **Desio DS, Burk RT, Bachus KN.** Soft tissue restraint to lateral patellar translation in the human knee 1998. *Am J Sports Med; 26:59-65.*
39. **Despotin J.** Anatomie de l'articulation fémoro-rotulienne. *Acta Orthop Belg 1978; 44(1):9-20.*
40. **Despontin J, Thomas P.** Réflexions sur l'étude de l'articulation fémoro-rotulienne par la méthode des tomographies axiales transverses computerisées. *Acta Orthop Belg 1978; 44(6):857-870.*
41. **Deutsch AL, Shellock FG, Mink JH.** Imaging of the patellofemoral joint: emphasis on advanced techniques. In: Fox JM, DelPizzo W, eds. *The patellofemoral Joint.* New York: McGraw-Hill 1993: 89.
42. **Dixon WJ.** Ed. *BMDP Statistical Software.* Vol 1 y 2. Berkeley: University of California Press, 1991.
43. **Eckhoff DG, Burke BJ, Dwyer TF, Pring ME, Spitzer VM, VanGerwen DP.** Sulcus morphology of the distal femur. *Clin Orthop 1996; 331:23-28*
44. **Elias D, White L, Fithian D.** Acute lateral patellar dislocation at MR Imaging: Injury patterns of medial patellar soft-tissue restraints and osteochondral injuries of the inferomedial patella. *Radiology 2002; 3: 736-743.*
45. **Fairbank Sir HAT.** Internal derangement of the knee in children and adolescents. *Proceedings of the royal society of medicine 1937;3-11..*

46. **Ficat P.** Le cartilage de la rotule. Simposium SOFCOT. Déséquilibres et chondropaties de la rotule. Rev Chir Orthop 1979; 66(4):252-259.
47. **Floyd A, Phillips P, Khan MRH, Webb JN, McInnes A, Hughes SPF.** Rescurent dislocation of the patella. Histochemical and electromyographic evidence of primary muscle pathology. J Bone Joint Surg (Br) 1987; 69(5):790-793.
48. **Fox TA.** Dysplasia of the quadriceps mechanism. Hypoplasia of the vastus medialis as related to the hypermobile patella syndrome. Surg Clin North Am 1975; 55:199-226.
49. **Frot B, Zeitoun F, Stérin P, Silbermann O, Drapjl, Thivet A, Benacerraf R.** Imagerie des instabilités externes de la rotule. J Radiol 1996; 77:5-15.
50. **Fulkerson JP, Gossling HR.** Anatomy of the knee joint lateral retinaculum. Clin. Orthop 1980; 153:183-188.
51. **Fulkerson JP.** Anteromedialization of the tibial tuberosity for patellofemoral malalignment. Clin Orthop 1983; 177:176-181.
52. **Fulkerson JP, Schutzer SF, Ramsby GR, Bernstein RA.** Computerized tomography of the patellofemoral joint before and after lateral release or realignment. Arthroscopy 1987; 3:19-24.
53. **Galland O, Walch G, Dejour H, Carret JP.** An anatomical and radiological study of the femoropatellar articulation. Surg Radiol Anat 1990; 12:119-125.
54. **Geenen E, Molenaers G, Martens M.** Patella alta in patellofemoral instability. Acta Orthop Belg 1989; 55:387-393.
55. **Ghelman B, Hodge J.** Imaging of the patellofemoral joint. Orthop Clin North Am 1992; 23 (4):523-543.
56. **Goodfellow J, Hungerford DS, Zindel M.** Patellofemoral joint mechanics and pathology. Funtional anatomy of the patello-femoral joint. J Bone Joint Surg (Br) 1976 ; 58 (3):287-290.

57. **Goutallier D, Bernageau J, Lecudonnec B.** Mesurancce de l'écart tubérosité tibiale antérieure-gorge de la trochlée (TA-GT). Techniques, résultats, intérêts. Rev Chir Orthop 1978; 64: 423-428.
58. **Grammont P, Trouilloud P.** Retentissement des anomalies rotationnelles du membre inférieur sur le genou. Les anomalies de rotation des membres inférieurs . Rev Chir Orthop 1982; 68:52-57.
59. **Gray S, Kaplan P, Dussault R.** Imaging of the knee. Orthop Clin North Am 1997; 28 (4):643-658.
60. **Grelsamer RP, Cartier P.** Comprehensive approach to patellar pathology. Contemp Orthop 1990; 20:493-501.
61. **Grelsamer RP, Proctor CS, Bazos AN.** Evaluation of patellar shape on the sagittal -a clinical analysis. Am J Sports Med 1994; 22: 61-66.
62. **Grelsamer RP, Meadows S.** The modified Insall-Salvati ratio for patellar height. Clin Orthop 1992; 282:170-176.
63. **Grelsamer R, Bazos A, Proctor C.** Radiographic analysis of patellar tilt. J Bone Joint Surg (Br) 1993; 75-B:822-824.
64. **Grelsamer R.** Patellar malalignment. J Bone Joint Surg 2000; 82-A: 1639-1650.
65. **Grelsamer RP, Tedder JL.** The lateral trochlear sign: femoral trochlear dysplasia as seen on a lateral view roetgenograph. Clin Orthop 1992; 281:159-162.
66. **Grelsamer RP, Newton PM, Staron R.** The medial-lateral position of the patella in the extended knee. Arthroscopy 1998; 14:23-28.
67. **Gunn DR.** Contracture of the quadriceps muscle. J Bone Joint Surg (Br) 1964; 46:492-497.
68. **Guzzanti V, Gigante A, Di Lazzaro A.** Patellofemoral malalignment in adolescents: computed tomographic assessment with or without quadriceps contraction. Am J Sports Med 1994; 22:55-60.

69. **Harman M, Dogan A, Arslan H, Ipeksoy U, Vural S.** Evaluation of the patellofemoral joint with kinematic MR fluoroscopy. *Clin Imaging* 2002; 26(2):136-139.
70. **Hautamaa PV, Fithian DC, Kaufman KR, Daniel DM, Pohlmeier AM.** Medial soft tissue restraints in lateral patellar instability and repair. *Clin Orthop* 1998; 349:174-182.
71. **Hayes CW, Sawyer RW, Coonway WF.** Patellar cartilage lesions: in vitro detection and staging with MR imaging and pathologic correlation. *Radiology* 1990; 176:479-483.
72. **Hayes CW.** MRI of the patellofemoral joint. *Semin Ultrasound CT MRI* 1994; 15 (5):383-395.
73. **Heron CW, Calvert PT.** Three-dimensional gradient-echo images MR imaging of the knee: comparison with arthroscopy in 100 patients. *Radiology* 1992; 183:839-844.
74. **Hodge JC, Ghelman B, O'brien SJ, Wickiewicz TL.** Synovial plicae and chondromalacia patellae: correlation of results of CT arthrography with results of arthroscopy. *Radiology* 1993; 186:827-831.
75. **Huberti HH, Hayes WC.** Patellofemoral contact pressures: the influence of Q-angle and tendofemoral contact. *J Bone Joint Surg (Am)* 1984; 66:715-724.
76. **Hughston JC.** Subluxation of the patella. *J Bone Joint Surg (Am)* 1968; 50:1003-1026.
77. **Hungerford DS, Barry M.** Biomechanics of the patellofemoral joint. *Clin Orthop* 1979; 144:9-15.
78. **Imhof H, Nöbauer-Huhmann, Krestan C, Gahleitner A, Sulzbacher I, Marlovits S, Trattnig S.** MRI of the cartilage. *Eur Radiol* 2002; 12: 2781-2793.
79. **Inoue M, Shino K, Hirose H, Horibe S, Ono K.** Subluxation of the patella: computerized tomography analysis of the patellofemoral congruence. *J Bone Joint Surg (Am)* 1988; 70-A:1331-1337.

80. **Insall J, Bullough PG, Burnstein AH.** Proximal tube realignment of the patella for chondromalacia patellae. *Clin Orthop* 1979;144:63.
81. **Insall J, Goldberg V, Salvati E.** Recurrent dislocation and the high riding patella. *Clin Orthop* 1972; 88:67-69.
82. **Insall J, Salvati E.** Patella position in the normal knee joint. *Radiology* 1971; 101:101-104.
83. **Judet J, Judet H.** L'allongement du vaste externe dans luxations et subluxations de la rotule. *Nouv presse méd* 1975; 4, 22:1647-1649.
84. **Julliard R.** Diagnostic radiographique de l'instabilité rotulienne. Les défilés en rotation externe. *J Chir* 1982; 119:169-175.
85. **Juillard R.** Stabilité rotulienne. De la mesure de la TA-GT. *J Traumatol Sport* 1991; 8:65-75.
86. **Kahn KM, Bonar F, Desmond PM and the Victorian Institute of Sport Tendo Study Group.** Patellar tendinosis (jumper's knee): findings at histopathologic examination; US, and MR imaging. *Radiology* 1996; 200:821-827.
87. **Kannus PA.** Long patellar tendon: Radiographic sign of patellofemoral pain syndrome. A prospective study. *Radiology* 1992; 185:859-863.
88. **Kapandji IA (Ed.).** Cuadernos de fisiología articular. Barcelona, Masson, 1977:86.
89. **Kaufer H.** Mechanical function of the patella. *J Bone Joint Surg (Am)* 1971; 53 (8):1551-156.
90. **Kaufer H.** Patellar biomechanics. *Clin Orthop* 1979; 144:51-54.
91. **Kirsch M, Fitzgerald S, Friedman H, Rogers L.** Transient lateral patellar dislocation: Diagnosis with MR Imaging. *Am J Roetgenol* 1993; 161:109-113.
92. **Koskinen SK, Hurme M, Kujala UM.** Restoration of patellofemoral congruity by combined lateral release and tibial tuberosity transposition as assessed by MRI analysis. *Int Orthop* 1991; 15:363-366.

93. **Koskinen SK, Kujala UM.** Patellofemoral relationships and distal insertion of the vastus medialis muscle: a magnetic resonance imaging study in nonsymptomatic subjects and in patients with patellar dislocations. *Arthroscopy* 1992; 8:456-468.
94. **Koskinen SK, Taimela S, Nelimarkka O, Komu M, Kujala UM.** Magnetic resonance imaging of patellofemoral relationships. *Skeletal Radiol* 1993; 22:403-410.
95. **Kujala U, Osterman K, Kormano M, Komu M, Schlenzka D.** Patellar motion analyzed by magnetic resonance imaging. *Acta Orthop Scand* 1989; 60:13-16.
96. **Kujala U, Osterman K, Kormano M, Nelimarkka O, Hurme M, Taimela S.** Patellofemoral relationships in recurrent patellar dislocation. *J Bone Joint Surg* 1989; 71(Br):788-792.
97. **Labelle H, Laurin C.** Radiological investigation of normal and abnormal patellae. *J Bone Joint Surg* 1975; 57(Br):578-588.
98. **Lance E, Deutsch AL, Mink JH.** Prior lateral patellar dislocation: MR imaging. *AJR* 1993; 189:905-907.
99. **Lancourt JE, Cristini JA.** Patella alta and patella infera. Their ethiological role in patellar dislocation, chondromalacia and apophysitis of the tibial tubercle. *J Bone Joint Surg (Am)* 1975; 57:1112-1115.
100. **Laurin CA, Dussault R, Labelle H, Peides JP.** The abnormal lateral patellofemoral angle: a diagnostic roentgenographic sign of recurrent patellar subluxation. *J Bone J Surg Am* 1978; 60:55-60.
101. **Laurin C, Dussault R, Levesque H.** The tangential X ray investigation of the patellofemoral joint. *Clin. Orthop* 1979; 144:16-26.
102. **Lee Pope T.** MR imaging of patellar dislocation and relocation. *Semin Ultrasound CT MRI* 2001; 22 (4):371-382.

103. **Lewandrowski KU, Ekkernkamp A, David A, Muhr G, Schollmeier G.** Classification of articular cartilage lesions of the knee at arthroscopy. *Am J Knee Surg* 1996; 9:121-128.
104. **Lieb FJ, Perry J.** Quadriceps function: an anatomical and mechanical study using amputated limbs. *J Bone Joint Surg (Am)* 1968; 50A:1535-1548.
105. **Lieb FJ, Perry J.** Quadriceps function: An electromyographic study under isometric conditions. *J Bone Joint Surg (Am)* 1971; 53: 749-758.
106. **Maldague B, Malghem J.** Apport du cliché de profil du genou dans le dépistage des instabilités rotuliennes. *Rev Chir Orthop* 1985 ;71 (suppl II):5-13.
107. **Maldague B, Malghem J.** Imagerie du genou. *Cahiers d'Enseignement, SOFCOT* 1987;343-370.
108. **Malghem J, Maldague B.** Depth insufficiency of the proximal trochlear groove on lateral radiographs of the knee: relation to patellar dislocation. *Radiology* 1989; 170:507-510.
109. **Mansat C, Bonnel F, Jaeger JH.** L'appareil extenseur du genou. Masson, 1985.
110. **Mansat CH.** Déséquilibre rotulien et instabilité rotatoire externe du genou. *Acta Orthop Belg* 1977; 43:718-740.
111. **Maquet P.** Les contraintes de compression fémoro-patellaires. *Acta Orthop Belg* 1981; 47:12-16.
112. **Maquet P:** Mechanics and osteoarthritis of the patellofemoral joint. *Clin Orthop* 1979; 144:70-73.
113. **Mariani P, Casuro I.** An electromyographic investigation of subluxation of the patella. *J Bone Joint Surg (Br)* 1979; 61:169-171.
114. **Martínez S, Korobkin M, Fondren FB.** Diagnosis of patello femoral malalignment by computed tomography. *J Comput Assist Tomogr* 1983;7 (6):1050-1053.

115. **Masciocchi C, Barile A, Satragno.** Musculoskeletal MRI: dedicated systems. *Eur Radiol* 2000; 10:250-255.
116. **Masse Y.** La trochléoplastie. Restauration de la gouttière trochléene dans les subluxations et luxations de la rotule. *Rev Chir Orthop* 1978; 64:3-17.
117. **McLoughlin RF, Raber EL, Vellet AD, Willey JP, Bray RC.** Patellar tendinitis: MR imaging features, with suggested pathogenesis and proposed classification. *Radiology* 1995; 197:843-848.
118. **McNally EG, Ostlere SJ, Pal C, Reid H, Dodd C.** Assesment of patellar maltracking using combined static and dynamic MRI. *Eur Radiol* 2000; 10:1051-1055.
119. **McNally EG.** Imaging assessment of anterior knee pain and patellar maltracking. *Skeletal Radiol* 2001;30:484-495.
120. **Merchant A, Mercer R, Jacobsen R.** Roentgenographic analysis of patello-femoral congruence. *J Bone Joint Surg (Am)* 1974; 56A:1391-1396.
121. **Merchant A.** Classification of patellofemoral disorders. *Arthroscopy* 1988; 4 (4):235-240.
122. **Merchant AC, Mercer RL.** Lateral release of the patella. *Clin Orthop* 1974; 103:40-45.
123. **Miller T, Staron R, Feldman F.** Patellar height on sagittal MRI of the knee. *AJR* 1996; 167:339-341.
124. **Mink JH, Reicher MA, Crues III JV, Deutsch AI (eds)** MRI of the knee, 2nd ed. Raven Press, 1993 New York.
125. **Muhle C, Brossmann J, Heller M.** Kinematic MRI of the knee using a specially designed positioning device. *J Comput Assist Tomogr* 1996; 20: 522-525.
126. **Muhle C, Brossmann J Heller M.** Kinematic CT and MR imaging of the patellofemoral joint. *Eur Radiol* 1999; 9:508-518.

127. **Muneta T, Sekiya I, Tsuchiya M, Shinomiya K.** A technique for reconstruction of the medial patellofemoral ligament. *Clin Orthop* 1999; 159:151-155.
128. **Neyret Ph, Robinson AHN, Le Coultre B, Lapra, C, Chambat.** Patellar tendon length-the factor in patellar instability?. *The Knee* 2002; 9:3-6.
129. **Nomura E.** Classification of lesions of the medial patello-femoral ligament in patellar dislocation. *Int Orthop* 1999; 23:260-263.
130. **Nomura E, Horiuchi Y, Inoue M.** Correlation of MR imaging findings and open exploration of medial patellofemoral ligament injuries in acute patellar dislocations. *Knee* 2002; 9 (2):139-143.
131. **Norman O, Egund N, Ekelund L, Runow A.** The vertical position of the normal patella. *Acta Orthop Scand* 1983; 54:908-913.
132. **Nové Jossierand L, Dejour D.** Dysplasie du quadriceps et bascule rotulienne dans l'instabilité rotulienne objective. *Rev Chir Orthop* 1995; 81:497-504.
133. **Nové Jossierand L.** La bascule rotulienne et la plastie du vaste interne. 8èmes Journées Lyonnaises de Chirurgie du Genou, Lyon, 1995; 189-193.
134. **Noyes FR, Stabler CL.** A system for grading articular cartilage lesions at arthroscopy. *Am J Sports Med* 1989; 17:505-513.
135. **Outerbridge RE, Dunlop MB.** The problem of chondromalacia patellae. *Clin Orthop* 1975; 110:177-196.
136. **Peterfy SG, Majumdar S, Lang P.** MR imaging of the arthritic knee: improved discrimination of the cartilage, synovium, and effusion with pulsed saturation transfer and fat suppressed T1 weighted sequences. *Radiology* 1994; 191:413-419.
137. **Picard F, Saragaglia D, Montbarbon E, Tourme Y, Charbel A.** Étude morphométrique de l'articulation fémoro-patellaire à partir de l'incidence radiologique de profil. *Rev Chir Orthop* 1997; 83:104-111.

138. **Pfirschmann C, Zanetti M, Romero J, Hodler J.** Femoral trochlea dysplasia: MR findings. *Radiology* 2000; 216:858-864.
139. **Powers CM, Shellock FG, Pfaff M, Perry J.** Quantification of patellar tracking using kinematic resonance imaging. *J Magn Reson Imaging* 1995; 8:724-732.
140. **Powers C, Shellock F, Plaff M.** Quantification of patellar tracking using kinematic MRI. *J Magn Reson Imaging* 1998; 8:724-732.
141. **Quinn S, Brown T, Demlow T.** MR appearances of patellar retinacular ligament injuries. *J Magn Reson Imaging* 1993; 3:843-847.
142. **Raguet M.** Mésure radiologique de la hauteur trochléenne. *J Trauma Sport* 1986; 3:210-213.
143. **Reider B, Marshall JL, Koslin B, Ring B, Girgis FG.** The anterior aspect of the knee joint an anatomical study. *J Bone Joint Surg (Am)* 1981; 63-A:351-356.
144. **Reiser M, Vahlensieck M.** La rodilla. En: Vahlensieck M, reiser M (eds). *Resonancia magnética músculo-esquelética*, 1ª ed. Marbán, Madrid, 2000: 169-218.
145. **Remy F, Gougeon F, Ala Eddine T, Migaud H, Fontaine C, Duquenois A.** Reproductibilité de la nouvelle classification de la dysplasie femorale selon Dejour et valeur predictive sur la sévérité de l'instabilité fémoro-patellaire sur 47 genoux. *Rev Chir Orthop* 2001; 87:90-95.
146. **Roux C.** The classic: recurrent dislocation of the patella: operative treatment. *Clin Orthop* 1979; 144:4-8.
147. **Ruwe PA, Shirley MM.** Cost effectiveness of magnetic resonance imaging of the knee. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 1994; 2:475-479.
148. **Sallay PI, Poggi J, Speer KP, Garrrett WE.** Acute dislocation of the patella: a correlative pathoanatomic study. *Am J Sports Med* 1996; 24:52-60.

149. **Sanders T, Morrison W, Singleton B, Miller M, Cornum K.** Medial patellofemoral ligament injury following acute transient dislocation of the patella: MR findings with surgical correlation in 14 patients. *J Comput Assist Tomogr* 2001; 25 (6):957-962.
150. **Sandmeier RH, Burks RT, Bachus KN, Billings A.** The effect of reconstruction of the medial patellofemoral ligament on patellar tracking. *Am J Sports Med* 2000; 28:345-349.
151. **Sasaki T, Yagi Y.** Subluxation of the patella: investigation by computerized tomography. *Int Orthop* 1986; 10:115-120.
152. **Scapinelli R.** Studies on the vasculature of the human knee joint. *Acta Anat* 1968; 70:305-331.
153. **Schutzer SF, Ramsby GR, Fulkerson J.** Computer tomographic classification of patellofemoral pain patients. *Orthop Clin North Am* 1986; 17 (2):235-248.
154. **Schutzer SF, Ramsby GR, Fulkerson J.** The evaluation of patellofemoral pain using computerized tomography: a preliminary study. *Clin Orthop* 1986; 204:286-293.
155. **Schweitzer M, Mitchell D, Ehrlich S.** The patellar tendon: thickening, internal signal buckling, and others variants. *Skeletal Radiol* 1993; 22: 411-416.
156. **Settegast A.** Typische Roetgenbilder von normalen Menschen. *Lehmanns Ned Atlanten* 1921; 5:211.
157. **Sheehan FT, Drace JE.** Quantitative MR measures of three-dimensional patellar kinematics as a research and diagnostic tool. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1998;1399-1405.
158. **Shellock FG.** Kinematic MRI evaluation of the joints. In: Stoller DW, ed. *Magnetic resonance imaging in orthopaedics and rheumatology*. Philadelphia: JB Lippincott 1993.
159. **Shellock F, Mink J, Fox J.** Patellofemoral joint: Kinematic MR Imaging to assess tracking abnormalities. *Radiology* 1988; 168:551-553.

160. **Shellock F, Mink J, Deutsch A, Fox J.** Evaluation of patellar tracking abnormalities using kinematic MR Imaging: clinical experience in 130 patients. *Radiology* 1989; 172:799-804.
161. **Shellock F, Foo T, Deutsch A, Mink J.** Patellofemoral joint: evaluation during active flexion with ultrafast spoiled GRASS MR imaging. *Radiology* 1991; 180:581-585.
162. **Shellock FG.** Patellofemoral joint abnormalities in athletes: evaluation by kinematic magnetic resonance imaging. *Top Magn Reson Imaging* 1991; 3:71-95.
163. **Shellock F, Fox J, Deutsch A, Mink J, Foo T.** Kinematic MR Imaging of the patellofemoral joint: comparison between passive positioning and active movement techniques. *Radiology* 1992; 184:574-577.
164. **Shellock F, Mink J, Deutsch A, Fox J, Sullenberger.** Patellofemoral joint identification of abnormalities using active movement, "unloaded" vs "loaded" kinematic MR imaging techniques. *Radiology* 1993; 188:575-578.
165. **Simmons E, Cameron J.** Patella alta and recurrent dislocation of the patella. *Clin Orthop* 1992; 274:265-269.
166. **Smillie IS.** Enfermedades de la articulación de la rodilla. Barcelona, Jims ed, 1981:78-79.
167. **Sonin A, Pensy R, Mulligan M, Hatem S.** Grading articular cartilage of the knee using fast spin-echo proton weighted MR Imaging without fat suppression. *AJR* 2002; 179:1159-1166.
168. **Spritzer CE.** "Slip sliding Away": Patellofemoral dislocation and tracking. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2000; 8:299-320.
169. **Spritzer CE, Courneya DL, Burk DL Jr, Garrett WE, Stroong JA.** Medial retinacular complex injury in acute patellar dislocation: MR findings and surgical implications. *AJR* 1997; 168:117-122.
170. **SPSS.** Base system user's guide. Chicago: SPSS Inc. 1990.

171. **Stanford W, Phelan J, Kathol MH, Rooholamini SA, El Koury GY, Palutsis GR, Albright JP.** Patellofemoral joint motion: evaluation by ultrafast computed tomography. *Skeletal Radiol* 1988; 17:487-492.
172. **Stäubli H, Bollman C, Kreutz R, Becke W, Rauschning W.** Quantification of intact quadriceps tendon, quadriceps tendon insertion and suprapatellar fat pad: MR arthrography, anatomy, and cryosections in the sagittal plane. *AJR* 1999; 173:691-698.
173. **Stäubli H, Durrenmatt U, Porcellini B, Rauschning W.** Anatomy and surface geometry of the patellofemoral joint in the axial plane. *J Bone Joint Surg (Br)* 1999; 81:452-458.
174. **Stäubli HU, Bosshard C, Porcellini P, Rauschning W.** Magnetic resonance imaging for articular cartilage: cartilage-bone mismatch. *Clin Sports Med* 2002; 21(3):417-433.
175. **Stoller DW, Cannon WD, Anderson LJ.** The knee. In: Stoller DW (ed). *Magnetic resonance imaging in orthopaedics and sports medicine*, 2nd ed. Lippincott-Raven, Philadelphia, 1997:597-742.
176. **Tabutin J.** Subluxations et luxations récidivantes de la rotule. 3èmes Journées Lyonnaises de Chirurgie du Genou, Lyon, 1977.
177. **Tavernier T, Dejour D.** Imagerie du genou: quel examen choisir? *J Radiol* 2001; 82:387-405.
178. **Tennant S, Williams A, Vedi V, Kinmont C, Gedroyc W, Hunt D.** Patello-femoral tracking in the weight-bearing knee: a study of asymptomatic volunteers utilising dynamic magnetic resonance imaging: a preliminary report. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2001; 9:155-162.
179. **Testut L, Latarjet A.** Tratado de anatomía humana, Salvat ed., 1985.
180. **Trillat A, Dejour H.** Les fractures chondro-asseuses du versant articulaire interne de la rotule. *Rev Chir Orthop* 1967; 53:331-342.
181. **Vainionpaa S, Laasonen E, Patiala H, Rusanen M, Rokkannen P.** Acute dislocation of the patella. Clinical, radiographic and operative

- finding in 64 consecutive cases. *Acta Orthop Scand* 1986; 57:331-333.
182. **Vallotton JA**; Meuli RA, Leyvraz PF. Comparison between magnetic resonance imaging and arthroscopy in the diagnosis of patellar lesions. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1995; 3:157-162.
183. **Vilarrubias JM**. Patología del aparato extensor de la rodilla. Barcelona: ed. JIMS 1986; 131-134.
184. **Virolainen H, Visuri T, Kuusela T**. *Radiology* 1993; 189:243-246.
185. **Walch G, Dejour H**. La radiologie dans la pathologie femoro-patellaire. *Acta Orthop Belg* 1989; 55 (3):371-380.
186. **Ward S, Shellock F, Terk M, Salsish G, Powers C**. Assessment of patellofemoral relationships using kinematic MRI: Comparison between qualitative and quantitative methods. *J Magn Reson Imaging* 2002; 16: 69-74.
187. **Wiberg G**. Roentgenographic and anatomic studies of the femoropatellar joint, with special reference to chondromalacia patellae. *Acta Orthop Scand* 1941 ; 12:319-410.
188. **Willems S, Litt R, Albassir A, Debry R**. Étude comparative d'une série de genoux normaux et d'une série de genoux à rotule instable. *Acta Orthop Belg* 1989; 55:339-345.
189. **Witonski D, Góraj B**. Patellar motion analyzed by kinematic and dynamic axial magnetic resonance imaging in patients with anterior knee pain syndrome. *Arch Orthop Trauma Surg* 1999; 119:46-49.
190. **Witonski D**. Dynamic magnetic resonance imaging. *Clin Sports Med* 2002; 21 (3):403-415.

8. ANEXOS

Anexo 1

Medidas e índices realizados en el corte sagital	
S	Saliente de la tróclea femoral
C	Longitud intercondílea
PR	Superficie de contacto articular femoropatelar
AT	Distancia del platillo tibial al polo inferior rotuliano
AH	Longitud de la superficie articular rotuliana
LTR	Longitud del tendón rotuliano
LR	Longitud de la diagonal mayor rotuliana
N	Nariz rotuliana
S/C	Proporción del saliente
PR/AH	Superficie de contacto trócleo rotuliana
C-D	Índice de Caton-Deschamps
I-S	Índice de Insall-Salvati
N/LR	Proporción de nariz rotuliana
LR/AH	Índice morfológico
Medidas realizadas en el corte axial	
CE (1,2)	Longitud del cóndilo externo
CE (1,2)	Longitud del cóndilo interno
G (1,2)	Longitud del surco troclear
α (1,2)	Ángulo de inclinación de la carilla externa troclear
CE-G (1,2)	Profundidad de la tróclea
β	Báscula rotuliana

(1,2) corresponde con el corte en la cima y en el arco románico de la tróclea

Anexo 2

	IRO PACIENTES		PACIENTES CONTROL		Valor corte (mm)	Sensibilidad	Especificidad	P
	Media (mm)	Rango (mm)	Media (mm)	Rango (mm)				
S	4,8	0,8-8,9	4,2	1,7-7,3	>4 mm	67,8%	52,1%	0,0346
C	41,4	33,5-52,0	40,4	30,0-54,5	-	52,5%	59,2%	0,1278
S/C	0,11	0,02-0,21	0,10	0,04-0,19	-	64,4%	49,3%	0,1243
PR	8,3	1,7-16,0	8,1	0,9-16,7	-	35,6%	57,7%	0,9664
PR/AH	0,27	0,05-1,0	0,27	0,02-0,50	-	35,6%	53,5%	0,5572
AH	32,2	25,0-46,7	30,1	22,9-44,3	>31 mm	59,3%	59,2%	0,0016
AT	36,9	25,0-48,3	31,9	23,3-44,0	>34 mm	71,2%	73,2%	0,0001
C-D	1,16	0,71-1,60	1,07	0,77-1,43	>1,1	69,5%	60,6%	0,0010
LTR	51,8	34,3-70,0	44,4	21,8-61,4	>50 mm	52,5%	84,5%	0,0001
LR	39,1	26,7-55,7	40,3	26,0-54,5	-	42,4	40,8%	0,1173
I-S	1,35	0,85-2,20	1,11	0,60-2,10	>1,2	78%	67,6%	0,0001
LR/AH	1,22	0,70-1,69	1,35	0,81-2,14	<1,2	44,1%	86,9%	0,0010
N	7,8	0,8-14,3	11,9	4,0-21,7	<9 mm	66,1%	84,5%	0,0001
N/LR	0,20	0,02-0,36	0,3	0,15-0,56	<0,25	74,6%	66,2%	0,0001
CE cima	66,8	48,6-80,0	68,4	58,5-86,0	-	47,2%	41,9%	0,4130
CI cima	63,9	44,3-78,3	64,8	53,8-80,0	-	52,8%	44,2%	0,7148
G cima	63,5	42,9-78,3	62,1	49,2-78,0	-	49,1%	53,5%	0,1806
CE-G cima	3,3	-1,6-8,3	6,3	1,7-11,4	<5 mm	77,4%	60,5%	0,0001
CE arco	69,0	54,3-81,7	69,2	47,7-90,0	-	60,7%	51,7%	0,9339
CI arco	66,1	48,6-78,3	66,4	46,1-86,0	-	44,6%	56,7%	0,9934
G arco	64,7	47,1-78,3	63,0	43,1-80,0	-	48,2%	70,0%	0,0803
CE-G arco	4,21	1,2-13,3	6,4	2,9-10,0	<5 mm	85,7%	71,7%	0,0001
α_1	9,6°	0,0°-23,0°	16,5°	7,0°-30,0°	<12°	71,2%	76,7%	0,0001
α_2	12,5°	1,0°-24,0°	18°	3,0°-32,0°	<14°	62,5%	71,7%	0,0001
β	21,7°	2,0°-45,0°	9,2°	0,0°-20,0°	>11°	92,7%	63,3%	0,0001

Valores de la media, rango, punto de corte, sensibilidad, especificidad y significación estadística.

FACULTAT DE MEDICINA
DEPARTAMENT DE MEDICINA I CIRURGIA
HOSPITAL UNIVERSITARI de TARRAGONA "JOAN XXIII"
UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI



ANÁLISIS CUANTITATIVO COMPARATIVO
CON RESONANCIA MAGNÉTICA
DE LOS FACTORES PREDISPONENTES
DE LA INESTABILIDAD ROTULIANA OBJETIVA

Joan Salvador ESCALA ARNAU

TESIS DOCTORAL

-2003-

Grupo IRO

	Sexo	Edad	Escala	P	P	C	C	P/C	PR	PR	PR/AH	
1	f	31	6	3,0	5,0	23	38,3	0,1	4	6,7	0,1	
2	bilat	f	31	7	4,0	5,7	26	37,1	0,2	7	10,0	0,3
3	f	40	6	2,0	3,3	22	36,7	0,1	5	8,3	0,3	
4	m	16	6	3,0	5,0	26	43,3	0,1	8	13,3	0,4	
5	bilat	m	16	6	3,0	5,0	27	45,0	0,1	9	15,0	0,4
6	m	17	8	7,0	8,8	32	40,0	0,2	10	12,5	0,4	
7	bilat	m	17	7	5,0	7,1	30	42,9	0,2	10	14,3	0,4
8	f	16	7	3,0	4,3	28	40,0	0,1	1,5	2,1	0,1	
9	bilat	f	16	6	2,0	3,3	26	43,3	0,1	2	3,3	0,1
10	f	45	6	3,0	5,0	23	38,3	0,1	4	6,7	0,2	
11	m	23	10	2,0	2,0	38	38,0	0,1	6	6,0	0,2	
12	m	36	9	3,0	3,3	37	41,1	0,1	11	12,2	0,4	
13	f	16	9	4,0	4,4	33	36,7	0,1	8	8,9	0,3	
14	bilat	f	16	9	3,0	3,3	33	36,7	0,1	8	8,9	0,2
15	f	20	6	4,0	6,7	23	38,3	0,2	3	5,0	0,1	
16	m	17	6	2,0	3,3	24	40,0	0,1	7	11,7	0,4	
17	f	22	10	8,0	8,0	42	42,0	0,2	9	9,0	0,3	
18	bilat	f	22	10	7,0	7,0	47	47,0	0,1	7	7,0	0,2
19	m	28	5	2,0	4,0	21	42,0	0,1	1,5	3,0	0,1	
20	m	21	9	3,0	3,3	40	44,4	0,1	5	5,6	0,1	
21	m	18	7	4,0	5,7	25	35,7	0,2	6	8,6	0,3	
22	f	17	7	3,0	4,3	28	40,0	0,1	4	5,7	0,2	
23	bilat	f	17	7	4,0	5,7	28	40,0	0,1	8	11,4	0,4
24	f	25	7	5,0	7,1	26	37,1	0,2	4	5,7	0,2	
25	bilat	f	25	6	2,0	3,3	20	33,3	0,1	3	5,0	0,2
26	m	18	9	4,0	4,4	44	48,9	0,1	9	10,0	0,3	
27	m	17	6	1,0	1,7	26	43,3	0,0	5	8,3	0,3	
28	f	16	6	0,5	0,8	21	35,0	0,0	3	5,0	0,2	
29	bilat	f	16	7	4,0	5,7	25	35,7	0,2	5	7,1	0,2
30	m	21	10	5,0	5,0	48	48,0	0,1	4	4,0	0,1	
31	f	18	7	3,0	4,3	25	35,7	0,1	8	11,4	0,4	
32	bilat	f	18	7	2,0	2,9	27	38,6	0,1	7	10,0	0,3
33	m	37	6	4,0	6,7	25	41,7	0,2	9	15,0	0,6	
34	f	16	7	4,0	5,7	28	40,0	0,1	5	7,1	0,3	
35	f	39	5	2,5	5,0	22	44,0	0,1	6	12,0	0,4	
36	m	23	10	5,0	5,0	48	48,0	0,1	10	10,0	0,3	
37	m	40	10,5	5,0	4,8	45	42,9	0,1	14	13,3	0,4	
38	f	42	6	3,0	5,0	26	43,3	0,1	5	8,3	0,3	
39	f	19	7	5,0	7,1	29	41,4	0,2	7	10,0	0,3	
40	f	18	10	5,0	5,0	39	39,0	0,1	9	9,0	0,3	
41	m	22	6	3,0	5,0	27	45,0	0,1	5	8,3	0,2	
42	f	35	11	5,0	4,5	44	40,0	0,1	8	7,3	0,2	
43	m	37	6	4,0	6,7	26	43,3	0,2	4	6,7	0,2	
44	m	36	6	2,0	3,3	27	45,0	0,1	7	11,7	0,4	
45	f	20	6	2,5	4,2	25	41,7	0,1	1	1,7	0,1	
46	f	16	5	2,0	4,0	21	42,0	0,1	6	12,0	0,4	
47	bilat	f	16	6	3,0	5,0	24	40,0	0,1	4	6,7	0,2
48	m	17	5	3,0	6,0	26	52,0	0,1	8	16,0	0,5	
49	m	21	8	2,0	2,5	32	40,0	0,1	4	5,0	0,2	
50	f	40	7	2,0	2,9	26	37,1	0,1	3	4,3	0,2	
51	f	17	7	3,0	4,3	32	45,7	0,1	11	15,7	0,5	
52	m	23	9	8,0	8,9	43	47,8	0,2	7	7,8	0,2	
53	f	16	7	1,5	2,1	28	40,0	0,1	8	11,4	0,4	
54	m	19	6	1,5	2,5	23	38,3	0,1	2	3,3	0,1	
55	bilat	m	19	6	2,0	3,3	25	41,7	0,1	3	5,0	0,2
56	m	37	5	2,5	5,0	22	44,0	0,1	4	8,0	0,2	
57	f	26	6	3,0	5,0	26	43,3	0,1	2	3,3	0,1	
58	m	38	6	4,0	6,7	27	45,0	0,1	3	5,0	0,1	
59	bilat	m	38	5	4,0	8,0	25	50,0	0,2	1	2,0	0,1

	AH	AH	AT	AT	AT/AH	LTR	LTR	LR	LR	LTR/LR	LR/AH	N	N	N/LR
1	28	46,7	22	36,7	0,8	32	53,3	20	33,3	1,6	0,71	3,0	5,0	0,15
2	23	32,9	26	37,1	1,1	35	50,0	26	37,1	1,3	1,13	5,0	7,1	0,19
3	20	33,3	20	33,3	1,0	27	45,0	23	38,3	1,2	1,15	2,0	3,3	0,09
4	20	33,3	19	31,7	1,0	24	40,0	25	41,7	1,0	1,25	7,0	11,7	0,28
5	21	35,0	15	25,0	0,7	23	38,3	26	43,3	0,9	1,24	8,0	13,3	0,31
6	26	32,5	29	36,3	1,1	42	52,5	30	37,5	1,4	1,15	5,0	6,3	0,17
7	23	32,9	29	41,4	1,3	44	62,9	39	55,7	1,1	1,70	6,0	8,6	0,15
8	19	27,1	30	42,9	1,6	39	55,7	19	27,1	2,1	1,00	1,0	1,4	0,05
9	20	33,3	28	46,7	1,4	40	66,7	20	33,3	2,0	1,00	0,5	0,8	0,03
10	17	28,3	21	35,0	1,2	28	46,7	18	30,0	1,6	1,06	2,0	3,3	0,11
11	28	28,0	32	32,0	1,1	42	42,0	40	40,0	1,1	1,43	12,0	12,0	0,30
12	30	33,3	30	33,3	1,0	45	50,0	34	37,8	1,3	1,13	4,0	4,4	0,12
13	27	30,0	38	42,2	1,4	54	60,0	31	34,4	1,7	1,15	4,0	4,4	0,13
14	34	37,8	38	42,2	1,1	53	58,9	24	26,7	2,2	0,71	5,0	5,6	0,21
15	21	35,0	25	41,7	1,2	42	70,0	23	38,3	1,8	1,10	2,0	3,3	0,09
16	19	31,7	20	33,3	1,1	30	50,0	23	38,3	1,3	1,21	6,0	10,0	0,26
17	34	34,0	35	35,0	1,0	53	53,0	43	43,0	1,2	1,26	9,0	9,0	0,21
18	35	35,0	40	40,0	1,1	54	54,0	43	43,0	1,3	1,23	8,0	8,0	0,19
19	15	30,0	20	40,0	1,3	30	60,0	20	40,0	1,5	1,33	4,0	8,0	0,20
20	34	37,8	38	42,2	1,1	49	54,4	40	44,4	1,2	1,18	6,0	6,7	0,15
21	20	28,6	22	31,4	1,1	33	47,1	24	34,3	1,4	1,20	5,0	7,1	0,21
22	22	31,4	25	35,7	1,1	35	50,0	30	42,9	1,2	1,36	10,0	14,3	0,33
23	20	28,6	25	35,7	1,3	33	47,1	27	38,6	1,2	1,35	8,0	11,4	0,30
24	21	30,0	27	38,6	1,3	35	50,0	26	37,1	1,3	1,24	6,0	8,6	0,23
25	17	28,3	22	36,7	1,3	32	53,3	20	33,3	1,6	1,18	4,0	6,7	0,20
26	34	37,8	35	38,9	1,0	46	51,1	46	51,1	1,0	1,35	9,0	10,0	0,20
27	20	33,3	17	28,3	0,9	25	41,7	25	41,7	1,0	1,25	6,0	10,0	0,24
28	18	30,0	21	35,0	1,2	32	53,3	20	33,3	1,6	1,11	3,0	5,0	0,15
29	21	30,0	26	37,1	1,2	36	51,4	24	34,3	1,5	1,14	4,0	5,7	0,17
30	34	34,0	45	45,0	1,3	55	55,0	37	37,0	1,5	1,09	3,0	3,0	0,08
31	22	31,4	26	37,1	1,2	33	47,1	27	38,6	1,2	1,23	6,0	8,6	0,22
32	22	31,4	25	35,7	1,1	33	47,1	26	37,1	1,3	1,18	5,0	7,1	0,19
33	15	25,0	19	31,7	1,3	30	50,0	18	30,0	1,7	1,20	3,0	5,0	0,17
34	20	28,6	23	32,9	1,2	36	51,4	25	35,7	1,4	1,25	3,0	4,3	0,12
35	17	34,0	18	36,0	1,1	25	50,0	20	40,0	1,3	1,18	4,0	8,0	0,20
36	34	34,0	40	40,0	1,2	62	62,0	46	46,0	1,3	1,35	14,0	14,0	0,30
37	32	30,5	38	36,2	1,2	54	51,4	42	40,0	1,3	1,31	11,0	10,5	0,26
38	15	25,0	22	36,7	1,5	30	50,0	20	33,3	1,5	1,33	6,0	10,0	0,30
39	22	31,4	23	32,9	1,0	36	51,4	27	38,6	1,3	1,23	4	5,7	0,15
40	31	31,0	30	30,0	1,0	42	42,0	39	39,0	1,1	1,26	8	8,0	0,21
41	27	45,0	22	36,7	0,8	27	45,0	27	45,0	1,0	1,00	8	13,3	0,30
42	35	31,8	41	37,3	1,2	59	53,6	44	40,0	1,3	1,26	10	9,1	0,23
43	21	35,0	21	35,0	1,0	32	53,3	26	43,3	1,2	1,24	7	11,7	0,27
44	20	33,3	29	48,3	1,5	25	41,7	27	45,0	0,9	1,35	8	13,3	0,30
45	18	30,0	20	33,3	1,1	30	50,0	22	36,7	1,4	1,22	5	8,3	0,23
46	16	32,0	17	34,0	1,1	27	54,0	19	38,0	1,4	1,19	3	6,0	0,16
47	18	30,0	21	35,0	1,2	30	50,0	21	35,0	1,4	1,17	3	5,0	0,14
48	16	32,0	22	44,0	1,4	32	64,0	19	38,0	1,7	1,19	4	8,0	0,21
49	23	28,8	26	32,5	1,1	42	52,5	27	33,8	1,6	1,17	4	5,0	0,15
50	19	27,1	21	30,0	1,1	34	48,6	26	37,1	1,3	1,37	7	10,0	0,27
51	22	31,4	28	40,0	1,3	35	50,0	29	41,4	1,2	1,32	7	10,0	0,24
52	35	38,9	39	43,3	1,1	52	57,8	40	44,4	1,3	1,14	6	6,7	0,15
53	18	25,7	19	27,1	1,1	24	34,3	28	40,0	0,9	1,56	10	14,3	0,36
54	18	30,0	23	38,3	1,3	33	55,0	25	41,7	1,3	1,39	2	3,3	0,08
55	18	30,0	22	36,7	1,2	30	50,0	22	36,7	1,4	1,22	4	6,7	0,18
56	18	36,0	22	44,0	1,2	32	64,0	25	50,0	1,3	1,39	5	10,0	0,20
57	18	30,0	25	41,7	1,4	33	55,0	23	38,3	1,4	1,28	6	10,0	0,26
58	21	35,0	22	36,7	1,0	27	45,0	27	45,0	1,0	1,29	5	8,3	0,19
59	18	36,0	22	44,0	1,2	32	64,0	25	50,0	1,3	1,39	3	6,0	0,12

	Escala	CE cima	CE	CI	CI	G	G	CE-G	CE arco	CE	CI	CI	G	G	CE-G	α_1	α_2	β
1	7	42	60,0	41	58,6	41	58,6	1,4	45	64,3	45	64,3	44	62,9	1,4	0	10	28
2	7	46	65,7	45	64,3	46	65,7	0,0	48	68,6	45	64,3	44	62,9	5,7	5	12	14
3	6	48	80,0	47	78,3	47	78,3	1,7	49	81,7	47	78,3	47	78,3	3,3	5	6	20
4	6	44	73,3	42	70,0	42	70,0	3,3	45	75,0	44	73,3	43	71,7	3,3	7	13	14
5	6	42	70,0	42	70,0	41	68,3	1,7	44	73,3	43	71,7	43	71,7	1,7	5	7	15
6																		
7																		
8	7	50	71,4	48	68,6	47	67,1	4,3	51	72,9	49	70,0	48	68,6	4,3	13	10	31
9	7	45	64,3	43	61,4	42	60,0	4,3	45	64,3	43	61,4	42	60,0	4,3	20	16	28
10	7	43	61,4	42	60,0	41	58,6	2,9	44	62,9	43	61,4	42	60,0	2,9	0	7	15
11	6	48	80,0	46	76,7	46	76,7	3,3	49	81,7	47	78,3	46	76,7	5,0	10	18	20
12	6	44	73,3	41	68,3	40	66,7	6,7	42	70,0	42	70,0	40	66,7	3,3	15	15	24
13	6	42	70,0	39	65,0	38	63,3	6,7	41	68,3	39	65,0	36	60,0	8,3	17	23	16
14	6	39	65,0	36	60,0	34	56,7	8,3	42	70,0	39	65,0	37	61,7	8,3	18	18	13
15	7	43	61,4	42	60,0	44	62,9	-1,4	49	70,0	47	67,1	46	65,7	4,3	7	9	28
16	6	36	60,0	35	58,3	34	56,7	3,3	37	61,7	35	58,3	34	56,7	5,0	10	17	24
17	6	42	70,0	39	65,0	39	65,0	5,0	43	71,7	41	68,3	40	66,7	5,0	15	15	18
18	6	37	61,7	36	60,0	36	60,0	1,7	38	63,3	36	60,0	36	60,0	3,3	7	14	28
19	8	58	72,5	54	67,5	54	67,5	5,0	57	71,3	55	68,8	53	66,3	5,0	11	10	30
20	6	41	68,3	41	68,3	42	70,0	-1,7	47	78,3	45	75,0	44	73,3	5,0	2	8	23
21	6	41	68,3	41	68,3	41	68,3	0,0	46	76,7	45	75,0	43	71,7	5,0	1	15	30
22	6	36	60,0	31	51,7	32	53,3	6,7	38	63,3	35	58,3	34	56,7	6,7	15	18	20
23	8	53	66,3	49	61,3	49	61,3	5,0	54	67,5	50	62,5	50	62,5	5,0	15	16	
24	7	44	62,9	39	55,7	39	55,7	7,1	48	68,6	45	64,3	45	64,3	4,3	22	18	10
25	7	41	58,6	37	52,9	36	51,4	7,1	45	64,3	42	60,0	42	60,0	4,3	23	16	22
26	6	42	70,0	42	70,0	42	70,0	0,0	46	76,7	44	73,3	43	71,7	5,0	2	14	25
27	8	49	61,3	46	57,5	46	57,5	3,8	48	60,0	48	60,0	46	57,5	2,5	10	18	17
28	6	35	58,3	32	53,3	31	51,7	6,7	37	61,7	33	55,0	33	55,0	6,7	20	23	5
29	7	34	48,6	31	44,3	30	42,9	5,7	38	54,3	34	48,6	33	47,1	7,1	18	24	2
30																		
31	8	53	66,3	49	61,3	51	63,8	2,5	49	61,3	46	57,5	48	60,0	1,3	6	8	23
32	8	54	67,5	51	63,8	49	61,3	6,3	52	65,0	48	60,0	48	60,0	5,0	12	8	27
33	7	50	71,4	49	70,0	48	68,6	2,9	49	70,0	49	70,0	46	65,7	4,3	6	16	25
34	6	42	70,0	41	68,3	41	68,3	1,7	42	70,0	40	66,7	40	66,7	3,3	11	13	26
35	6	37	61,7	36	60,0	36	60,0	1,7	37	61,7	36	60,0	35	58,3	3,3	5	13	33
36	7	46	65,7	41	58,6	42	60,0	5,7	46	65,7	44	62,9	43	61,4	4,3	10	16	25
37	6	41	68,3	39	65,0	40	66,7	1,7	43	71,7	42	70,0	41	68,3	3,3	6	11	18
38	8	49	61,3	48	60,0	48	60,0	1,3	50	62,5	48	60,0	47	58,8	3,8	5	13	10
39	6	38	63,3	36	60,0	36	60,0	3,3	38	63,3	36	60,0	36	60,0	3,3	10	12	20
40	8	50	62,5	46	57,5	47	58,8	3,8	51	63,8	48	60,0	48	60,0	3,8	12	15	24
41	6								41	68,3	40	66,7	39	65,0	3,3		1	45
42	8	52	65,0	48	60,0	47	58,8	6,3	56	70,0	53	66,3	52	65,0	5,0	16	15	14
43	6	42	70,0	39	65,0	38	63,3	6,7	43	71,7	42	70,0	41	68,3	3,3	11	12	18
44	6	45	75,0	45	75,0	45	75,0	0,0	47	78,3	46	76,7	46	76,7	1,7	5	8	20
45	6	43	71,7	42	70,0	41	68,3	3,3	45	75,0	43	71,7	42	70,0	5,0	14	14	12
46	5	33	66,0	32	64,0	31	62,0	4,0	33	66,0	32	64,0	31	62,0	4,0	15	15	22
47	7								42	60,0	39	55,7	40	57,1	2,9		14	34
48	5	33	66,0	32	64,0	31	62,0	4,0	38	76,0	37	74,0	36	72,0	4,0	11	11	25
49	7	46	65,7	44	62,9	44	62,9	2,9	49	70,0	48	68,6	46	65,7	4,3	6	14	12
50	6	33	55,0	32	53,3	32	53,3	1,7	35	58,3	34	56,7	33	55,0	3,3		13	27
51	6	44	73,3	44	73,3	45	75,0	-1,7	45	75,0	43	71,7	44	73,3	1,7	4	4	25
52	6	43	71,7	41	68,3	41	68,3	3,3	44	73,3	42	70,0	42	70,0	3,3	10	11	21
53	6	38	63,3	37	61,7	36	60,0	3,3	41	68,3	39	65,0	37	61,7	6,7	10	18	22
54	6	44	73,3	42	70,0	42	70,0	3,3	44	73,3	42	70,0	42	70,0	3,3	8	7	25
55	6	44	73,3	42	70,0	42	70,0	3,3	43	71,7	41	68,3	40	66,7	5,0	1	5	26
56	6								41	68,3	40	66,7	40	66,7	1,7		5	30
57	6	38	63,3	37	61,7	36	60,0	3,3	40	66,7	39	65,0	38	63,3	3,3	6	12	31
58	5	37	74,0	36	72,0	36	72,0	2,0	39	78,0	38	76,0	38	76,0	2,0	3	3	18
59	5	38	76,0	37	74,0	37	74,0	2,0	39	78,0	38	76,0	38	76,0	2,0	1	1	18

Grupo CONTROL

	Sexo	Edad	Escala	P	P	C	C	P/C	PR	PR	PR/AH
1	f	29	9,5	4,0	4,2	43	45,3	0,09	9	9,5	0,24
2	f	25	8	2,0	2,5	30	37,5	0,07	7	8,8	0,33
3	f	17	5	2,5	5,0	17	34,0	0,15	6	12,0	0,43
4	f	34	4,5	2,0	4,4	18	40,0	0,11	5	11,1	0,31
5	f	32	7	3,0	4,3	27	38,6	0,11	9	12,9	0,41
6	f	19	5,5	4,0	7,3	22	40,0	0,18	6	10,9	0,38
7	f	20	7	3,0	4,3	27	38,6	0,11	5	7,1	0,31
8	f	44	7	2,5	3,6	32	45,7	0,08	8	11,4	0,47
9	f	32	6	2,0	3,3	25	41,7	0,08	4	6,7	0,22
10	f	36	6	2,5	4,2	22	36,7	0,11	7	11,7	0,35
11	f	29	8	3,0	3,8	32	40,0	0,09	9	11,3	0,41
12	m	27	7	4,0	5,7	30	42,9	0,13	6	8,6	0,26
13	f	35	8	2,5	3,1	30	37,5	0,08	5	6,3	0,21
14	f	30	6	2,5	4,2	22	36,7	0,11	5	8,3	0,26
15	f	16	5	2,0	4,0	19	38,0	0,11	4	8,0	0,25
16	m	40	7	3,5	5,0	33	47,1	0,11	6	8,6	0,19
17	m	39	5	2,0	4,0	22	44,0	0,09	5	10,0	0,28
18	m	18	7	2,5	3,6	31	44,3	0,08	4	5,7	0,17
19	f	42	6	1,5	2,5	25	41,7	0,06	3	5,0	0,16
20	f	18	6	2,0	3,3	22	36,7	0,09	5	8,3	0,29
21	f	31	4	2,0	5,0	16	40,0	0,13	5	12,5	0,38
22	m	36	5,5	3,0	5,5	23	41,8	0,13	5	9,1	0,36
23	m	27	5,5	2,0	3,6	22	40,0	0,09	7	12,7	0,47
24	f	33	6	2,0	3,3	22	36,7	0,09	2	3,3	0,12
25	f	16	6	2,0	3,3	25	41,7	0,08	10	16,7	0,50
26	f	17	6	3,0	5,0	24	40,0	0,13	7	11,7	0,41
27	m	33	5	3,0	6,0	24	48,0	0,13	4	8,0	0,24
28	f	45	6	3,0	5,0	23	38,3	0,13	8	13,3	0,47
29	m	30	6	3,0	5,0	26	43,3	0,12	5	8,3	0,31
30	m	66	5	2,0	4,0	23	46,0	0,09	6	12,0	0,33
31	f	37	6	1,0	1,7	21	35,0	0,05	5	8,3	0,33
32	f	17	6,5	4,0	6,2	24	36,9	0,17	1	1,5	0,06
33	m	45	6	2,0	3,3	23	38,3	0,09	4	6,7	0,24
34	f	18	6	2,0	3,3	24	40,0	0,08	3	5,0	0,17
35	f	17	5,5	2,0	3,6	30	54,5	0,07	2	3,6	0,13
36	m	30	5	2,0	4,0	25	50,0	0,08	1	2,0	0,07
37	m	22	5	2,0	4,0	23	46,0	0,09	4	8,0	0,31
38	m	35	5,5	3,0	5,5	24	43,6	0,13	6	10,9	0,40
39	m	27	5,5	2,0	3,6	23	41,8	0,09	3	5,5	0,17
40	m	24	5,5	4,0	7,3	28	50,9	0,14	5	9,1	0,36
41	m	25	5	2,0	4,0	24	48,0	0,08	1	2,0	0,06
42	bilat	m	25	5	2,0	4,0	48,0	0,08	2	4,0	0,13
43	m	32	6	2,0	3,3	23	38,3	0,09	2	3,3	0,13
44	m	23	6	3,0	5,0	28	46,7	0,11	5	8,3	0,26
45	bilat	m	23	6	3,0	5,0	45,0	0,11	4	6,7	0,21
46	m	39	6	1,0	1,7	23	38,3	0,04	1	1,7	0,05
47	f	36	6	3,0	5,0	25	41,7	0,12	6	10,0	0,32
48	m	27	5,5	3,5	6,4	22	40,0	0,16	0,5	0,9	0,03
49	m	17	8	2,0	2,5	33	41,3	0,06	4	5,0	0,19
50	m	25	6,5	3,0	4,6	25	38,5	0,12	5	7,7	0,29
51	m	20	5,5	2,0	3,6	23	41,8	0,09	5	9,1	0,31
52	f	61	6	2,0	3,3	21	35,0	0,10	5	8,3	0,29
53	m	28	6,5	3,0	4,6	25	38,5	0,12	8	12,3	0,38
54	m	36	5	1,5	3,0	22,5	45,0	0,07	2	4,0	0,11
55	m	21	6,5	2,0	3,1	25	38,5	0,08	2	3,1	0,11
56	f	25	6	2,0	3,3	23	38,3	0,09	7	11,7	0,37
57	f	24	6	3,0	5,0	21	35,0	0,14	5	8,3	0,31
58	f	22	5,5	2,0	3,6	21	38,2	0,10	7	12,7	0,44
59	f	22	5,5	3,0	5,5	18	32,7	0,17	5	9,1	0,36
60	m	21	5,5	2,5	4,5	23	41,8	0,11	4	7,3	0,22
61	f	19	6	2,0	3,3	18	30,0	0,11	1	1,7	0,06
62	m	18	5,5	3,0	5,5	21	38,2	0,14	6	10,9	0,33
63	f	18	5,5	2,5	4,5	17	30,9	0,15	5	9,1	0,33
64	f	16	5,5	2,0	3,6	19	34,5	0,11	3	5,5	0,19
65	f	16	5,5	3,5	6,4	18	32,7	0,19	7	12,7	0,47
66	f	16	5,5	2,5	4,5	20	36,4	0,13	5	9,1	0,29
67	f	16	5,5	2,5	4,5	21	38,2	0,12	3	5,5	0,20
68	f	16	6	2,0	3,3	21	35,0	0,10	3	5,0	0,19
69	m	16	5,5	2,5	4,5	21	38,2	0,12	5	9,1	0,31
70	f	16	5,5	2,0	3,6	20	36,4	0,10	4	7,3	0,27
71	f	15	6	1,5	2,5	22	36,7	0,07	5	8,3	0,33

	AH	AH	AT	AT	AT/AH	LTR	LTR	LR	LR	LTR/LR	LR/AH	N	N	N/LR
1	38	40,0	34	35,8	0,9	55	57,9	40	42,1	1,4	1,05	8,0	8,4	0,20
2	21	26,3	20	25,0	1,0	25	31,3	30	37,5	0,8	1,43	10,0	12,5	0,33
3	14	28,0	17	34,0	1,2	25	50,0	17	34,0	1,5	1,21	5,0	10,0	0,29
4	16	35,6	13	28,9	0,8	19	42,2	22	48,9	0,9	1,38	7,0	15,6	0,32
5	22	31,4	21	30,0	1,0	30	42,9	26	37,1	1,2	1,18	6,0	8,6	0,23
6	16	29,1	17	30,9	1,1	23	41,8	19	34,5	1,2	1,19	6,0	10,9	0,32
7	16	22,9	20	28,6	1,3	30	42,9	22	31,4	1,4	1,38	8,0	11,4	0,36
8	17	24,3	22	31,4	1,3	29	41,4	26	37,1	1,1	1,53	11,0	15,7	0,42
9	18	30,0	20	33,3	1,1	30	50,0	26	43,3	1,2	1,44	8,0	13,3	0,31
10	20	33,3	16	26,7	0,8	24	40,0	23	38,3	1,0	1,15	6,0	10,0	0,26
11	22	27,5	22	27,5	1,0	35	43,8	30	37,5	1,2	1,36	9,0	11,3	0,30
12	23	32,9	25	35,7	1,1	32	45,7	30	42,9	1,1	1,30	7,0	10,0	0,23
13	24	30,0	24	30,0	1,0	32	40,0	32	40,0	1,0	1,33	11,0	13,8	0,34
14	19	31,7	19	31,7	1,0	26	43,3	24	40,0	1,1	1,26	6,0	10,0	0,25
15	16	32,0	18	36,0	1,1	27	54,0	13	26,0	2,1	0,81	2,0	4,0	0,15
16	31	44,3	24	34,3	0,8	43	61,4	30	42,9	1,4	0,97	6,0	8,6	0,20
17	18	36,0	20	40,0	1,1	28	56,0	22	44,0	1,3	1,22	5,0	10,0	0,23
18	24	34,3	26	37,1	1,1	37	52,9	32	45,7	1,2	1,33	10,0	14,3	0,31
19	19	31,7	18	30,0	0,9	30	50,0	28	46,7	1,1	1,47	9,0	15,0	0,32
20	17	28,3	16	26,7	0,9	25	41,7	22	36,7	1,1	1,29	7,0	11,7	0,32
21	13	32,5	12	30,0	0,9	18	45,0	17	42,5	1,1	1,31	5,0	12,5	0,29
22	14	25,5	20	36,4	1,4	29	52,7	21	38,2	1,4	1,50	7,0	12,7	0,33
23	15	27,3	17	30,9	1,1	22	40,0	22	40,0	1,0	1,47	7,0	12,7	0,32
24	17	28,3	17	28,3	1,0	27	45,0	22	36,7	1,2	1,29	5,0	8,3	0,23
25	20	33,3	18	30,0	0,9	16	26,7	26	43,3	0,6	1,30	8,0	13,3	0,31
26	17	28,3	17	28,3	1,0	20	33,3	24	40,0	0,8	1,41	7,0	11,7	0,29
27	17	34,0	17	34,0	1,0	27	54,0	22	44,0	1,2	1,29	4,0	8,0	0,18
28	17	28,3	16	26,7	0,9	24	40,0	24	40,0	1,0	1,41	7,0	11,7	0,29
29	16	26,7	22	36,7	1,4	23	38,3	29	48,3	0,8	1,81	13,0	21,7	0,45
30	18	36,0	16	32,0	0,9	23	46,0	22	44,0	1,0	1,22	5,0	10,0	0,23
31	15	25,0	19	31,7	1,3	29	48,3	20	33,3	1,5	1,33	5,0	8,3	0,25
32	17	26,2	21	32,3	1,2	27	41,5	23	35,4	1,2	1,35	9,0	13,8	0,39
33	17	28,3	17	28,3	1,0	29	48,3	22	36,7	1,3	1,29	5,0	8,3	0,23
34	18	30,0	19	31,7	1,1	28	46,7	25	41,7	1,1	1,39	8,0	13,3	0,32
35	15	27,3	15	27,3	1,0	12	21,8	20	36,4	0,6	1,33	5,0	9,1	0,25
36	15	30,0	20	40,0	1,3	22	44,0	25	50,0	0,9	1,67	10,0	20,0	0,40
37	13	26,0	18	36,0	1,4	30	60,0	23	46,0	1,3	1,77	10,0	20,0	0,43
38	15	27,3	21	38,2	1,4	26	47,3	22	40,0	1,2	1,47	8,0	14,5	0,36
39	18	32,7	19	34,5	1,1	24	43,6	24	43,6	1,0	1,33	6,0	10,9	0,25
40	14	25,5	17	30,9	1,2	24	43,6	30	54,5	0,8	2,14	9,0	16,4	0,30
41	16	32,0	22	44,0	1,4	27	54,0	22	44,0	1,2	1,38	7,0	14,0	0,32
42	16	32,0	21	42,0	1,3	28	56,0	21	42,0	1,3	1,31	6,0	12,0	0,29
43	16	26,7	19	31,7	1,2	26	43,3	23	38,3	1,1	1,44	10,0	16,7	0,43
44	19	31,7	21	35,0	1,1	25	41,7	26	43,3	1,0	1,37	5,0	8,3	0,19
45	19	31,7	20	33,3	1,1	28	46,7	25	41,7	1,1	1,32	6,0	10,0	0,24
46	20	33,3	20	33,3	1,0	27	45,0	26	43,3	1,0	1,30	8,0	13,3	0,31
47	19	31,7	18	30,0	0,9	24	40,0	27	45,0	0,9	1,42	9,0	15,0	0,33
48	18	32,7	15	27,3	0,8	25	45,5	18	32,7	1,4	1,00	6,0	10,9	0,33
49	21	26,3	28	35,0	1,3	37	46,3	29	36,3	1,3	1,38	7,0	8,8	0,24
50	17	26,2	18	27,7	1,1	30	46,2	24	36,9	1,3	1,41	7,0	10,8	0,29
51	16	29,1	16	29,1	1,0	23	41,8	26	47,3	0,9	1,63	5,0	9,1	0,19
52	17	28,3	14	23,3	0,8	22	36,7	22	36,7	1,0	1,29	6,0	10,0	0,27
53	21	32,3	21	32,3	1,0	29	44,6	25	38,5	1,2	1,19	5,0	7,7	0,20
54	18	36,0	20	40,0	1,1	29	58,0	23	46,0	1,3	1,28	7,0	14,0	0,30
55	19	29,2	19	29,2	1,0	24	36,9	18	27,7	1,3	0,95	10,0	15,4	0,56
56	19	31,7	18	30,0	0,9	28	46,7	27	45,0	1,0	1,42	8,0	13,3	0,30
57	16	26,7	20	33,3	1,3	25	41,7	23	38,3	1,1	1,44	6,0	10,0	0,26
58	16	29,1	16	29,1	1,0	21	38,2	23	41,8	0,9	1,44	8,0	14,5	0,35
59	14	25,5	16	29,1	1,1	22	40,0	20	36,4	1,1	1,43	6,0	10,9	0,30
60	18	32,7	19	34,5	1,1	25	45,5	25	45,5	1,0	1,39	8,0	14,5	0,32
61	18	30,0	15	25,0	0,8	16	26,7	20	33,3	0,8	1,11	6,0	10,0	0,30
62	18	32,7	19	34,5	1,1	26	47,3	24	43,6	1,1	1,33	6,0	10,9	0,25
63	15	27,3	15	27,3	1,0	20	36,4	22	40,0	0,9	1,47	7,0	12,7	0,32
64	16	29,1	18	32,7	1,1	25	45,5	20	36,4	1,3	1,25	5,0	9,1	0,25
65	15	27,3	18	32,7	1,2	23	41,8	24	43,6	1,0	1,60	8,0	14,5	0,33
66	17	30,9	17	30,9	1,0	27	49,1	22	40,0	1,2	1,29	6,0	10,9	0,27
67	15	27,3	17	30,9	1,1	23	41,8	24	43,6	1,0	1,60	8,0	14,5	0,33
68	16	26,7	20	33,3	1,3	28	46,7	22	36,7	1,3	1,38	7,0	11,7	0,32
69	16	29,1	16	29,1	1,0	23	41,8	22	40,0	1,0	1,38	5,0	9,1	0,23
70	15	27,3	17	30,9	1,1	24	43,6	20	36,4	1,2	1,33	5,0	9,1	0,25
71	15	25,0	17	28,3	1,1	25	41,7	21	35,0	1,2	1,40	6,0	10,0	0,29

	Escala	CE cima	CE	CI	CI	G	G	CE-G	CE arco	CE	CI	CI	G	G	CE-G	α_1	α_2	β
1																		
2																		
3																		
4																		
5	6	42	70,0	39	65,0	38	63,3	6,7	43	71,7	41	68,3	39	65,0	6,7	20	19	0
6																		
7																		
8	6,5	39	60,0	37	56,9	36	55,4	4,6	39	60,0	38	58,5	37	56,9	3,1	9	13	13
9	6	42	70,0	40	66,7	41	68,3	1,7	42	70,0	40	66,7	39	65,0	5,0	12	3	19
10																		
11																		
12	6	46	76,7	46	76,7	43	71,7	5,0	49	81,7	47	78,3	44	73,3	8,3	15	20	10
13																		
14	7	50	71,4	47	67,1	44	62,9	8,6	50	71,4	47	67,1	45	64,3	7,1	18	30	5
15																		
16	6	47	78,3	42	70,0	42	70,0	8,3	49	81,7	46	76,7	44	73,3	8,3	15	20	8
17	8	54	67,5	49	61,3	47	58,8	8,8	54	67,5	52	65,0	49	61,3	6,3	25	20	4
18	7	41	58,6	40	57,1	37	52,9	5,7	52	74,3	51	72,9	46	65,7	8,6	10	25	5
19	6	44	73,3	41	68,3	42	70,0	3,3	47	78,3	44	73,3	42	70,0	8,3	14	15	10
20	7								47	67,1	44	62,9	42	60,0	7,1		20	8
21	6	39	65,0	38	63,3	36	60,0	5,0	40	66,7	38	63,3	37	61,7	5,0	13	12	10
22	6								44	73,3	44	73,3	42	70,0	3,3		9	16
23	6	45	75,0	41	68,3	40	66,7	8,3	44	73,3	42	70,0	40	66,7	6,7	16	20	3
24	7	44	62,9	41	58,6	39	55,7	7,1	45	64,3	42	60,0	40	57,1	7,1	17	17	0
25	5,5	33	60,0	32	58,2	31	56,4	3,6	34	61,8	33	60,0	32	58,2	3,6	16	20	5
26	7								44	62,9	43	61,4	41	58,6	4,3		13	14
27	7								47	67,1	47	67,1	44	62,9	4,3		8	12
28	7	44	62,9	43	61,4	41	58,6	4,3	46	65,7	44	62,9	42	60,0	5,7	18	18	3
29	7	49	70,0	49	70,0	46	65,7	4,3	52	74,3	51	72,9	47	67,1	7,1	10	18	10
30	6,5	46	70,8	44	67,7	42	64,6	6,2	47	72,3	44	67,7	42	64,6	7,7	20	25	15
31	6,5								31	47,7	30	46,2	28	43,1	4,6		14	13
32	9								58	64,4	52	57,8	51	56,7	7,8		25	12
33	7								47	67,1	45	64,3	41	58,6	8,6		25	10
34	7,5								47	62,7	45	60,0	44	58,7	4,0		16	17
35	7								45	64,3	43	61,4	41	58,6	5,7		13	12
36	7	53	75,7	48	68,6	46	65,7	10,0	53	75,7	50	71,4	48	68,6	7,1	25	23	3
37	7	48	68,6	46	65,7	40	57,1	11,4	50	71,4	48	68,6	44	62,9	8,6	19	20	11
38	7	47	67,1	42	60,0	41	58,6	8,6	47	67,1	45	64,3	42	60,0	7,1	22	21	12
39	6,5	48	73,8	42	64,6	41	63,1	10,8	48	73,8	46	70,8	43	66,2	7,7	25	27	2
40	6	50	83,3	47	78,3	45	75,0	8,3	50	83,3	49	81,7	46	76,7	6,7	17	22	4
41	6								49	81,7	48	80,0	45	75,0	6,7		14	10
42	6,5	50	76,9	49	75,4	48	73,8	3,1	52	80,0	51	78,5	48	73,8	6,2	12	12	13
43	7	50	71,4	48	68,6	45	64,3	7,1	50	71,4	50	71,4	45	64,3	7,1	16	15	10
44	7	51	72,9	48	68,6	46	65,7	7,1	52	74,3	50	71,4	48	68,6	5,7	17	17	8
45	7	50	71,4	48	68,6	46	65,7	5,7	52	74,3	50	71,4	46	65,7	8,6	14	20	10
46	7								48	68,6	46	65,7	43	61,4	7,1		18	7
47	7,5								50	66,7	47	62,7	44	58,7	8,0		20	4
48	6,5	47	72,3	43	66,2	42	64,6	7,7	48	73,8	45	69,2	43	66,2	7,7	22	23	12
49	7,5	45	60,0	43	57,3	41	54,7	5,3	50	66,7	47	62,7	44	58,7	8,0	20	22	3
50	7	49	70,0	46	65,7	46	65,7	4,3	50	71,4	49	70,0	47	67,1	4,3	13	13	14
51	6,5								45	69,2	43	66,2	41	63,1	6,2		12	14
52	7								41	58,6	40	57,1	38	54,3	4,3		11	16
53	8	50	62,5	50	62,5	47	58,8	3,8	53	66,3	52	65,0	48	60,0	6,3	10	14	15
54	5	43	86,0	40	80,0	39	78,0	8,0	45	90,0	43	86,0	40	80,0	10,0	22	24	3
55	7,5	48	64,0	45	60,0	41	54,7	9,3	49	65,3	48	64,0	44	58,7	6,7	30	32	3
56	7	46	65,7	41	58,6	39	55,7	10,0	48	68,6	44	62,9	42	60,0	8,6	26	28	3
57	7,5								48	64,0	47	62,7	45	60,0	4,0		15	8
58	7	43	61,4	42	60,0	40	57,1	4,3	45	64,3	44	62,9	43	61,4	2,9	16	10	7
59	6,5	40	61,5	40	61,5	37	56,9	4,6	39	60,0	39	60,0	37	56,9	3,1	8	10	18
60	6,5	45	69,2	44	67,7	41	63,1	6,2	47	72,3	45	69,2	42	64,6	7,7	15	18	3
61	7								42	60,0	40	57,1	36	51,4	8,6		20	8
62	6,5	44	67,7	42	64,6	40	61,5	6,2	44	67,7	43	66,2	41	63,1	4,6	7	20	20
63	6,5	38	58,5	35	53,8	32	49,2	9,2	42	64,6	38	58,5	36	55,4	9,2	24	25	5
64	6,5	41	63,1	38	58,5	38	58,5	4,6	42	64,6	39	60,0	38	58,5	6,2	12	17	15
65	6,5	40	61,5	39	60,0	36	55,4	6,2	42	64,6	41	63,1	39	60,0	4,6	17	16	12
66	6,5	42	64,6	40	61,5	39	60,0	4,6	42	64,6	40	61,5	39	60,0	4,6	13	13	9
67	7	45	64,3	44	62,9	43	61,4	2,9	48	68,6	47	67,1	44	62,9	5,7	8	18	17
68	6,5								44	67,7	40	61,5	38	58,5	9,2		20	2
69	6,5	45	69,2	45	69,2	42	64,6	4,6	47	72,3	46	70,8	44	67,7	4,6	16	16	11
70	6,5	43	66,2	40	61,5	39	60,0	6,2	44	67,7	42	64,6	40	61,5	6,2	17	17	9
71	7	44	62,9	41	58,6	41	58,6	4,3	45	64,3	44	62,9	43	61,4	2,9	12	18	12

La vida és
una oportunitat, aprofita-la,
bellesa, admira-la,
un somni, fes-lo realitat,
un repte, afronta'l,
un deure, compleix-lo,
un joc, juga-hi,
preciosa, tingueu-ne cura,
riquesa, conserva-la,
amor, frueix-ne,
un misteri, desxifra'l,
tristesa, supera-la,
un himne, canta'l,
una lluita, accepta-la,
tragèdia, domina-la,
una aventura, endinsa-t'hi,
felicitat, mereix-la,
la vida és ... la vida, defensa-la.

A la Isabel, a la Laia i al Jan.

Als pares i als avis.

A tota la meva família.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Josep Giné Gomà, jefe de Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital Universitari de Tarragona, "Joan XXIII", director de la tesis. Agradecido y orgulloso de formar parte de su servicio. Su carácter siempre ha sido un estímulo para mí. Del mismo modo, su apoyo incondicional ha sido fundamental para la realización de la tesis.

Al profesor Philippe Neyret, jefe de Servicio del Centro Livet del Hospital de la Croix-Rousse, Caluire, Lyon (Francia). El profesor Neyret me acogió en su centro y me permitió conocer la prestigiosa escuela Lyonesa de rodilla. Sus conocimientos y su experiencia han sido básicos para la realización de este trabajo.

A la Dra. Montserrat Olona Cabases, del Servicio de Medicina Preventiva del Hospital Universitari de Tarragona, "Joan XXIII" por su colaboración en la estadística de la tesis. Ella ha disfrutado y ha sufrido la progresión del trabajo desde el inicio.

Al "Institut de Diagnòstic per la Imatge" del Hospital Universitari de Tarragona, "Joan XXIII" dirigido por el Dr. Saurí; especialmente al Dr. José María Mellado por su inestimable colaboración y asesoramiento.

A los Drs. Salvador Domenech, Ramón Huguet y Gerard Jordà; a ellos les debo mi presencia en el hospital donde realicé la formación. Para mí es un lujo y un verdadero privilegio compartir con ellos el día a día, tanto en el terreno personal como en el profesional.

A todos los adjuntos y residentes del Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital Universitari de Tarragona "Joan XXIII", por todas sus enseñanzas, su paciencia y su compañía.

A todos los compañeros de FREMAP donde tuve la suerte de compartir tres años muy importantes de mi vida. Allí me dieron la oportunidad de progresar profesionalmente en los difíciles primeros años de la especialidad.

Al Dr. Josep Tuneu Valls, en el año 1987 me acompañó por primera vez a un quirófano de COT en el Centre Hospitalari de Manresa. Una fractura de rótula se cruzó en el camino.

A Xavier Zanone, con quien compartí dos meses fantásticos en Lyon. La convivencia y la casualidad han hecho que de allí surgiera una buena amistad.

A Alice, Monique, Gaby y Christian, ellos me acogieron durante la estancia en el Centro Livet. Siempre les estaré agradecido por todas las atenciones recibidas, estuve como en casa.

A todas las personas que durante estos años, de un modo u otro, han estado a mi lado en los momentos difíciles y me han ayudado a seguir adelante.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	11
<u>1.1. Definición del cuadro nosológico (terminología)</u>	12
<u>1.1.1. Clasificación de la patología femoropatelar</u>	12
1.1.1.a. El síndrome doloroso femoropatelar	12
<u>1.1.1.b. La inestabilidad femoropatelar</u>	13
<u>1.1.2. Factores de inestabilidad femoropatelar</u>	14
1.1.2.a. La displasia de la tróclea	15
1.1.2.b. La rótula alta	16
1.1.2.c. La posición demasiado lateral de la tuberosidad de la tibia	17
1.1.2.d. La displasia del cuádriceps femoral	17
<u>1.2. Anatomía femoropatelar</u>	18
<u>1.2.1. Las superficies articulares</u>	19
1.2.1.a. La rótula	19
1.2.1.b. La tróclea femoral	21
1.2.1.c. El cartílago articular	22
<u>1.2.2. Medios de contención de la articulación femoropatelar</u>	22
1.2.2.a. La cápsula articular	22
1.2.2.b. La membrana sinovial	23
<u>1.2.3. Las inserciones musculoligamentosas de la rótula</u>	23
1.2.3.a. Sistemas de amarre longitudinal	24
1.2.3.b. Sistemas de amarre transversal	26
<u>1.2.4. Visión global de los miembros inferiores</u>	27
<u>1.3. Biomecánica femoropatelar</u>	27
<u>1.3.1. Función del sistema extensor</u>	27
<u>1.3.2. Función de la rótula</u>	28
<u>1.3.3. Cinemática femoropatelar</u>	28

<u>1.3.4. Contacto femoropatelar</u>	29
1.3.4.a. Superficies de contacto	29
1.3.4.b. Transmisión de fuerzas	31
<u>1.3.5. Biomecánica del cuádriceps</u>	34
<u>1.4. Técnicas de imagen en la IRO (Anatomía radiológica)</u>	34
<u>1.4.1. Radiografía simple</u>	35
1.4.1.a. Proyección de frente	35
1.4.1.b. Proyección de perfil a 30° de flexión	36
1.4.1.c. Proyección axial a 30°	46
<u>1.4.2. La Tomografía Axial Computerizada (TAC)</u>	50
1.4.2.a. Antecedentes históricos	51
1.4.2.b. Protocolo: Posición del paciente	56
1.4.2.c. Tipos de exploraciones	57
1.4.2.d. Medidas	58
<u>1.4.3. La Resonancia Magnética (RM)</u>	62
1.4.3.a. Introducción	62
1.4.3.b. Equipamiento	62
1.4.3.c. Bases físicas	63
1.4.3.d. Secuencias	65
1.4.3.e. Protocolos de estudio	67
1.4.3.f. Medios de contraste	67
1.4.3.g. RM de rodilla	68
1.4.3.h. Indicaciones de la RM de rodilla	69
1.4.3.i. Análisis de la alineación rotuliana en el diagnóstico por la imagen	70
1.4.3.j. Análisis cuantitativo en RM	71
1.4.3.k. Análisis cualitativo en RM	74
1.4.3.l. Evaluación con RM cinemática y dinámica de la articulación femoropatelar	78
1.4.3.m. Ventajas e inconvenientes de la RM	80
2. OBJETIVOS	82

3. MATERIAL Y MÉTODO	85
3.1. <u>Material</u>	86
3.1.1. <u>Tipo de diseño</u>	86
3.1.2. <u>Características generales de la serie</u>	86
3.1.2.a. Grupo IRO	87
3.1.2.b. Grupo control	87
3.1.3. <u>Selección de los pacientes</u>	87
3.1.3.a. Grupo IRO	87
3.1.3.b. Grupo control	88
3.2. <u>Método</u>	88
3.2.1. <u>El protocolo de RM utilizado</u>	88
3.2.2. <u>El método de realización de las medidas</u>	89
3.2.3. <u>Medidas realizadas en el corte sagital</u>	90
3.2.3.a. El saliente de la tróclea femoral	90
3.2.3.b. La longitud intercondílea	91
3.2.3.c. La superficie de contacto articular femoropatelar	92
3.2.3.d. La distancia del platillo tibial al polo inferior rotuliano	93
3.2.3.e. La longitud de la superficie articular rotuliana	93
3.2.3.f. La longitud del tendón rotuliano	93
3.2.3.g. La longitud de la diagonal mayor rotuliana	93
3.2.3.h. La nariz rotuliana	93
3.2.4. <u>Ratios en el corte sagital</u>	94
3.2.4.a. La proporción de saliente	94
3.2.4.b. La superficie de contacto femoropatelar	94
3.2.4.c. El índice rotuliano según Caton-Deschamps	94
3.2.4.d. El índice rotuliano según Insall-Salvati	96
3.2.4.e. La proporción de nariz rotuliana	96
3.2.4.f. El índice morfológico	97
3.2.5. <u>Medidas realizadas en el corte axial</u>	97
3.2.5.a. La longitud del cóndilo externo, interno y surco troclear	98

3.2.5.b. El ángulo de inclinación de la faceta externa de la tróclea	98
3.2.5.c. La profundidad de la tróclea	99
3.2.5.d. La báscula rotuliana externa	99
3.2.6. <u>Análisis estadístico</u>	100
3.2.6.a. Análisis descriptivo	100
3.2.6.b. Análisis univariable	101
3.2.6.c. Análisis multivariable	101
3.2.6.d. Análisis de la exactitud de las medidas	101
4. RESULTADOS	103
4.1. <u>Comparación de las medidas entre el grupo IRO y el grupo control</u>	104
4.1.1. <u>Edad</u>	104
4.1.2. <u>Sexo</u>	104
4.1.3. <u>El saliente de la tróclea (S)</u>	105
4.1.4. <u>La longitud intercondílea femoral (C)</u>	105
4.1.5. <u>La proporción saliente (S/C)</u>	106
4.1.6. <u>La superficie de contacto articular femoropatelar (PR)</u>	106
4.1.7. <u>La superficie de contacto articular femoropatelar (PR/AH)</u>	107
4.1.8. <u>La longitud articular rotuliana (AH)</u>	107
4.1.9. <u>La distancia de la superficie articular rotuliana al platillo tibial (AT)</u>	108
4.1.10. <u>El índice Caton-Deschaps (C-D)</u>	108
4.1.11. <u>La longitud del tendón rotuliano (LTR)</u>	109
4.1.12. <u>La longitud rotuliana máxima (LR)</u>	109
4.1.13. <u>El índice Insall-Salvati (I-S)</u>	110
4.1.14. <u>El índice morfológico rotuliano (LR/AH)</u>	110
4.1.15. <u>La longitud de la nariz rotuliana (N)</u>	111
4.1.16. <u>La proporción de la nariz rotuliana (N/LR)</u>	112
4.1.17. <u>La longitud del cóndilo externo en la cima troclear (CE cima)</u>	112
4.1.18. <u>La longitud del cóndilo interno en la cima troclear (CI cima)</u>	113
4.1.19. <u>La longitud del fondo de la tróclea en la cima (G cima)</u>	113
4.1.20. <u>La profundidad de la tróclea en la cima (CE-G cima)</u>	114

<u>4.1.21. La longitud del cóndilo externo en el arco románico (CE)</u>	114
<u>4.1.22. La longitud del cóndilo interno en el arco románico (CI arco)</u>	115
<u>4.1.23. La longitud del fondo de la tróclea en el arco románico (G arco)</u>	115
<u>4.1.24. La profundidad de la tróclea en el arco románico (CE-G arco)</u>	116
<u>4.1.25. El ángulo de inclinación de la faceta externa en la cima (α_1)</u>	116
<u>4.1.26. El ángulo de inclinación de la faceta externa en el arco románico (α_2)</u>	117
<u>4.1.27. La báscula rotuliana (β)</u>	117
4.2. <u>Descripción de los resultados por sexos</u>	118
<u>4.2.1. El saliente de la tróclea (S)</u>	118
<u>4.2.2. La longitud intercondílea femoral (C)</u>	118
<u>4.2.3. La proporción del saliente (S/C)</u>	119
<u>4.2.4. La superficie de contacto articular femoropatelar (PR)</u>	119
<u>4.2.5. La proporción de superficie de contacto articular femoropatelar (PR/AH)</u>	120
<u>4.2.6. La longitud articular rotuliana (AH)</u>	120
<u>4.2.7. La distancia de la superficie articular rotuliana al platillo tibial (AT)</u>	121
<u>4.2.8. El índice de Caton-Deschaps (C-D)</u>	121
<u>4.2.9. La longitud del tendón rotuliano (LTR)</u>	122
<u>4.2.10. La longitud rotuliana máxima (LR)</u>	122
<u>4.2.11. El índice de Insall-Salvati (I-S)</u>	123
<u>4.2.12. El índice morfológico rotuliano (LR/AH)</u>	123
<u>4.2.13. La longitud de la nariz rotuliana (N)</u>	124
<u>4.2.14. La proporción de la nariz rotuliana (N/LR)</u>	124
<u>4.2.15. La longitud del cóndilo externo en la cima troclear (CE cima)</u>	125
<u>4.2.16. La longitud del cóndilo interno en la cima troclear (CI cima)</u>	125
<u>4.2.17. La longitud del fondo de la tróclea en la cima (G cima)</u>	126
<u>4.2.18. La profundidad de la tróclea en la cima (CE-G cima)</u>	126
<u>4.2.19. La longitud del cóndilo externo en el arco románico (CE)</u>	127
<u>4.2.20. La longitud del cóndilo interno en el arco románico (CI arco)</u>	127
<u>4.2.21. La longitud del fondo de la tróclea en el arco (G arco)</u>	128

<u>4.2.22. La profundidad de la tróclea en el arco románico (CE-G arco)</u>	128
<u>4.2.23. El ángulo de inclinación de la faceta externa en la cima troclear (α_1)</u>	129
<u>4.2.24. El ángulo de inclinación de la faceta externa en el arco románico troclear (α_2)</u>	129
<u>4.2.25. La báscula rotuliana (β)</u>	130
4.3. <u>Exactitud de las medidas, índices y puntos de corte</u>	130
4.4. <u>Exactitud de las combinaciones de medidas</u>	131
4.5. <u>Distribución de los casos y controles según los valores umbral o de corte obtenidos</u>	132
4.6. <u>Análisis multivariable</u>	133
5. DISCUSIÓN	135
6. CONCLUSIONES	158
7. BIBLIOGRAFÍA	161
8. ANEXOS	179

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Definición del cuadro nosológico (terminología)

1.1.1. Clasificación de la patología femoropatelar

La terminología usada en la descripción de la patología femoropatelar suele ser confusa y ambigua. Esta falta de claridad puede deberse a las discrepancias existentes entre la sintomatología y la exploración física del paciente. Esto hace indispensable una clasificación de la patología femoropatelar rigurosa y científica. Henry Dejour (1987) en el transcurso de las Sextas Jornadas Lyonesas de Cirugía de Rodilla, reagrupa y ordena la patología femoropatelar y propone una nueva semántica. Hasta ese momento, la inestabilidad rotuliana es considerada como una entidad clínica única que comprende diversas anomalías anatómo-patológicas distintas. (Tabutin, 1977)

Según Dejour, el cuadro nosológico de toda la patología femoropatelar se define a partir de su sintomatología. La inestabilidad y el dolor son el modo de presentación clínica más habitual. El análisis de estos síntomas y signos funcionales nos permite definir dos entidades fisiopatológicas muy distintas:

- El síndrome doloroso femoropatelar
- La inestabilidad femoropatelar. La displasia luxante rotuliana (Mayor-Objetiva-Potencial)

1.1.1.a. El síndrome doloroso femoropatelar

Es el síndrome más frecuente de la patología femoropatelar. Se manifiesta clínica y funcionalmente por la presencia de dolor y la sensación de fallo en la rodilla.

En la radiografía simple de la articulación femoropatelar no se aprecia ninguna alteración morfológica característica.

Las causas del síndrome doloroso femoropatelar son numerosas y variadas. Su descripción no forma parte de los objetivos de este estudio.

1.1.1.b. La inestabilidad femoropatelar

En el ámbito funcional, la inestabilidad puede presentarse clínicamente de varias maneras: (Dejour, 1996)

- Luxación rotuliana: Corresponde a la pérdida de todo contacto de la rótula con la tróclea femoral. Se trata de una inestabilidad mecánica indiscutible y objetiva de la rótula.
- Fallos o síncope articulares repetidos, asociados de vez en cuando a una caída, en los cuales nunca existe una verdadera luxación de la rótula. En este caso, la inestabilidad es subjetiva (pues es así como la cuenta el paciente) y suele ser secundaria a la inhibición de la función cuadrícipital.
- Luxación permanente y habitual rotuliana o inestabilidad rotuliana mayor.

Estas tres situaciones clínicas presentan un soporte anatomo-radiológico común: la displasia ósea de la tróclea femoral. El diagnóstico de la displasia troclear se basa en la presencia de anomalías patognomónicas en las radiografías simples, así como en la Tomografía Axial Computerizada (TAC) de la articulación femoropatelar. Dejour (1987) define y clasifica la inestabilidad femoropatelar en tres entidades clínicas distintas según el grado de displasia de la tróclea femoral:

- Inestabilidad rotuliana objetiva (IRO): Se caracteriza por la existencia de una inestabilidad mecánica de la rótula que se pone de manifiesto en forma de luxación única o múltiple y que suele ir seguida de sintomatología variable. (Dejour, 1996) Existen dos formas de presentación habituales:

- a) En forma de luxación recidivante: Implica episodios repetidos de luxación. El "signo de Smillie" o de la "aprehensión de Fairbank" suele ser muy evidente. (Smillie, 1981; Fairbank, 1937)
 - b) En forma de luxación seguida de molestias en la rodilla: En este caso, hay que confirmar el episodio de la luxación con la anamnesis y no confundirla con una entorsis leve de rodilla. En este grupo se incluyen la mayoría de luxaciones traumáticas de rótula. El signo de Smillie positivo y la radiografía simple confirman el diagnóstico. La frontera con la luxación recidivante puede ser imprecisa según en el instante de la historia de la enfermedad en la que nos encontremos.
- Inestabilidad rotuliana potencial (IRP): El paciente presenta clínica de predominio doloroso, crisis de bloqueo articular o sensación de inestabilidad subjetiva, pero sin ningún episodio de luxación. La presencia de displasia en la radiografía de perfil confirma el diagnóstico.
 - Inestabilidad rotuliana mayor (IRM): El paciente presenta una luxación permanente y habitual de la rótula asociada a una rigidez del músculo cuádriceps femoral. Es el caso más grave de desalineación del aparato extensor; siendo más frecuente en niños. Esta situación clínica debe ser considerada como una entidad particular y completamente distinta a las anteriormente citadas.

Este trabajo se ha centrado en los pacientes con IRO descartándose para el mismo los casos de síndrome doloroso femoropatelar e IRP.

1.1.2. Factores de inestabilidad femoropatelar

Las causas de inestabilidad rotuliana son múltiples y no siempre se manifiestan conjuntamente. Por todo ello, es muy importante diferenciar las anomalías morfológicas de los factores dinámicos. (Galland y cols. ,1990)

Entre los factores morfológicos, el factor fundamental y constante es:

- la displasia de la tróclea femoral.

Otros factores importantes son:

- la rótula alta,
- la posición demasiado lateral de la tuberosidad tibial, y
- la displasia del músculo cuádriceps femoral.

Existen factores secundarios (con frecuencia significativamente muy superior en el sexo femenino), como son:

- la anteversión femoral,
- la rotación externa en la rodilla,
- el genu valgus y el genu recurvatum.

1.1.2.a. La displasia de la tróclea

Es el factor más importante y responsable de la inestabilidad. Suele encontrarse prácticamente en todos los casos de IRO.

La displasia es una malformación anatómica localizada a nivel del tercio superior de la superficie articular de la tróclea femoral. Es debida a:

- Las anomalías en el crecimiento de las carillas articulares de la tróclea femoral las cuales determinan la gravedad de la displasia ósea. La pendiente lateral poco pronunciada del cóndilo externo es responsable de una tróclea plana. En este caso, el surco de la tróclea es poco profundo y no es capaz de retener a la rótula. En casos muy severos, la carilla externa puede llegar a ser convexa; lo que se asocia a una hipoplasia del cóndilo interno. La ausencia de surco es siempre máxima al inicio de la tróclea y varía en función de la gravedad de la displasia.
- El saliente del fondo de la tróclea ("saillie"- "bump"), que se origina en la cortical anterior del fémur y provoca la pérdida de profundidad de la misma. Este representa un talud sobre el cual desciende la rótula para encajarse en el surco troclear.

Según Henry Dejour (1987), estos dos elementos están íntimamente ligados y a medida que incrementa el saliente aumenta la severidad de la displasia. Estas anomalías morfológicas son las responsables directas del mal encarrilamiento y deslizamiento de la rótula sobre el rail de la tróclea. La cuantificación de esta anomalía morfológica se realiza actualmente mediante la radiografía simple.

Henry Dejour (1990) analiza con precisión la displasia ósea de la tróclea femoral. Realiza un estudio cadavérico y analiza las proyecciones de perfil estricta de la rodilla en 1.300 casos y define la displasia ósea según tres parámetros radiográficos:

- Uno cualitativo: - El signo del cruce
- Dos cuantitativos: - El saliente
- La profundidad

Más adelante, en el apartado de técnicas de imagen (radiografía simple), se detalla la construcción geométrica de cada uno de estos parámetros.

1.1.2.b. La rótula alta

La rótula alta es uno de los factores etiológicos más importantes de inestabilidad rotuliana (Aglietti y cols., 1983; Insall y cols., 1972; Lancourt y cols., 1975), puesto que aparece entre el 30% (Willems y cols., 1989) y el 50% de las IRO (Geenen y cols., 1989), siendo a veces el único factor patológico encontrado. Se trata de una anomalía que se presenta muy a menudo de modo bilateral y que se observa con frecuencia en las luxaciones recidivantes.

La rótula alta viene condicionada por la presencia de un tendón rotuliano demasiado largo. El exceso de longitud del mismo es el responsable del conflicto en el encarrilamiento de la rótula en la tróclea, así como de la subluxación lateral de la rótula debida a la puesta en tensión precoz del retináculo lateral rotuliano al inicio de la flexión.

La traducción clínica de la rótula alta es aleatoria y subjetiva debido a la falta de referencias anatómicas claras. (Hughston, 1968) En la actualidad, se utiliza la radiografía simple para realizar las medidas de la altura de la rótula. (Blackburne, 1977; Insall y Salvati, 1971). Más adelante definiremos los índices descritos en la literatura para evaluar la altura rotuliana. (Caton y cols., 1982; de Carvalho y cols., 1985)

1.1.2.c. La posición demasiado lateral de la tuberosidad de la tibia (TA-GT)

Es la alteración anatómica nombrada con más frecuencia y probablemente la que ha dado lugar a un mayor número de intervenciones quirúrgicas. La posición de la tuberosidad tibial determina el valgo del aparato extensor de la rodilla.

Para evaluarla debe realizarse un análisis clínico y radiográfico. La implantación de la tuberosidad tibial debe considerarse en situación externa o lateral, sólo si la bayoneta no se anula clínicamente a 30° de flexión. Esta bayoneta se traduce radiográficamente en la TA-GT que da idea del vector en valgo del aparato extensor de la rodilla. (Goutallier y cols., 1978) La TA-GT mide en milímetros la distancia transversal, que separa la tuberosidad tibial anterior surco de la tróclea (GT).

1.1.2.d. La displasia del cuádriceps femoral

Es el cuarto factor en importancia en la inestabilidad rotuliana.

Se trata de una malformación anatómica del músculo cuádriceps femoral. Esta anomalía morfológica presenta dos aspectos esenciales: la brevedad del cuádriceps femoral y la displasia del músculo vasto medial. (Fox, 1975)

La displasia del músculo vasto medial es descrita por Hughston (1968) quien pone en evidencia la anomalía morfológica del músculo mediante el examen clínico. Se trata de una anomalía en la inserción del vasto medial en la rótula. Las fibras más distales del músculo se insertan en el ángulo superomedial en lugar de hacerlo en el borde medial. Esta distrofia en la inserción muscular desequilibra la biomecánica del cuádriceps y aumenta el valgo del

sistema extensor de la rodilla, siendo la responsable de un aumento de las fuerzas de subluxación lateral de la rótula, lo cual favorece la inestabilidad. La retracción del cuádriceps es frecuente en la inestabilidad rotuliana, esencialmente en el caso de luxación recidivante.

Algunos autores señalan la existencia de displasia en el vasto lateral. (Gunn, 1964) Ésta se presenta en forma de una inserción baja anómala de las fibras del vasto externo sobre el borde lateral de la rótula, asociada a la retracción del retináculo lateral o alerón externo. (Judet, 1975)

Outerbridge y Dunlop (1975) evalúan la displasia teniendo en cuenta intraoperatoriamente la distancia entre el vientre muscular del vasto interno y el borde supero-interno rotuliano. Floyd y cols. (1987) lo hacen en estudios histoquímicos; del mismo modo, Lieb y Perry (1971), Fox (1975) y Mariani y Caruso (1979) y en estudios electromiográficos.

La evaluación clínica de la displasia de los vastos es aleatoria debido a la dificultad del examen. Para cuantificar la displasia, la Escuela Lyonesa ha demostrado que el testigo indirecto medible de la displasia del vasto interno es la "báscula rotuliana" (rodilla en extensión). Esta medida se puede realizar con radiografía simple o con la tomografía axial computerizada. (Nové Jossierand y Dejour, 1995; Nové Jossierand, 1995)

En resumen, la inestabilidad rotuliana es una patología multifactorial. La displasia ósea de la tróclea femoral, la existencia de una rótula alta, la implantación demasiado lateral de la tuberosidad tibial y la presencia de una malformación constitucional del cuádriceps son los factores primarios que aumentan las fuerzas luxantes de la rótula en el transcurso de los primeros grados de flexión, entre 0° y 30°.

1.2. Anatomía femoropatelar

La articulación de la rodilla establece la unión entre el muslo y la pierna. Está constituida por dos sistemas articulares: la articulación femorotibial y la femoropatelar. Desde el punto de vista mecánico pertenece al grupo de

articulaciones de tipo troclear o trocleartrosis. (Dahhan y cols., 1982; Trillat y Dejour, 1967)

La rótula se articula con la tróclea femoral desde la extensión hasta los 90° de flexión, después ambas facetas medial y lateral se articulan con los cóndilos femorales correspondientes. En la flexión extrema, el contacto femoropatelar pasa de la carilla medial hacia la "odd facet" de la rótula. La articulación femoropatelar en posición de extensión y al inicio de la flexión es trócleo patelar y hacia el final de la flexión cóndilo patelar. (Carret y Carrotenotu, 1987)

1.2.1. Superficies articulares

1.2.1.a. La rótula

Es un hueso corto y está considerado como un hueso sesamoideo desarrollado en el espesor del tendón del cuádriceps crural. Su aparición resultaría según ciertos autores de los roces de dicho tendón contra la extremidad inferior del fémur. Sin embargo, los trabajos de Bernays y Kazzander, citados por Testut nos enseñan que la rótula no nace en el tendón del cuádriceps, sino muy por fuera de éste, de un esbozo esquelético preformado e independiente. (Testut y col., 1985)

Es un hueso aplanado de delante atrás y más ancho por arriba que por abajo; cuando se mira de frente tiene la forma de un triángulo curvilíneo de base superior. Destacan una cara anterior, una cara posterior, la base, el vértice y dos bordes laterales. (Testut y col., 1985)

La estructura ósea de la rótula está formada por una masa central de tejido esponjoso, cubierta por una lámina de tejido compacto.

- Cara anterior o cutánea: Es convexa de arriba abajo y también en sentido transversal. Presenta en su parte media una serie de estrías verticales y paralelas que dan al hueso un aspecto fibroide. Además se ven un número variable de orificios de forma oval, prolongados en sentido vertical, que dan paso a los vasos nutricios.

En estado fresco, esta cara está cubierta por manojos fibrosos procedentes del tendón del cuádriceps, del tendón rotuliano y de la aponeurosis femoral. La separa de la piel una bolsa serosa, más o menos tabicada, llamada bolsa prerrotuliana.

- Cara posterior o articular: Está en relación con la articulación de la rodilla. Una línea transversal a nivel de la unión de los tres cuartos superiores con el cuarto inferior divide esta cara en dos partes: una parte inferior rugosa, que está en relación con un paquete celulo-adiposo que la separa de la sinovial articular, y una parte superior lisa, en relación con los cóndilos del fémur. En ella destaca una cresta vertical y obtusa destinada a articularse con la tróclea femoral y a cada lado de esta cresta dos carillas ligeramente cóncavas, en relación con las carillas articulares de los cóndilos. (Ficat, 1979)

La carilla externa es la más grande y está más excavada que la interna. Se halla en relación con la vertiente externa de la tróclea femoral y, por consiguiente, con el cóndilo externo. La carilla interna, ligeramente cóncava, casi plana, está en relación con la vertiente interna de la tróclea. Una pequeña cresta más medial separa una tercera carilla ("odd facet" para los aglosajones) que corresponde a la superficie de contacto con el cóndilo interno más allá de los 90° de flexión.

- Base: Presta inserción, en sus dos tercios anteriores o en su mitad anterior, al tendón del cuádriceps crural. Su parte posterior, cubierta de cartílago hialino, está en relación con la cavidad articular.
- Vértice: Dirigido hacia abajo, más o menos encorvado hacia atrás en algunos sujetos, presta inserción al tendón rotuliano.
- Bordes: En ellos se insertan las fibras más inferiores de ambos vastos, así como los alerones rotulianos.

La anatomía radiográfica de la rótula ha sido estudiada por numerosos autores Wiberg (1941), Mansat y Bonnel (1985).

La vascularización arterial depende de las cinco arterias geniculadas que anastomosan en torno a la rodilla. La rama articular de la arteria geniculada descendente (anastomótica magna), la rama descendente de la arteria femoral circunfleja lateral y las ramas recurrentes de la arteria tibial anterior, forman una red arterial. De este modo, la anastomosis conecta la arteria femoral, a nivel del origen de su rama profunda, con las arterias poplítea y tibial anterior. En la parte anterior, existe un anillo anastomótico en torno de la rótula, desde el cual se originan, según Scapinelli, de 9 a 12 arterias nutricias que se dirigen desde el polo inferior de la rótula proximalmente sobre la superficie anterior del hueso en una serie de surcos. (Scapinelli, 1968) La rótula está bien vascularizada, excepto el tercio superior que es la parte más frágil ya que ninguna arteria penetra a este nivel. (Bonnell y cols., 1985)

La vascularización venosa tiene una distribución idéntica a la arterial. El polo inferior rotuliano es la zona con más relevancia a nivel de drenaje venoso siendo la cara anterior de menor importancia. Todas estas venas drenan a la vena poplítea.

La inervación depende del plexo rotuliano que se ubica frente a la rótula y el tendón rotuliano. Está formado por las numerosas comunicaciones entre las ramas terminales de los nervios cutáneos lateral, intermedio y medial del muslo (fémoro cutáneo, músculo cutáneo externo y músculo cutáneo interno) y la rama infrarotuliana del nervio safeno. El nervio safeno se origina en la división posterior del nervio femoral (crural). En el extremo inferior del canal subsartorio, el nervio perfora la aponeurosis profunda sobre el lado medial de la rodilla, entre los tendones del sartorio y del grácilis (recto interno). A ese nivel, la rama infrarotuliana perfora al músculo sartorio y se une al plexo rotuliano.

1.2.1.b. La tróclea femoral

Es la parte articular de la porción anterior de la epífisis distal del fémur. Consta de dos carillas asimétricas formando un ángulo obtuso abierto hacia delante, y separadas por un surco antero posterior que continúa hacia abajo con la escotadura intercondílea. Estas carillas medial y lateral están en

continuidad con los cóndilos femorales. En la unión entre la tróclea y los cóndilos se encuentra una pequeña melladura producida por el contacto con los meniscos en la extensión completa de la rodilla. Estas melladuras son asimétricas, siendo la lateral un poco más evidente. Ambas carillas son asimétricas; y en la rodilla normal, la lateral es unos milímetros más saliente que la medial. (Kapandji, 1977; Despotin, 1978; Casscells, 1985)

El borde superior de la tróclea es oblicuo hacia abajo y adentro. Está separada de la cortical anterior del fémur por la fosita supratroclear. La mayor altura de la carilla lateral y la congruencia existente entre el surco troclear y la cresta medial de la rótula son factores óseos que contribuyen a la estabilidad femoropatelar. Como veremos más adelante este surco es significativamente más aplanado en las rodillas de los pacientes con inestabilidad rotuliana, perdiéndose el papel estabilizador óseo primario que ejercen las superficies articulares durante la flexo-extensión de la rodilla.

1.2.1.c. El cartílago articular

En condiciones normales el cartílago articular está formado por condrocitos, agua, proteoglicanos y fibras de colágeno.

Para Ficat la proporción de agua en el cartílago articular llega a ser del 70 al 80%. Las moléculas de proteoglicanos, de gran poder hidrófilo, retienen el agua y forman un gel junto a las fibras de colágeno. (Ficat, 1978)

1.2.2. Medios de contención de la articulación femoropatelar

1.2.2.a. La cápsula articular

Está interrumpida en su parte anterior por la rótula. La inserción femoral anterior es irregular en una zona situada a unos 15 mm por encima de la tróclea. Desde este punto se extiende hacia atrás y hacia fuera, descendiendo por la cara externa de cada cóndilo hasta debajo de la tuberosidad.

La inserción tibial se localiza en el borde anterior de la superficie rugosa preespinal a 2 o 3 mm del borde cartilaginoso de las cavidades glenoideas.

La inserción capsular en la rótula se produce sobre la circunferencia de la misma inmediatamente por fuera del cartílago articular.

1.2.2.b. La membrana sinovial

La membrana sinovial tapiza la cara profunda de la cápsula y se repliega en los cuatro bordes de la rótula. Esto genera espacios que condicionan y facilitan su movilidad.

- Fondo de saco subcuadricipital: Se extiende de 4 a 5 cm por encima del borde superior de la tróclea. Un músculo tensor de esta sinovial, formado por fibras del músculo crural, sostiene a la sinovial e impide que quede atrapada entre la rótula y la tróclea durante la flexión.
- Recesos laterales rotulianos: Están situados a ambos lados de la tróclea tapizando las zonas suprameniscales y las carillas laterales de los cóndilos femorales.
- Sinovial infrapatelar: Tapiza la cara profunda del paquete adiposo anterior que es extrasinovial. Existe una prolongación en su parte posterior en forma de cordón delgado hacia atrás, arriba y ligeramente hacia afuera que va a la escotadura intercondílea y constituye el ligamento adiposo.

La sinovial puede replegarse en forma de plicas al nivel de los tres espacios de deslizamiento formando tabiques ya en el periodo embrionario.

1.2.3. Las inserciones musculoligamentosas de la rótula

Además de la cápsula articular la rótula está sujeta al fémur y a la tibia por un doble sistema de amarre: longitudinal y transversal.

1.2.3.a. Sistemas de amarre longitudinal

- **Músculo y tendón cuadricepsal:** Los cuatro componentes del músculo se unen distalmente en un tendón. Tres son monoarticulares (vasto interno, externo y crural), el recto anterior es biarticular y se extiende desde la cadera hasta la rodilla. El tendón cuadricepsal tiene tres capas. Las fibras más superficiales del recto anterior se unen a las del tendón rotuliano y las más profundas se insertan en la base de la rótula. El vasto medial y lateral forman la capa media que se inserta en la base de la rótula. Estos músculos envían fibras a los alerones rotulianos. El vasto medial se inserta en la base de la rótula a través de la tercera capa más profunda del tendón del cuádriceps. (Fig. 1.1.)

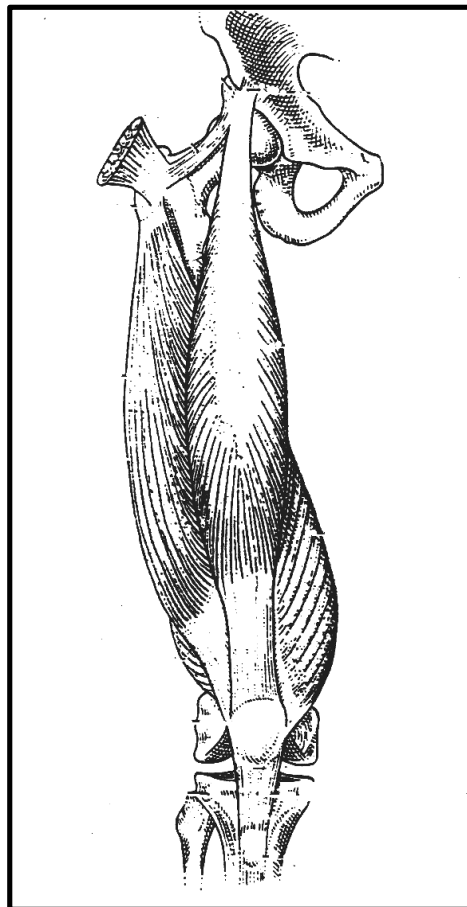


Fig. 1.1. El músculo cuádriceps

El vasto medial está formado por dos porciones, el vasto medial oblicuo y el medial largo. (Gun, 1964; Lieb y Perry, 1968) Las fibras del vasto medial oblicuo tienen una dirección más oblicua hacia abajo y afuera y por lo tanto son más apropiadas para limitar el desplazamiento lateral de la rótula. El ángulo con que las fibras oblicuas alcanzan la rótula varía entre 55° y 70° , en relación con el eje mayor del tendón del cuádriceps. (Reider y cols., 1981) El vasto medial oblicuo se hace tendinoso a pocos milímetros de su inserción en el tercio superior o en la mitad del borde medial de la rótula. (Fig. 1.2.)

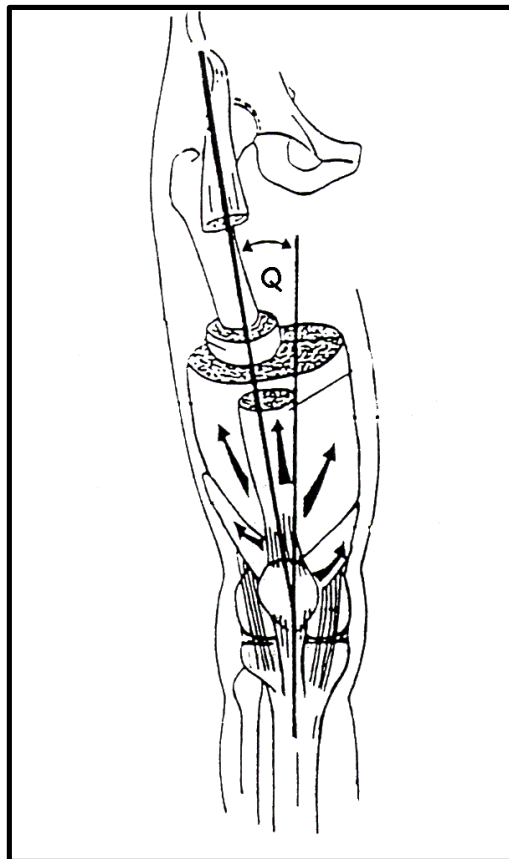


Fig. 1.2. Dirección de las fuerzas de los grupos musculares cuádricipitales

- Tendón rotuliano: Se extiende desde la punta de la rótula hasta la tuberosidad tibial anterior. Determina la altura de la misma respecto la interlínea articular. Es algo más ancho en su porción proximal. Su

espesor varía entre 3 y 5 mm Su anchura es de 3 cm en su inserción rotuliana y de 2 cm en su inserción tibial; mientras que su longitud promedio es de 4,6 cm (oscilando entre 3,5 y 5,5 cm). Se dirige hacia abajo y hacia fuera formando con el eje cuadricipital un ángulo abierto hacia fuera de 165° . El ángulo complementario es el llamado ángulo Q que traduce el valgo del aparato extensor y que en condiciones normales es de 15° . (Despotin, 1978)

1.2.3.b. Sistemas de amarre transversal

- Alerón o retináculo lateral: La anatomía del mismo es descrita por Fulkerson y Gossling (1980). La capa superficial está compuesta por fibras oblicuas que corren hacia abajo y hacia delante, desde el borde anterior de la banda iliotibial hasta el borde lateral de la rótula y hasta el borde lateral del tendón rotuliano. La capa profunda está formada por tres estructuras diferentes: el retináculo transverso profundo, la banda epicóndilo rotuliana y la banda menisco rotuliana.

La masa principal del alerón externo corre desde el borde lateral de la rótula y del tendón rotuliano hasta la cara anterior de la banda iliotibial. Con el incremento de la flexión, la banda iliotibial se desplaza hacia atrás aumentando la tracción sobre la rótula. Si todo esto incide sobre estabilizadores mediales débiles puede producir la inclinación lateral o la subluxación de la rótula.

- Alerón o retináculo medial: Se inserta en los dos tercios superiores del borde interno de la rótula. Se han descrito dos expansiones distintas de fibras: el ligamento femoropatelar medial y el ligamento menisco rotuliano. Se ha encontrado una relación negativa interesante entre la longitud del tendón rotuliano y el ancho del ligamento femoropatelar medial, siendo frecuente encontrar una rótula alta asociada a una subluxación lateral, por lo que no resulta sorprendente que la mayor longitud del tendón rotuliano se relacione con una mayor debilidad de los estabilizadores mediales.

1.2.4. Visión global de los miembros inferiores

La anatomía del fémur y de la tibia es absolutamente distinta.

En el plano frontal, el fémur se desplaza desde una posición de abducción al nivel proximal, debida a la anchura del anillo pélvico, hasta una posición que en teoría es ideal y permite en los pacientes normo eje tener las tibias paralelas. En este plano frontal, la superficie articular distal del fémur presenta un valgo fisiológico de 5 a 7°. La tibia en el plano frontal es recta y mantiene normalmente el eje femoral. La tuberosidad tibial anterior se encuentra en una posición más o menos externa que condiciona el ángulo Q del aparato extensor, gracias al cual se produce un buen control de la rotación interna y del bloqueo de la rodilla en extensión máxima.

En el plano sagital, el fémur presenta una curva constante de concavidad posterior, mientras que la tibia presenta en su parte más proximal a la inserción del tendón rotuliano una importante curva de concavidad posterior, que hace que el plano de los patillos tibiales esté inclinado unos 5° hacia atrás.

En el plano horizontal, el fémur tiene una anteversión de unos 15° que es característica de la bipedestación en el ser humano, no existiendo ningún otro animal ni fósil con torsión femoral. Existe una torsión tibial externa que se produce en los primeros centímetros de la epífisis proximal de unos 35°. Entre el fémur y la tibia se producen rotaciones que influyen en la dinámica femoropatelar; debido a la disposición de los ligamentos cruzados existe una mayor capacidad de rotación externa al nivel de la rodilla que lateraliza aún más la inserción del tendón rotuliano. (Bedouelle, 1982)

1.3. Biomecánica femoropatelar

1.3.1. Función del sistema extensor

El control de la flexión de la rodilla es fundamental para actividades básicas de la vida cotidiana y también para las actividades deportivas. Además, debido a la localización siempre externa de la tuberosidad tibial anterior

respecto a la superficie preespinal y la punta de la rótula (ángulo Q), también controla la rotación externa de la rodilla. (Mansat, 1977)

1.3.2. Función de la rótula

- Mejora la eficacia del cuádriceps al aumentar el brazo de palanca del mecanismo extensor. Esto se debe a que el espesor de la rótula desplaza al tendón rotuliano fuera del contacto femorotibial durante el movimiento, aumentando así el brazo de palanca. (Kaufer, 1971, 1979; Vilarrubias, 1986)
- Centraliza las fuerzas de tracción del cuádriceps hasta el tendón rotuliano y la tuberosidad tibial.
- Distribuye las presiones sobre la tróclea femoral. El cartílago rotuliano es el más espeso del organismo y está preparado para resistir importantes fuerzas compresivas con una fricción mínima.
- Estabiliza rotatoriamente la rodilla.

1.3.3. Cinemática femoropatelar

Durante la flexo-extensión de la rodilla la rótula se desliza sobre el fémur de arriba a abajo y de fuera a dentro recorriendo aproximadamente unos 7 cm. El punto de partida o de reposo en extensión es la parte proximal y externa del cóndilo femoral externo. Es entonces cuando en el movimiento de flexión la cresta rotuliana busca el cauce que le ofrece la tróclea femoral, desplazándose en los tres planos del espacio durante el recorrido:

- Plano frontal:
En extensión, la rótula descansa lateralizada en relación al surco troclear. Al iniciar la flexión, la parte más baja de la cresta rotuliana entra en contacto con el surco y entonces automáticamente se medializa siguiendo el camino que le indica el carril de la tróclea. Este desplazamiento medial está favorecido por la rotación interna automática de la tibia. A partir de los 90° de flexión, la rótula se

lateraliza un poco, debido a la disposición anatómica de los cóndilos femorales, a la falta de contacto de la cresta rotuliana con la tróclea femoral (puesto que ya se encuentra en la escotadura intercondílea) y a la presencia de la odd facet que se articula con el cóndilo interno. Este desplazamiento rotuliano en forma de curva en C abierta ha sido descrito por Hungerford (1979).

- **Plano sagital:**
Durante la flexo-extensión de la rodilla, la rótula realiza un movimiento circunferencial de unos 8 cm. Ésta desciende por la tróclea femoral debido a la tracción del tendón rotuliano, modificándose las áreas de contacto femoropatelares. La rótula retrocede durante la flexión respecto la tuberosidad tibial anterior. Este retroceso es debido a la disminución de la distancia de la rótula al eje de flexo-extensión y al alejamiento del punto de contacto de los cóndilos femorales con las glenoides tibiales. (Kapandji, 1977)
- **Plano horizontal:**
En extensión la rótula está inclinada o basculada lateralmente. En los primeros grados de flexión la faceta externa contacta con la parte más prominente y más alta de la tróclea femoral externa; simultáneamente se tensan las estructuras internas corrigiendo automáticamente la báscula.

1.3.4. Contacto femoropatelar

1.3.4.a. Superficies de contacto

Las superficies de contacto femoropatelares han sido estudiadas por diversos autores (Burnotte y cols., 1976; Goodfellow y cols., 1976; Maquet, 1981) obteniendo resultados similares en las distintas amplitudes de movimiento, excepto en los casos de rótulas displásicas, las cuales no tienen cresta medial y donde predomina la faceta externa.

La rótula contacta con la parte superior de la tróclea femoral a los 20° de flexión. El momento de contacto depende de la longitud del tendón rotuliano.

La zona de contacto es una banda horizontal en el tercio inferior, medio y superior de la rótula a 30°, 60° y 90° de flexión, respectivamente. (Fig. 1.3.)

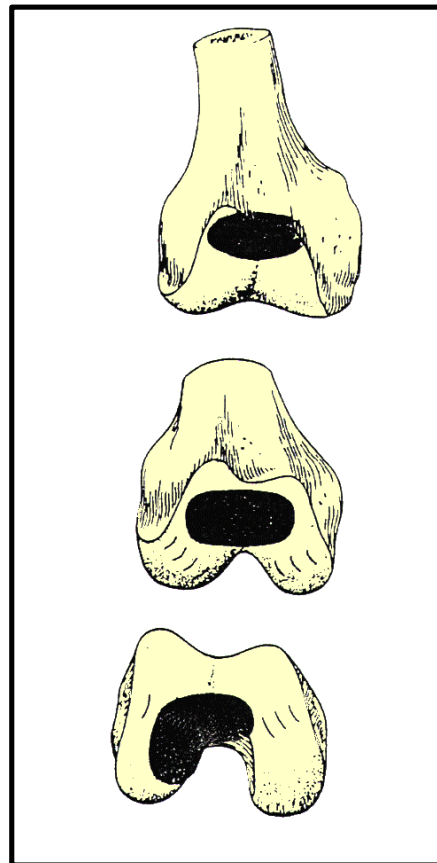


Fig. 1.3. Zona de contacto femoropatelar: en extensión, entre 30°-60° y >90°.

Huberti y Hayes (1984) han medido las superficies de contacto observando que aumentan desde 2,6 cm² a 20° hasta un promedio de 4,1 cm² a 90°. Esto corresponde a un quinto de la superficie cartilaginosa rotuliana total a 20° y un tercio a 90°. Más allá de 90° de flexión, el tendón del cuádriceps se pone en contacto con el fémur y desarrolla una zona tendo-femoral de contacto. A 120° contacta la parte más proximal del cartilago rotuliano. A 135° de flexión la zona de contacto reside en la "odd facet" con el borde

lateral del cóndilo interno y en la faceta externa con el cóndilo femoral lateral.

1.3.4.b. Transmisión de fuerzas

Las fuerzas que se ejercen sobre la articulación femoropatelar son el resultado del peso del cuerpo y de las fuerzas ejercidas sobre la rótula. Todas estas fuerzas condicionarán los movimientos rotulianos en los tres planos del espacio.

- En el plano frontal:

La existencia del ángulo Q hace que la resultante de la fuerza de tracción cuadrícipital se descomponga en una fuerza de extensión vertical (F_q) y una fuerza subluxante externa de la rótula (F_r). Ambas fuerzas se ejercen perpendicularmente en la faceta externa de la tróclea. La fuerza subluxante externa (F_r) disminuye rápidamente con la flexión de la rodilla a medida que se alinea el aparato extensor debido a la rotación interna automática de la tibia. El valor de F_r depende directamente del ángulo Q y de la dirección de la fuerza de tracción cuadrícipital. En el sujeto normal, esta dirección y la del tendón cuadrícipital coinciden puesto que la acción de los cuatro vientres musculares está equilibrada. La fuerza F_r tiende a subluxar la rótula hacia fuera, y en condiciones normales, los elementos musculares y cápsulo ligamentosos internos pueden compensarla.

La fuerza resultante en el tendón rotuliano (F_T) se descompone en una fuerza de coaptación del compartimento fémoro-tibial externo (F_{CE}) y una fuerza horizontal dirigida hacia dentro que lucha contra la rotación externa tibial (RIT). La distribución de F_T depende de la localización de la tuberosidad tibial anterior (más o menos externa) y del morfotipo del paciente. El momento varizante del apoyo monopodal está controlado por el complejo músculo-tendinoso que compone el obenque externo y también por la fuerza (F_{CE}). (Fig. 1.4.)

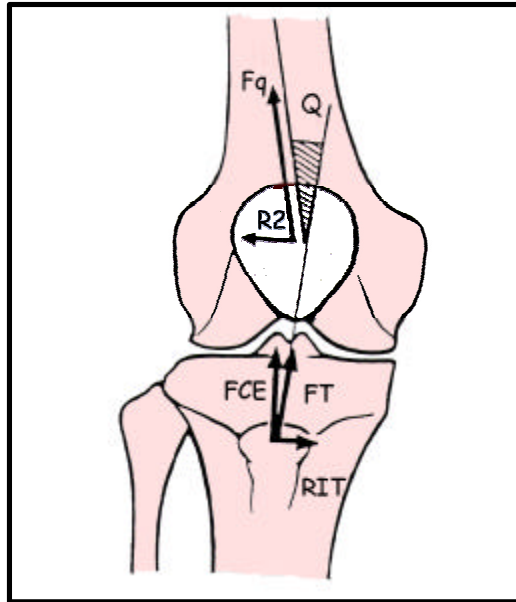


Fig. 1.4. Fuerzas ejercidas en el plano

- En el plano sagital:
Maquet (1979) analizó la fuerza de reacción de la articulación femoropatelar concluyendo que es el resultado de la tensión desarrollada por el tendón rotuliano y la contracción del cuádriceps. La fuerza R1 que coapta la rótula contra el fémur es la resultante de la fuerza de tracción cuadriceps (Fq) y la fuerza de tracción del tendón rotuliano (Ft). Esta fuerza de coaptación aumenta progresivamente con la flexión de la rodilla. (Fig. 1.5.)

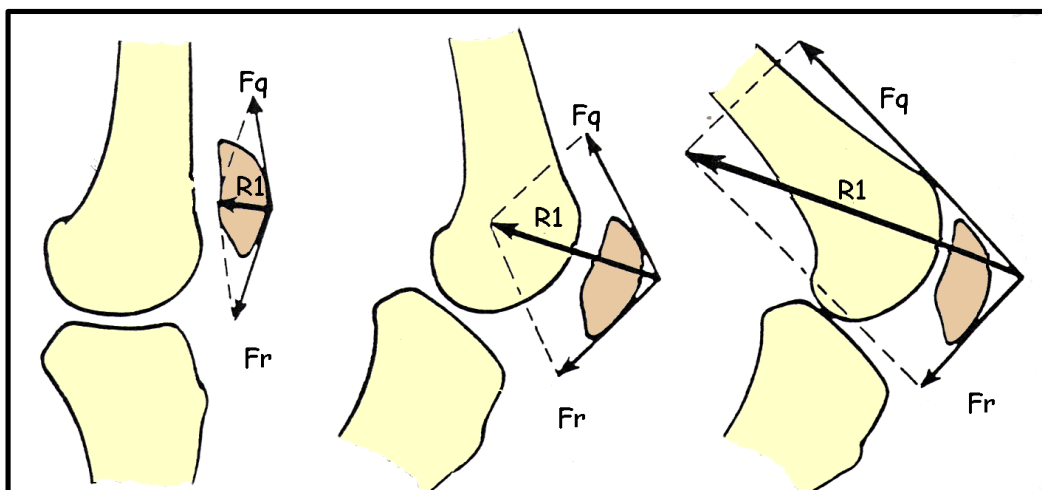


Fig. 1.5. Fuerzas ejercidas en el plano sagital (según Maquet)

- En el plano horizontal:

La fuerza resultante en este plano (R3) se dirige de delante hacia atrás y desde dentro hacia fuera. Se descompone en dos fuerzas perpendiculares a ambas facetas articulares de la tróclea (R1 y Rm). Estas dos fuerzas se reparten homogéneamente en las superficies sobre las que actúan.

La fuerza R3 es considerada como la resultante horizontal de la fuerza R1 sagital (estabilizadora) y de la fuerza Fr frontal (desestabilizadora).

Durante la flexo-extensión de la rodilla, la fuerza R3 oscila entre el "sector de seguridad" de Julliard (comprendido entre R1 y Rm). (Juillard, 1982) Al inicio de la flexión, antes de que la femoropatelar se encarrile, la fuerza R3 se proyecta sobre el borde externo de la zona de seguridad. A medida que aumenta la flexión, la fuerza R3 se recentra en la tróclea. (Fig. 1.6.)

El análisis de las fuerzas en el plano horizontal muestra la importancia de la morfología de la tróclea en la estabilización rotuliana.

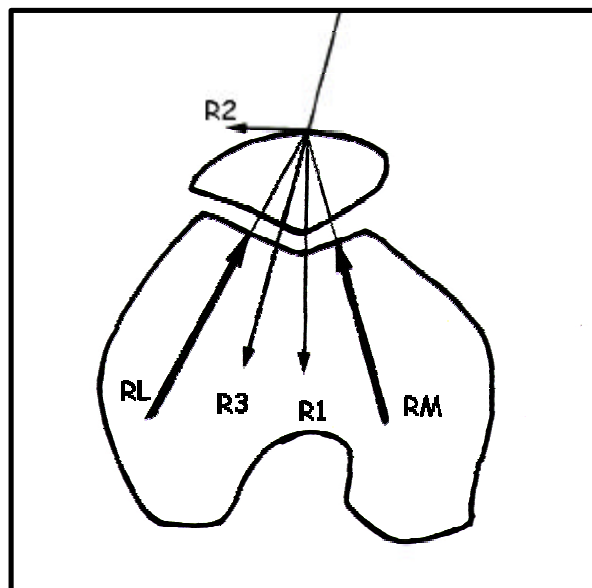


Fig. 1.6. Fuerzas ejercidas en el plano axial

1.3.5. Biomecánica del cuádriceps

Los trabajos de Lieb y Perry (1968, 1971) sobre la anatomía y la función de los vientres musculares del cuádriceps realizados en piezas anatómicas mediante electromiografía, permiten conocer el comportamiento de cada componente del cuádriceps.

La función específica en cada uno de estos músculos está en función de su inserción y de la dirección de las fibras. El músculo extensor más eficaz es prácticamente siempre el crural, excepto entre 60° y 90° de extensión que es el recto anterior. La función específica del vasto interno es estabilizar la rótula en los últimos 20° de extensión y controlar la rotación externa en extensión. Electromiográficamente el componente oblicuo de las fibras del vasto interno posee el doble de potencial de acción y no evidencia diferencias en la actividad con respecto a los otros componentes del cuádriceps.

1.4. Técnicas de imagen en la IRO (Anatomía radiológica)

A pesar de las modernas técnicas de diagnóstico por la imagen que disponemos en la actualidad, la radiografía simple continúa siendo la exploración complementaria inicial de elección siempre que se aborda un problema músculo esquelético de la rodilla, como es el caso de la patología femoropatelar. Es después de obtenidas las primeras radiografías cuando la elección de las posteriores técnicas de imagen no siempre es clara: Tomografía Axial Computerizada (TAC) ó Resonancia Magnética (RM). Tal y como se ha comentado en la introducción, en este trabajo pretendemos esclarecer el papel de la RM en la inestabilidad rotuliana objetiva. (Ghelman y Hodge, 1992; Beaconsfield y cols., 1994; Frot y cols., 1996)

En la actualidad son múltiples las técnicas de imagen que se utilizan para la evaluación de las patologías de la rodilla, radiografía simple, escopia,

ecografía, gammagrafía, TAC y RM. La escopia y ecografía se utilizan habitualmente para dirigir procedimientos intervencionistas. El estudio por la imagen de las patologías femoropatelares requieren inicialmente, y sin lugar a dudas, del uso de la radiografía simple, pero, en los últimos años, la relevancia de la RM ha ido en aumento. (Hayes, 1994)

A continuación, se describen las mediciones más importantes que se realizan en las diversas exploraciones complementarias a nivel femoropatelar en los estudios de las IRO.

1.4.1. Radiografía simple

El número de proyecciones varía dependiendo de las indicaciones y preferencias del ortopedista y radiólogo. En los dolores femoropatelares la proyección AP y de perfil se utilizan en combinación con proyecciones asociadas. Las vistas axiales de la rótula nos muestran la usura cartilaginosa femoropatelar, la subluxación rotuliana y las fracturas rotulianas después de un episodio de luxación rotuliana.

El estudio radiográfico básico practicado sistemáticamente ante toda luxación rotuliana debe estar formado por:

- Proyección de frente de rodilla en apoyo monopodal
- Proyección de perfil estricto a 30° de flexión y en descarga
- Proyección axial a 30° de ambas rótulas en rotación neutra de los pies y a veces en rotación externa

Con un buen estudio radiográfico (proyecciones estandarizadas y de buena calidad técnica) podemos evaluar la severidad de la displasia y realizar las medidas pertinentes con mayor exactitud. (Walch y Dejour, 1989)

1.4.1.a. Proyección de frente

Aporta poca información para el diagnóstico de la inestabilidad rotuliana. Permite despistar cualquier patología asociada. En algunos casos se utiliza la

telemetría en carga de las extremidades inferiores para evaluar el morfotipo.

1.4.1.b. Proyección de perfil a 30° de flexión

La proyección de perfil es fundamental en este tipo de patología, pero requiere un perfil estricto (los bordes posteriores e inferiores de los cóndilos femorales han de sobreponerse). Para facilitar la tarea se aconseja utilizar escopia. Se precisa una flexión mínima de 30° y máxima de 60°, para así poner en tensión el sistema extensor y dar al tendón rotuliano su longitud efectiva. (Fig. 1.7.)

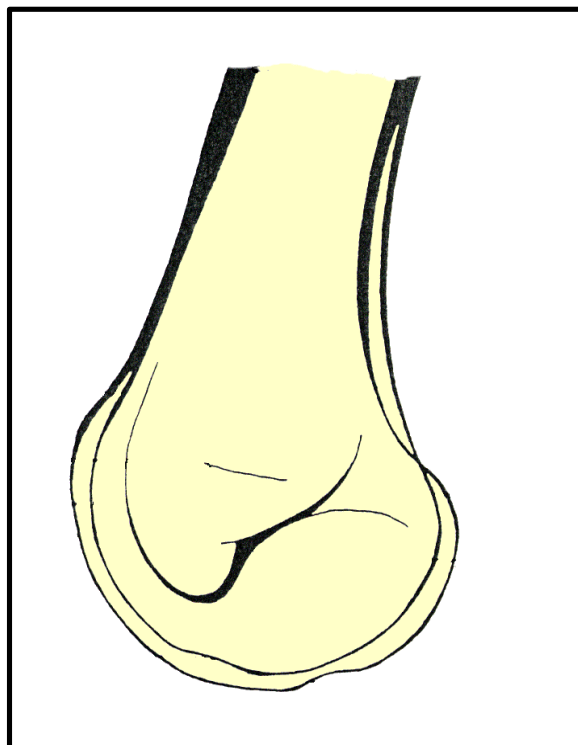


Fig. 1.7. Anatomía radiológica: Proyección de perfil

Esta proyección permite estudiar diversos parámetros:

- **Altura rotuliana:** Settegast (1921) publica que cuando se toma una referencia femoral para calcular la altura rotuliana es importante especificar el grado de flexión de la rodilla porque la altura de la misma varía con la flexión. En cambio, cuando se toma como referencia el platillo tibial, la medida es independiente del grado de flexión porque el tendón rotuliano mantiene a la rótula a una misma distancia de la tibia.

Blumensaat (1938) es el primero en medir la altura a 30° de flexión. La prolongación de la escotadura intercondílea debe cortar el polo inferior de la rótula. Los inconvenientes son: primero, que la referencia es en el fémur; segundo, que la rodilla debe estar a 30° de flexión. A su vez, la gran variabilidad interpoblacional (en la inclinación de la línea de Blumensaat) la hacen ser poco práctica.

Labelle y Laurin (1975) miden la altura a 90° de flexión. En condiciones normales la prolongación de la cortical anterior femoral debe cortar el polo inferior rotuliano. El principal inconveniente es que a parte de tomar una referencia femoral, se obliga a realizar la radiografía a 90°.

Norman (1983) mide (en extensión y con contracción del cuádriceps) la distancia entre la superficie articular distal rotuliana y el hueso subcondral de la tróclea femoral. El índice de Norman se define como el cociente entre la posición vertical rotuliana y la altura corporal. En sujetos normales es 0,21 y en casos de luxación recurrente 0,23.

Los índices de Blackburne-Peel, de Carvalho (de Carvalho, 1985) y de Caton-Deschamps (Fig 1.8.) son similares porque usan como referencia el extremo proximal de la tibia, la porción articular distal rotuliana y la superficie articular rotuliana. Todos son independientes del grado de flexión. Blackburne traza una línea continuando el platillo tibial, Carvalho utiliza el borde más superior de la tibia y Caton el ángulo anterosuperior de la misma. Son sencillos de aplicar; sin embargo, la variabilidad en la morfología rotuliana condiciona la altura de la misma. Grelsamer asevera que un inconveniente de todos los índices que usan la longitud de la superficie articular rotuliana, es que los sujetos de la

misma altura no tienen siempre la misma longitud articular rotuliana; sucede lo mismo con la longitud del tendón rotuliano. (Grelsamer y cols., 1990, 1994)

Existen varios índices para medir la altura rotuliana, entre los que destacan: el índice de Blackburne & Peel (1977) (Fig. 1.9.), el índice de Carvalho (1985), el índice de Insall & Salvati (I-S) (1971) (Fig. 1.10.) y el índice de Caton & Deschamps (C-D) (1982).

El índice de Caton-Deschamps es fiable entre 30° y 60° de flexión. Sin embargo, no tiene en cuenta la longitud de la punta de la rótula. La rótula es alta cuando el índice es superior a 1,2 y baja si es inferior a 0,8. (Caton, 1989; Caton y cols., 1982, 1990) (Fig. 1.8.)

El índice de Insall-Salvati considera una rótula alta cuando es >1,2. Los principales inconvenientes son: Primero, la dificultad existente en ocasiones para analizar la inserción del tendón rotuliano; y segundo, la dependencia con la morfología rotuliana. Las rótulas altas con el polo inferior no articular largo tienen índices falsamente normales. La excesiva longitud de la nariz normaliza el índice y da valores falsos-negativos. (Fig. 1.10.) (Kannus, 1992; Simmons y Cameron, 1992)

Para evitar todos estos inconvenientes, Grelsamer y Meadows (1992) desarrollan en una serie consecutiva de 100 radiografías de perfil el índice de Insall-Salvati modificado. Éste es el cociente entre la distancia desde el polo inferior articular rotuliano hasta la inserción del tendón rotuliano y la superficie cráneo-caudal articular rotuliana. En su trabajo con el índice de I-S modificado se ponen de manifiesto un 50% de rótulas altas no identificadas con el índice tradicional. El valor de corte entre rótula normal y alta es 2. Concluye que la utilización del índice de Insall-Salvati modificado asociado al de I-S en los casos de morfología rotuliana atípicas disminuye significativamente estos inconvenientes. (Fig. 1.11.)

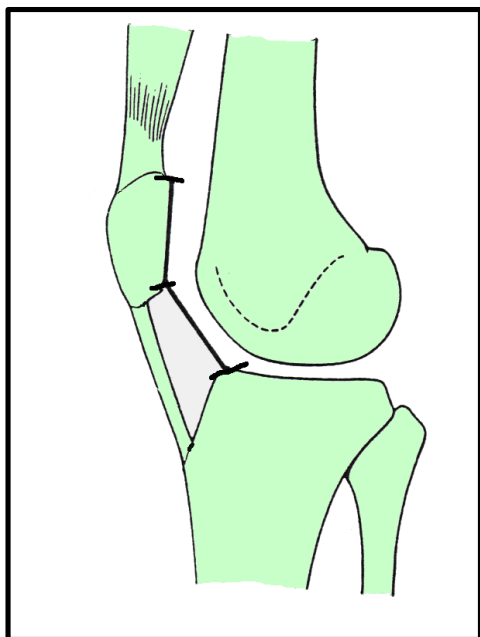


Fig. 1.8. Índice de Caton-Deschamps

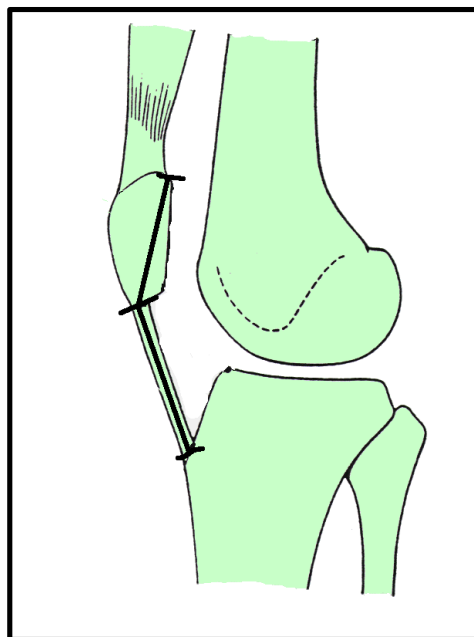


Fig. 1.10. Índice de Insall-Salvati

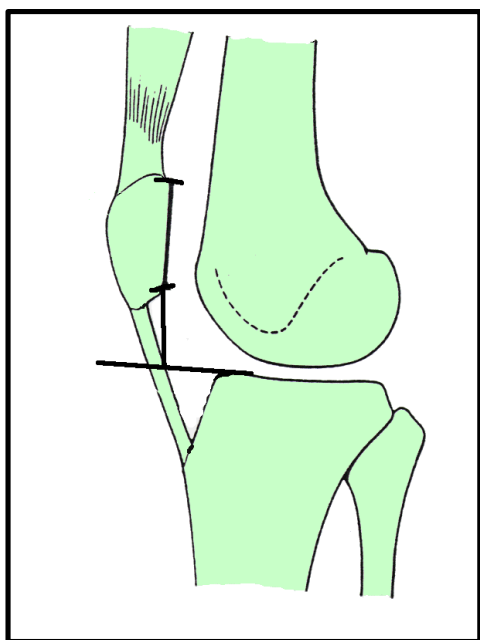


Fig. 1.9. Índice de Blackburne-Peel

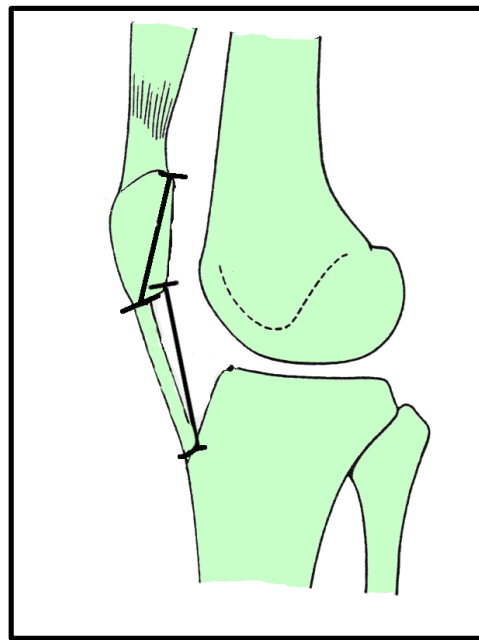


Fig 1.11. Índice de Insall-Salvati modificado

- Morfología de la punta rotuliana o nariz: Grelsamer y cols. (1990, 1994) analizan la morfología de la nariz rotuliana en el plano sagital y su relación con el síndrome femoropatelar. Describen un índice morfológico (Fig. 1.12.) formado por el cociente entre la longitud diagonal mayor rotuliana y la longitud de su superficie articular (en condiciones normales es de 1,2- 1,5) (Fig. 1.13.).

Según Grelsamer, la nariz larga $>1,5$ (llamada tipo cyrano) (Fig. 1.14.) y la corta $<1,2$ (tipo delfín) (Fig. 1.15.) se relacionan con alteraciones en el aparato extensor. En la población normal el 94% tiene morfologías tipo I, el 4% tipo II y el 2% tipo III. (Grelsamer y cols., 1994) Por tanto, la morfología rotuliana modifica el cálculo de la altura rotuliana según el índice de Insall; la ventaja de este nuevo ratio es que tiene en cuenta estas variaciones morfológicas. (Grelsamer y Meadows, 1992) Por ejemplo, una rótula con la nariz larga, con el índice de Insall normal, puede no detectar rótulas que funcionalmente son altas.

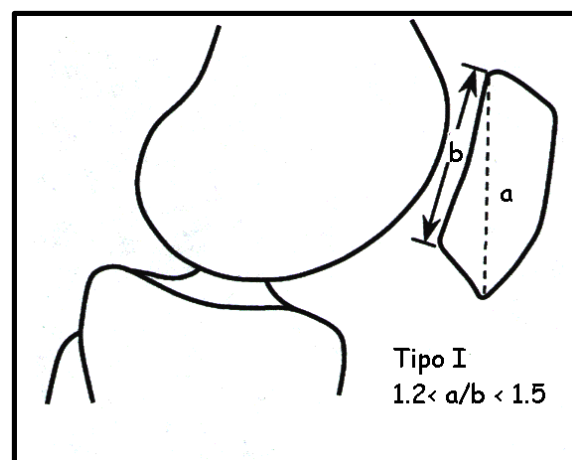
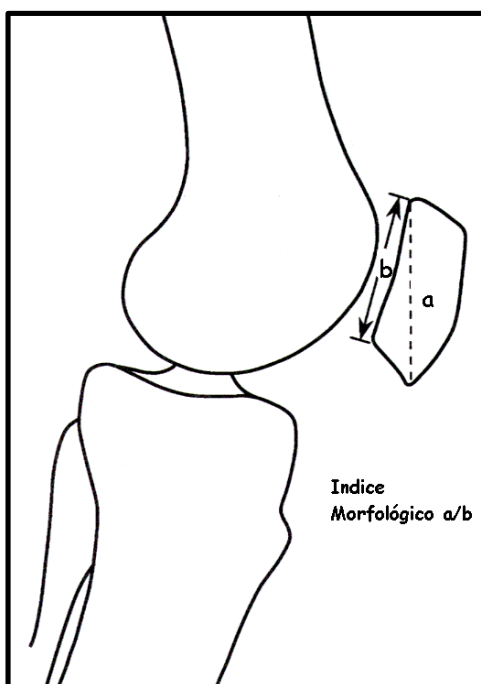


Fig. 1.13. Índice morfológico tipo I

Fig. 1.12 Índice morfológico

Para Grelsamer, parece razonable utilizar el índice de I-S en las rótulas tipo I, pero no para las morfologías anómalas (tipo II y III); en cambio, se puede utilizar el índice de C-D en las tipo I y tipo III. De cualquier modo, la altura rotuliana calculada según el método de I-S y C-D en las rótulas tipo II y III parece menos precisa, deben usarse con prudencia y conociendo sus limitaciones.

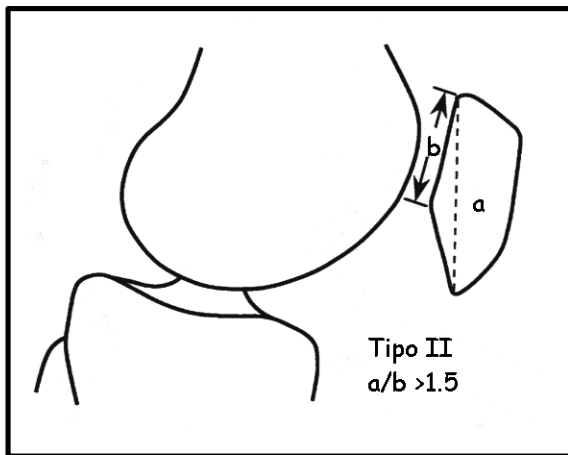


Fig. 1.14. Índice morfológico tipo II (cyrano)

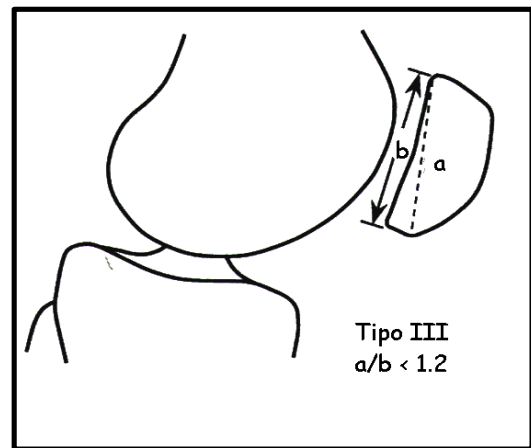


Fig. 1.15. Índice morfológico tipo III (delfin)

- Tróclea femoral: Desde Brattstrom (1964) y Maldague & Malghem (1985) ha sido objeto de numerosos trabajos. Estos autores son los primeros en describir la apariencia radiográfica en proyección de perfil de la rótula y la tróclea. La displasia de la tróclea femoral siempre se reconoce como un factor capital en la inestabilidad rotuliana. Esta anomalía puede evidenciarse en las proyecciones axiales, pero la reproducibilidad de las mediciones es mucho mejor en la proyección de perfil. (Maldague y Malghem, 1987; Dejour y cols., 1994; Picard y cols., 1997)

Los parámetros más interesantes analizados por la Escuela de Lyon en esta proyección son los siguientes:

- a) Signo del cruce de Dejour: Se evalúa en la proyección estricta de perfil. La radiografía normal muestra la existencia de tres líneas formadas por el contorno de los cóndilos femorales y el fondo de la tróclea. El cóndilo interno se reconoce porque presenta una muesca más anterior y menos marcada que la del cóndilo externo. La tercera línea (posterior a las dos precedentes) corresponde a la línea del fondo de la tróclea y se prolonga hacia atrás con la línea de Blumensaat en la escotadura intercondílea. En la inestabilidades rotulianas la línea del fondo cruza al cóndilo interno y externo más o menos abajo en función de la severidad de la displasia. Este signo es de gran valor semiológico siendo un criterio cualitativo de displasia troclear. El signo del cruce está presente en el 96% de las IRO, en el 12% de los síndromes dolorosos rotulianos y solamente en el 2% de rodillas normales. (Dejour y cols., 1994)

En condiciones normales, la línea del fondo de la tróclea es paralela a los perfiles de los cóndilos femorales. La forma en que finaliza esta línea nos permite definir dos tipos de trócleas normales: (Fig. 1.16.)

- Tipo A: Cuando no existe cruce entre el fondo de la tróclea y los cóndilos femorales; y
- Tipo B: Cuando la línea del fondo de la tróclea cruza de modo aislado al cóndilo interno.

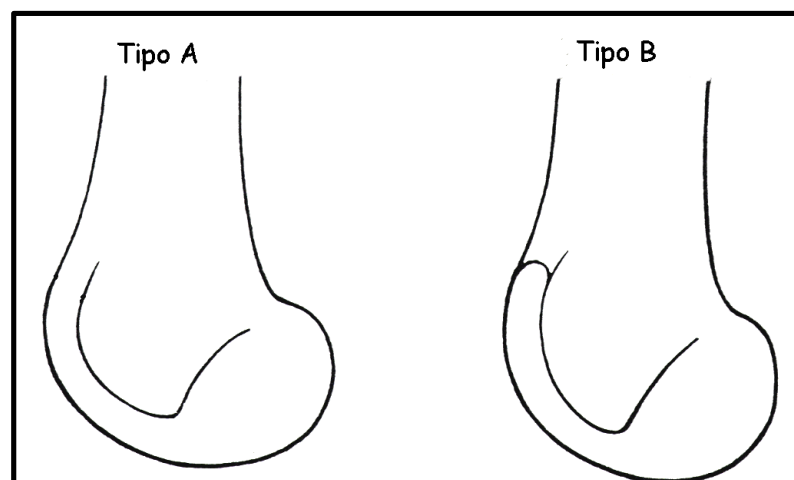


Fig. 1.16. Morfología de la tróclea normal

Dejour (Dejour y cols., 1994) ha definido tres tipos de displasia en función del nivel del cruce:

- Tipo I: Corresponde a la forma más leve de displasia. Las líneas de los cóndilos son simétricas y se cruzan en un mismo punto a nivel proximal en la tróclea. La tróclea es plana únicamente en la parte más superior. (Fig. 1.17.)

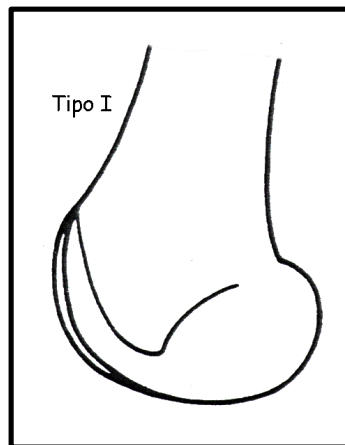


Fig. 1.17. Displasia tipo I

- Tipo II: Este tipo de displasia se caracteriza por un cruce a distinto nivel de las líneas de los cóndilos. Estas líneas no se superponen, sino que la línea del fondo de la tróclea cruza primero el cóndilo interno y después el cóndilo externo. A medida que desciende el nivel del cruce aumenta la severidad de la displasia. (Fig. 1.18.)



Fig. 1.18. Displasia tipo II

- Tipo III: Es la forma más severa. Las líneas de los cóndilos se superponen, cruzándose a un nivel muy bajo con la línea del fondo de la tróclea. La mayor parte de la tróclea es plana, tratándose de una displasia mayor. (Fig. 1.19.)

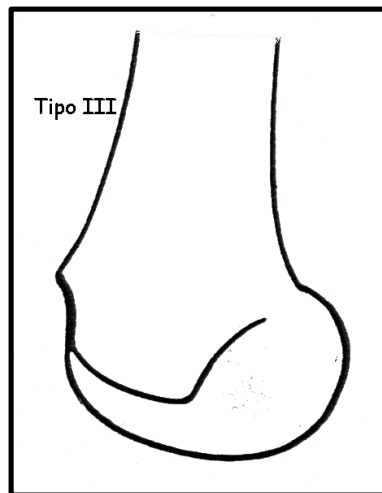


Fig. 1.19. Displasia tipo III

- b) Saliente: Se mide en la proyección de perfil estricta, es decir, con superposición de los cóndilos femorales. Este parámetro permite localizar y cuantificar la posición del fondo de la tróclea en referencia a la cortical anterior del fémur. Se traza una línea tangencial a los últimos 10 cm de la cortical anterior del fémur (línea x). La línea del fondo de la tróclea puede terminar por delante (valor positivo), sobre la línea de la cortical anterior o detrás de ella (valor negativo). El saliente es la distancia BC y se expresa en milímetros. Según Dejour, en las rodillas normales el saliente mide 0,8 mm de media mientras que en las rodillas inestables es de 3,1 mm. (Dejour, 1994) (Fig. 1.20.)

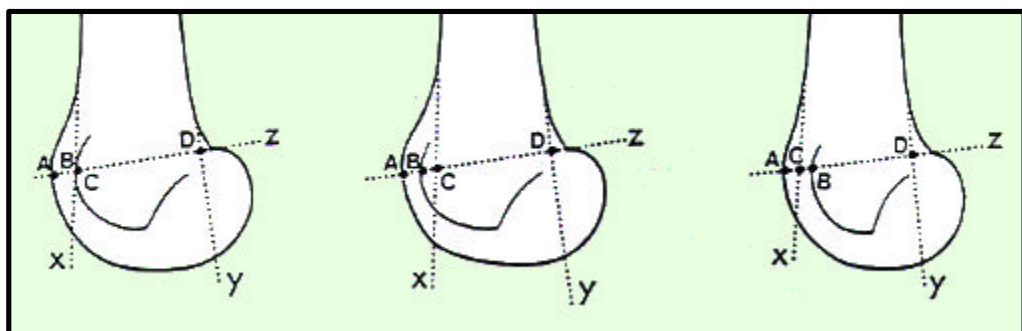


Fig. 1.20. Saliente y profundidad troclear

- c) Profundidad: Este parámetro inicialmente se estudia básicamente en las proyecciones axiales a 30° de flexión. Los primeros en subrayar el interés de la proyección de perfil para su análisis son Maldague y Malghem (1985). Para ello, se localiza el punto más anterior del fondo de la tróclea (punto B). La profundidad de la tróclea es la distancia AB. Dejour mide la profundidad en el punto más anterior del fondo de la tróclea, la cual se corresponde con la parte menos profunda. En el grupo de rodillas normales la profundidad es de 7,8 mm y en las inestabilidades rotulianas es de 0,1 mm. (Dejour y cols., 1994; Eckhoff y cols., 1996) (Fig. 1.21.)

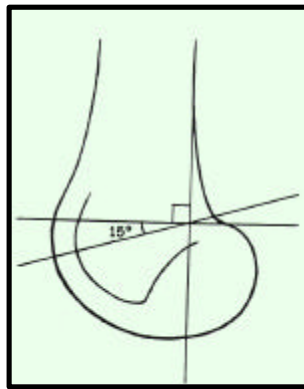


Fig.1.21 Profundidad troclear

- d) Altura de la tróclea: Es un parámetro difícil de determinar. El método preconizado por Raguet (1986) toma como referencia al punto más anterior de los cóndilos femorales. El índice de la altura troclear se define por el ángulo complementario formado por la línea que prolonga la cortical posterior del fémur y por la línea que une la parte posterosuperior de los cóndilos femorales y el punto del cruce de la tróclea. (Fig. 1.22.)

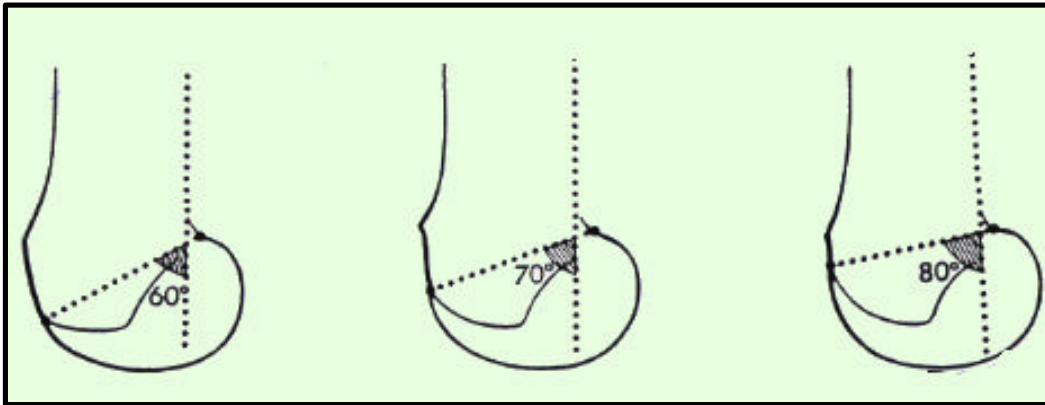


Fig. 1.22. Altura troclear según Raguet (diferentes ángulos en displasia tipo III)

1.4.1.c. Proyección axial a 30°

Habitualmente se realiza la proyección axial a 30° de flexión con los pies en rotación neutra o externa. El paciente está sentado sujetando el chasis perpendicularmente a los rayos a unos 15 cm de la base de las rótulas y bien apoyada sobre los muslos. El aspecto puntiagudo característico del cóndilo interno permite verificar que la proyección está realmente tomada a 30° de flexión. Las proyecciones a 60° y 90° de flexión tienen poco interés para el estudio de la IRO, puesto que la rótula suele estar ya encajada en la tróclea.

Las proyecciones axiales aportan información cualitativa (morfológica y patológica) de la tróclea y de la rótula. La existencia de una fractura osteocondral en la faceta medial de la rótula o en la carilla externa del cóndilo, la osificación del tipo Pellegrini-Stieda sobre el alerón interno, permite confirmar *a posteriori* el antecedente de una luxación rotuliana.

Wiberg (1941) clasifica a la rótula según la morfología de la faceta interna en 3 tipos y Baumgartl (1944) añade otra variante más.

- Tipo 1: La faceta interna es de concavidad suave y de la misma medida que la externa. (10% casos)
- Tipo 2: La faceta interna es menor que la lateral y es plana o ligeramente convexa. (65% casos)
- Tipo 3: La faceta interna es muy pequeña en comparación con la lateral y es convexa (casi vertical).
- Tipo 4: Se caracteriza por la ausencia de cresta medial o de faceta interna (gorra de cazador).

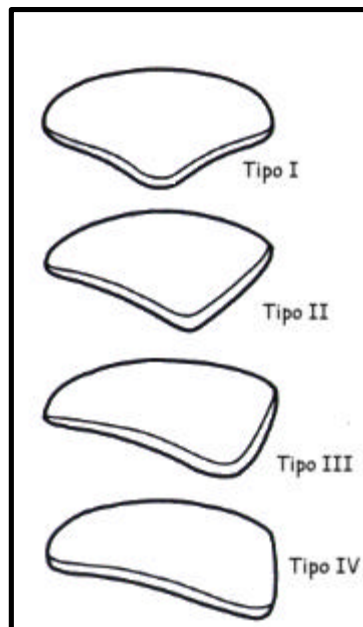


Fig. 1.23 Clasificación de la morfología rotuliana según Wiberg

Los datos cuantitativos que podemos medir son múltiples entre los que destacan:

- La báscula rotuliana: Laurin la describe en la proyección axial y a 20° de flexión de la rodilla. Se mide trazando dos rectas, la primera corta al punto más anterior de los cóndilos y la otra es tangente a la faceta rotuliana externa. El ángulo formado es positivo cuando está abierto hacia fuera, nulo cuando las dos rectas

son paralelas o negativo cuando está abierto hacia dentro. Permite medir el ángulo de apertura lateral femoropatelar que en las rodillas normales está abierto externamente en el 97% de los casos. (Laurin y cols., 1978, 1979) (Fig. 1.24.)

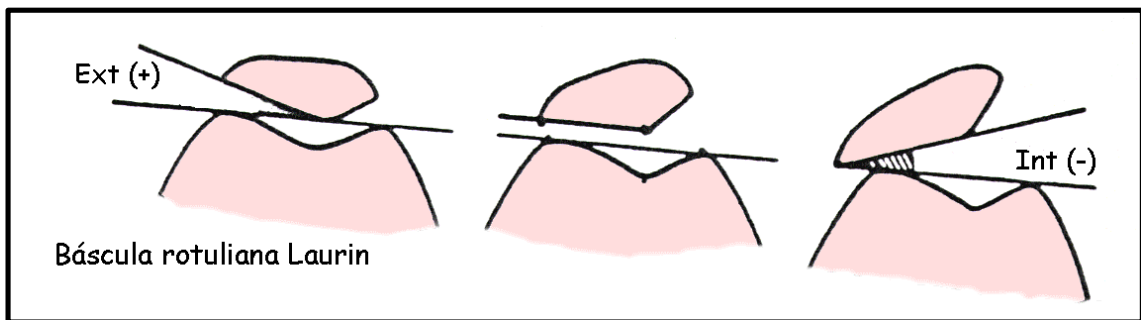


Fig. 1.24. Báscula rotuliana según Laurin

Para evitar la distorsión que provoca la rotación de la pierna, se toman referencias en el fémur; inicialmente en los cóndilos anteriores y más recientemente con la TAC y RM en los posteriores. (Schutzer y cols., 1986; Fulkerson y cols. 1987; Inoue y cols., 1988)

La referencia rotuliana utilizada por Laurin es la carilla rotuliana externa también utilizada en TAC por Schutzer y cols. (1986) y por Shellock y cols. (1989). El principal inconveniente de esta referencia es la dependencia de la morfología rotuliana. Por todo esto, la referencia rotuliana que utiliza ambos bordes tiene las ventajas de ser independiente de la morfología rotuliana, es sencilla de aplicar y se corresponde clínicamente con la evaluación de la báscula. (Sasaki y Yagi, 1986; Kujala y cols., 1989; Koskinen y cols., 1991)

Al nivel de la tróclea la referencia en los cóndilos anteriores usada por Laurin y cols. (1978), Koskinen y cols. (1991) y Sasaki y Yagi (1986) tienen el inconveniente de que depende de la variabilidad morfológica poblacional y particularmente de la porción distal del fémur. (Fulkerson y cols., 1987) Por otro lado, los cóndilos posteriores no están sujetos a alteraciones displásicas, pero varían

según el nivel del corte y están sujetos a la torsión femoral distal. (Koskinen y cols., 1991)

Grelsamer y cols. (1993) obtienen una precisión del 85% con la referencia medio-transversa rotuliana y los cóndilos posteriores.

- La subluxación rotuliana: Es la medida del ángulo de congruencia de Merchant. Se traza la bisectriz del ángulo de la tróclea con la rodilla a 45° de flexión. Después se traza una recta que une el fondo de la tróclea y la cresta de la rótula; el ángulo formado entre éstas es el ángulo de congruencia. Si la punta de la rótula está situada en el exterior de la bisectriz, el ángulo es positivo y traduce más bien una subluxación externa; si la punta está situada en el interior de la bisectriz, es negativo y traduce más bien una subluxación interna. (Merchant y cols., 1974; Merchant, 1988) (Fig. 1.25.)

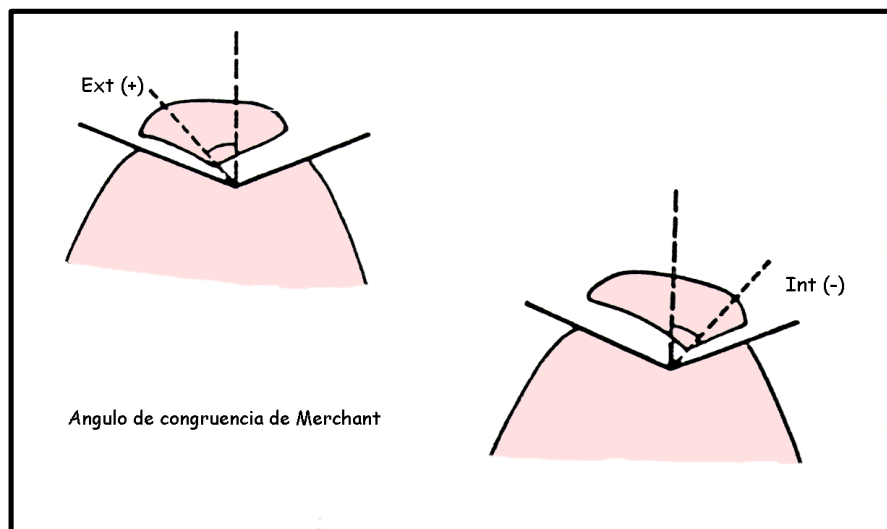


Fig. 1.25. Ángulo de congruencia de Merchant

- El ángulo del surco: Medida en la proyección de Merchant. Se trata de la medida del ángulo de apertura de la tróclea. Mide aproximadamente 138° de media. Este parámetro es descrito por

Brattstrom (1964), el cual define a la displasia de la tróclea como la apertura exagerada de este ángulo y al defecto de desarrollo de los cóndilos. La medida del ángulo de apertura a 30° de flexión refleja la displasia de ambos cóndilos en la tróclea. El valor umbral para considerar patológico al ángulo de apertura es de 143°. (Buard y cols., 1981; Dejour, 1987) Recientemente Davies y cols. (2000) consideran al ángulo del surco por la facilidad de medida, por la reproducibilidad y correlación con otras alteraciones en el aparato extensor un excelente método de screening en la patología femoropatelar. Concluyen que si el ángulo del surco es anormal, probablemente aparezcan otros hallazgos displásicos.

1.4.2. La Tomografía Axial Computerizada (TAC)

La TAC tiene múltiples aplicaciones, se utiliza para el estudio de la patología traumática de la rodilla (evaluación de la geometría de la fractura, reconstrucción tridimensional), en las técnicas intervencionistas (biopsias) y también en las artrografías (Artro-TAC).

La introducción de la TAC permite el análisis de las relaciones femoropatelares en el rango articular que va desde la extensión completa a los primeros 30° de flexión.

La aparición de la TAC proporciona varias ventajas importantes:

- Permite la exploración de la rodilla a menos de 30° de flexión, evitando así la participación del aparato extensor durante la misma. Por tanto, podemos analizar las relaciones femoropatelares en extensión (antes de que la rótula se encaje en la tróclea), a 10° o 15° de flexión (cuando la rótula se encaja) o a 30° de flexión (cuando la rótula ya está completamente encajada). No es infrecuente que las rótulas inestables se centren en la tróclea en los primeros 20°-30° grados de flexión, y por tanto, que puedan pasar desapercibidas. En la radiografía simple, las proyecciones axiales tradicionales se pueden obtener con 20° de flexión, según el método de Laurin, pero esta técnica no es de fácil ejecución. En los pacientes obesos o musculosos esta exploración es

más difícil y se necesitan técnicos experimentados. (Laurin y cols., 1979)

- Permite visualizar el plano bicondíleo posterior y hacer así más fiables las medidas que toman como referencia la rótula al cénit con la horizontal.

La TAC evita los problemas de superposición de imágenes y permite la obtención de secuencias en el plano axial. Actualmente se realizan reconstrucciones en el plano sagital, coronal y oblicuo; para ello se requiere la realización de secciones muy finas que incrementan la radiación. (Conway y cols., 1991)

El principal inconveniente de la TAC es la irradiación recibida por el paciente. Pero también hay que destacar la falta de discriminación o de contraste de las partes blandas. La inyección de un medio de contraste intrarticular (Artro-TAC) ayuda a definir el cartílago y evaluar la congruencia articular pero convierte la exploración en un procedimiento invasivo.

1.4.2.a. Antecedentes históricos

Delgado-Martins (1979) es el primero en realizar un estudio con la TAC para analizar las articulaciones femoropatelares (con la rodilla en extensión) de 12 sujetos asintomáticos. Compara las imágenes de TAC y las proyecciones axiales tradicionales a 30°, 60° y 90° de flexión. Se considera que la rótula está centrada cuando la cresta medial coincide con en el surco intercondíleo. La rótula está centrada en el 96% de los casos a 90° de flexión, en el 63% a 60°, en el 29% a 30° y en el 13% en extensión y con el cuádriceps relajado. Delgado-Martins concluye que la evaluación de la articulación femoropatelar en los primeros grados de flexión nos aporta más información que a 60° o 90°.

Martínez y cols. (1983) evalúan con la TAC a 10 voluntarios y 5 pacientes con inestabilidad rotuliana. Miden el ángulo del surco y analizan el centrado de la rótula en extensión, a 20° y a 45° de flexión. En extensión completa y

el cuádriceps relajado, el 95% de las rótulas de los voluntarios están centradas, mientras que en contracción se reducen al 85%. Concluyen que las imágenes axiales radiográficas o de TAC a 20° y 45° de flexión pueden interpretar erróneamente una articulación femoropatelar normal.

Sasaki y Yagi (1986) utilizan la TAC para medir la báscula rotuliana en 24 pacientes con subluxación rotuliana y 24 voluntarios (rodilla en extensión). Utilizan la tangente al relieve anterior de los cóndilos femorales y el eje transversal rotuliano. El desplazamiento lateral se mide en relación al cóndilo lateral. Se comparan los resultados con los obtenidos en las proyecciones axiales a 30° de flexión. Los pacientes con subluxación muestran una báscula y un desplazamiento lateral significativamente mayor que los controles; y en contracción del cuádriceps, estas diferencias se hacen más evidentes. La báscula rotuliana en los sujetos normales es de 15° sin contracción y de 14° con contracción del cuádriceps; mientras que en las rodillas con subluxación es de 31° y 40°, respectivamente. Los valores obtenidos en las rodillas con subluxación y en extensión completa son superiores en las imágenes obtenidas por TAC que en las proyecciones axiales a 30° de flexión.

Schutzer y cols. (1986) evalúan la articulación femoropatelar a diferentes grados de flexión entre 0° y 30°. Miden el ángulo de congruencia y el ángulo de apertura lateral fémoro rotuliano ("tilt") para poder determinar la posición de la rótula. En este caso, se recomienda tomar como referencia los cortes medio-transversos rotulianos y la línea bicondílea posterior. Concluyen que la rótula está subluxada si el ángulo de congruencia es positivo más allá de los 10° de flexión y que está inclinada cuando el ángulo de inclinación es menor de 8° en los primeros 30° de flexión. Un ángulo de congruencia anormal indica el desplazamiento lateral de la rótula (subluxación lateral), mientras que un ángulo de inclinación anormal sólo indica que la rótula está inclinada. Basándose en estas mediciones, se establece que la rótula normal debe estar centrada a 10° de flexión (ángulo de congruencia < o igual a 0°) y su ángulo de inclinación debe estar abierto lateralmente (<8°) entre 0° y 30° de flexión. Según estos criterios se establecen tres posiciones anormales rotulianas: subluxada, inclinada y subluxada e inclinada.

Inoue y cols. (1988) examinan 50 rodillas con subluxación rotuliana y 30 controles, utilizando la TAC en extensión completa y una proyección radiográfica axial tradicional a 30° y 45° de flexión. Concluyen que tanto las rótulas normales como las subluxadas se inclinan hacia fuera cuando la rodilla se acerca a la extensión completa; y que la inclinación lateral de las rótulas subluxadas aumenta con la rodilla en extensión. Por tanto, recomiendan el estudio con la TAC en los pacientes con clínica femoropatelar persistente y radiografías axiales a 30° y 45° de flexión normales.

En definitiva, la TAC permite analizar los 30° iniciales críticos en la relación femoropatelar. Los resultados confirman que la rótula normal está ligeramente desplazada lateralmente en extensión completa (ángulo de congruencia positivo) y que la inclinación rotuliana ("tilt") representada por el ángulo de apertura lateral debe estar abierto externamente en todo el rango articular. Las rodillas con subluxación o luxación rotuliana muestran un excesivo desplazamiento e inclinación lateral que son más evidentes en extensión y tienden a reducirse en flexión.

Tavernier y Dejour (2001) proponen una nueva clasificación de la displasia de la tróclea en 4 estadios. En un estudio de 177 rodillas que presentan IRO, describen dos nuevos signos radiográficos: el espolón supratrocLEAR (situado por encima de la tróclea, manifiesta una prominencia global de la misma) y el signo del doble contorno (se corresponde en la proyección de perfil a la carilla femoral interna). Para realizar una clasificación pronóstica y poder definir una estrategia terapéutica, analizan conjuntamente estos signos radiográficos y la TAC. Utilizan el corte axial de TAC en el arco románico o bien, el primer corte del cartílago rotuliano.

✓ Displasia grado A

Se caracteriza por la presencia del signo del cruce en la radiografía simple. En la TAC, la morfología de la tróclea está bastante respetada, pero es poco profunda. (Fig. 1.26.)

✓ Displasia grado B

En la radiografía simple, presencia del signo del cruce y del espolón supratrocLEAR. En la TAC, la morfología de la tróclea es plana o convexa. (Fig. 1.27.)

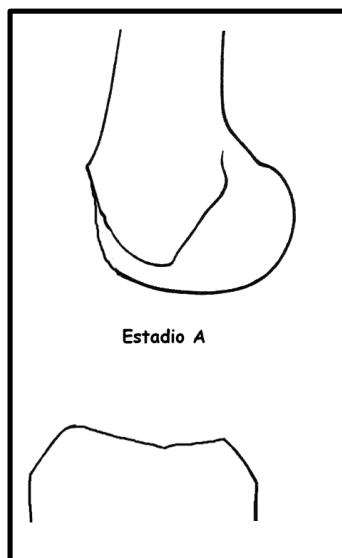


Fig. 1.26. Displasia grado A

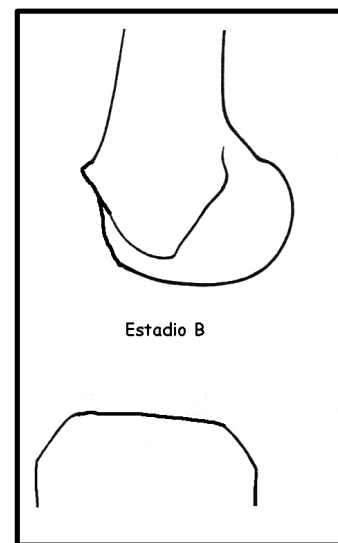


Fig. 1.27. Displasia grado B

✓ Displasia grado C

En la radiografía simple signo del cruce y signo del doble contorno. En la TAC presencia de asimetría de las facetas articulares, convexidad externa e hipoplasia interna. (Fig. 1.28.)

✓ Displasia grado D

En la radiografía simple signo del cruce, espolón supratrocLEAR y doble contorno. En la TAC asimetría de las carillas con gran desnivel articular (signo del acantilado). (Fig. 1.29.)

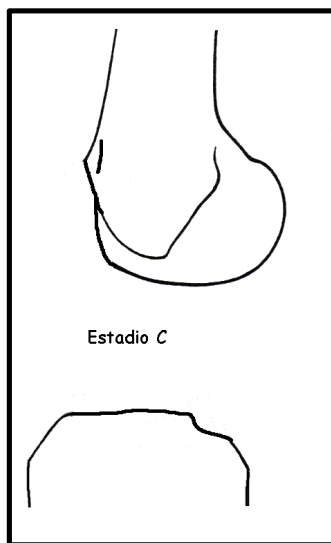


Fig. 1.28. Displasia grado C

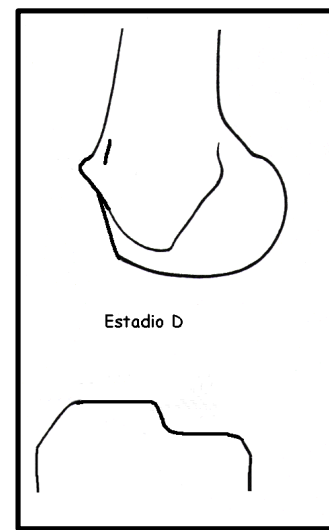


Fig. 1.29. Displasia grado D

Esta nueva clasificación es evaluada por Remy y cols. (2001) estudiando 53 IRO y 15 IRP. Demuestran una buena reproducibilidad interobservador, y sin relación con la experiencia del mismo. Concluyen que esta nueva clasificación es más reproducible que la antigua descrita por H. Dejour.

Actualmente, la TAC es una exploración fundamental en la evaluación de las IRO, puesto que esta técnica permite obtener medidas fiables, reproducibles y comparativas para el análisis preoperatorio.

En 1998, aparece la TAC multicorte, la cual ofrece algunas ventajas determinantes respecto a la TAC convencional. La adquisición de múltiples cortes en la misma rotación del tubo de rayos y a mayor velocidad; disminuye considerablemente la duración del examen, la irradiación, y consecuentemente, mejora la calidad de las reconstrucciones. Recientemente, ha aparecido un nuevo método de representación tridimensional disponible en los scanner de última generación. El VRT ("Volume Rendering Technique") permite una segmentación simple de los tejidos de diferente densidad y visualizar así todas las estructuras. En la actualidad estos aparatos están a la disposición de muy pocos centros asistenciales.

1.4.2.b. Protocolo: Posición del paciente

El paciente se coloca en decúbito supino. Se apoya la rodilla (fosa poplítea) sobre un pequeño soporte o cojín duro que adapta la rodilla a la flexión deseada. Los pies están bien fijos, al estar apoyados sobre una plancha perpendicular a la mesa, y en rotación externa de 10°-20° (ángulo de paso durante la marcha). Esta posición evita las rotaciones durante el examen siendo la mejor garantía para realizar la exploración sin contracción cuadriceps.

Se realizan 6 cortes en extensión de la rodilla y sin contracción del cuádriceps.

- ✓ Corte al nivel de las caderas en la parte superior de la fosita digital.
- ✓ Corte en medio de la rótula. Permite analizar la tróclea. Si el nivel de corte es correcto la escotadura tiene forma de arco románico. Si el arco es gótico el corte es demasiado bajo. Si es muy redondo, el corte es demasiado alto. En casos de rótula alta se debe realizar un corte suplementario en la tróclea. (Fig. 1.30.)
- ✓ Corte en la epífisis tibial superior. Permite delimitar y trazar el eje transversal posterior de los platillos tibiales. Debe ser muy alto para evitar la rotación externa tibial que se produce en los 4 primeros centímetros de la tibia. (Grammont y Trouilloud, 1982) Se corresponde con el nivel B de la figura 1.31.
- ✓ Corte en la parte alta de la tuberosidad tibial anterior.
- ✓ Corte en la base de los maleolos en el tobillo.
- ✓ Corte a 2 cm por encima de la planta de los pies en la cabeza del tercer metatarsiano.

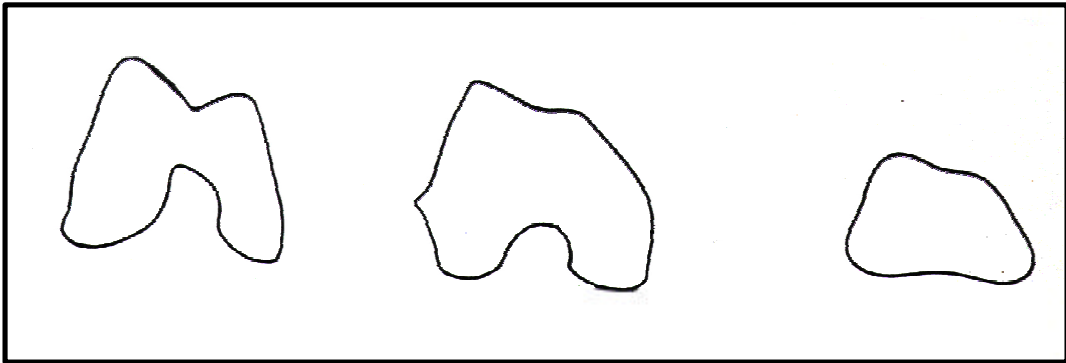


Fig. 1.30. Morfología de la tróclea en la mitad rotuliana (según el nivel del corte axial)

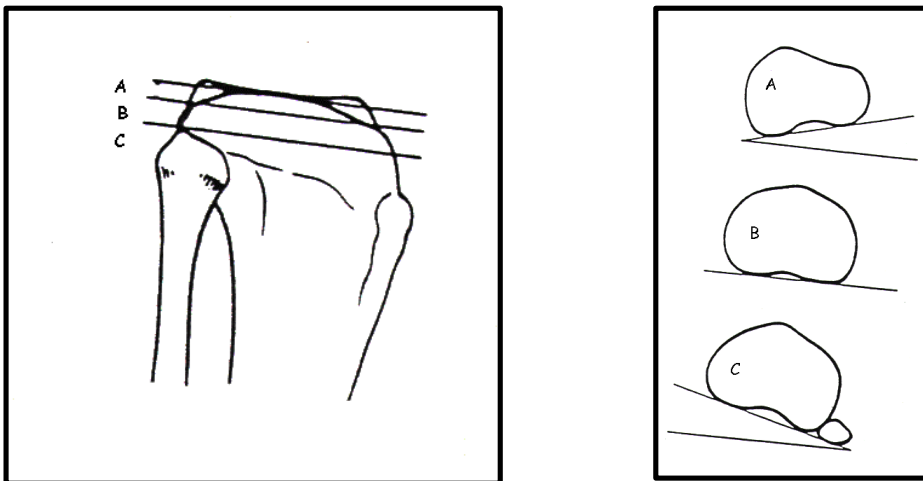


Fig. 1.31. Corte axial en la epífisis tibial superior

Los cortes realizados en la tróclea han de pasar en el nivel más alto posible y deben cortar las dos facetas articulares. En la práctica, este corte axial en la escotadura intercondílea aparece en forma de arco románico.

1.4.2.c. Tipos de exploraciones

Para el estudio de las inestabilidades rotulianas se suelen realizar exploraciones con la rodilla en extensión o bien en flexión de 15° o de 30° . Independientemente de la posición escogida, generalmente se realiza un estudio dinámico en posición neutra, primero sin contracción y después con

contracción del cuádriceps y finalmente, otro estudio en rotación externa de la pierna.

1.4.2.d. Medidas

Se obtienen mediante reconstrucción en el ordenador al superponer distintos cortes tomográficos. Se puede medir los ángulos de torsión: la anteversión femoral (Fig. 1.32.), la rotación a nivel rodilla (Fig. 1.33.), la torsión tibial externa (Fig. 1.34.). También se puede medir: la TA-GT (Fig. 1.35.), la inclinación de la pendiente de la vertiente externa de la tróclea (Fig. 1.36.), la báscula rotuliana. (Fig. 1.37.) y la subluxación rotuliana (medida por el ángulo de congruencia de Merchant) (Fig. 1.25.).

La anteversión femoral es el ángulo formado por el eje del cuello femoral y la línea bicondílea posterior.

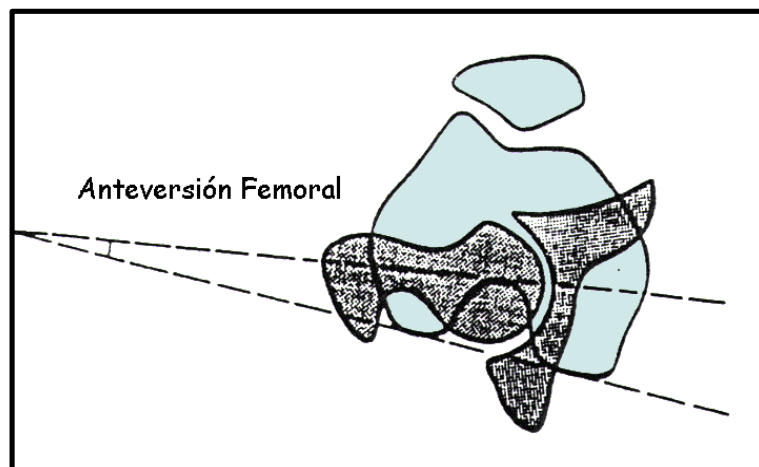


Fig. 1.32 Anteversión femoral

La rotación en la rodilla es el ángulo formado entre la tangente bicondílea femoral y la tangente posterior de la epífisis tibial.

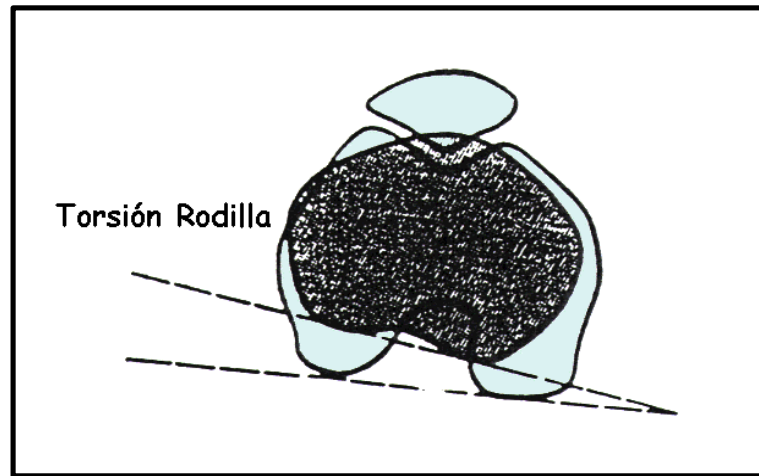


Fig. 1.33. Torsión en la rodilla

La torsión tibial externa es el ángulo formado por la tangente posterior de la epífisis tibial y el eje bimalleolar. La torsión tibial tiene un efecto indirecto en la función femoropatelar.

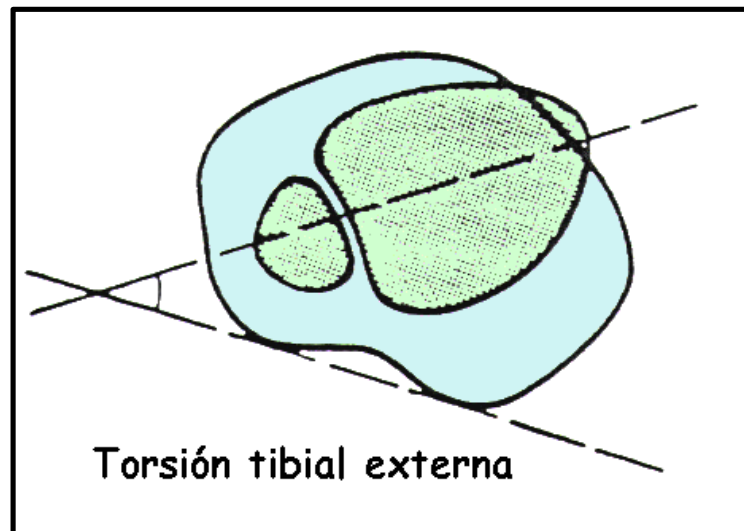


Fig. 1.34. Torsión tibial externa

La TA-GT descrita por Goutallier y Bernageau (1978) se obtiene por superposición del corte de la parte alta de la tróclea y la de la TTA. Se trazan las perpendiculares a la línea bicondílea posterior que pasan por el fondo de la tróclea y por el medio de la tuberosidad tibial anterior. Es una

medida de la traslación externa de la TTA en relación al surco de la tróclea en el plano sagital. No tiene en cuenta la posición de la rótula (ni en el plano lateral ni en el plano sagital; tampoco valora la morfología de la tróclea). La TA-GT es un pobre reflejo del ángulo Q.

La TAC respecto la radiografía convencional ofrece ventajas, ya que permite la exploración en extensión completa. De este modo, se evita la posible fuente de errores debida a la rotación externa tibial. Esta medida se realiza con las rodillas en extensión y los pies a 15° de rotación externa. En el caso de trócleas muy displásicas puede ser muy difícil determinar con exactitud las referencias necesarias para la medida. (Juillard, 1991) El valor admitido como normal es de 15 mm en extensión, 10 mm a 30° de flexión (desviación standard de 3 mm). Se considera excesiva una TA-GT >18 mm (siendo excepcional >25 mm). (Bernageau y cols., 1986) Un 56% de pacientes con IRO y un 3% de casos control presentan una TA-GT superior a 20 mm. (Dejour y cols., 1990; Beaconsfield y cols., 1994)

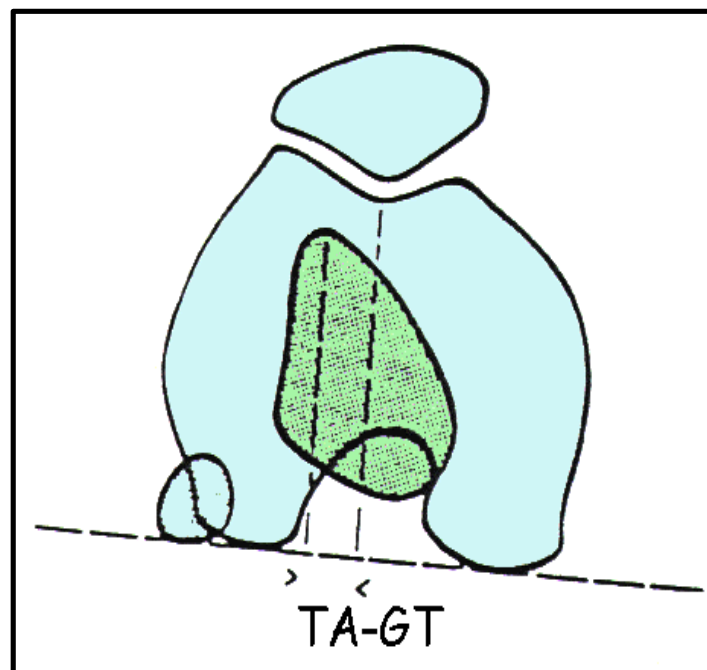


Fig. 1.35. La distancia entre la tuberosidad tibial anterior y el surco troclear: TA-GT

Otras medidas son el grado de inclinación de la pendiente externa de la tróclea femoral. Es el ángulo formado por la línea tangente a la carilla troclear externa y la línea bicondílea posterior en el corte axial más alto de la tróclea. Esta es una medida indirecta de la profundidad de la tróclea. (Bernageau y cols., 1981)

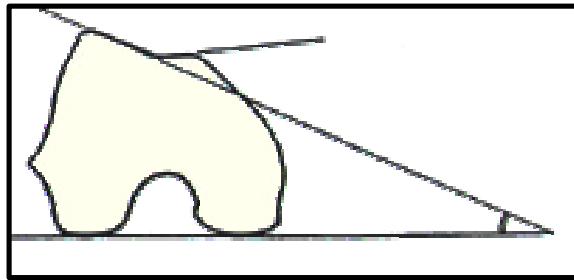


Fig. 1.36. inclinación de la pendiente de la vertiente externa de la tróclea

La medida de la báscula rotuliana se realiza en el corte que pasa por el medio de la rótula. Es el ángulo formado por el eje transversal de la rótula y la línea bicondílea posterior. Se realiza con la rodilla en extensión con y sin contracción del cuádriceps y también a 15° de flexión. Refleja la displasia del cuádriceps (vasto interno) pero también la displasia de la tróclea. La exploración con y sin contracción del cuádriceps nos permite una evaluación dinámica de la báscula. En el 97% de los sujetos normales la báscula es de 10° a 20°; mientras que es superior a 20° en el 83% de los pacientes con IRO y en el 3% de los controles. (Nové Jossierand y Dejour, 1995)

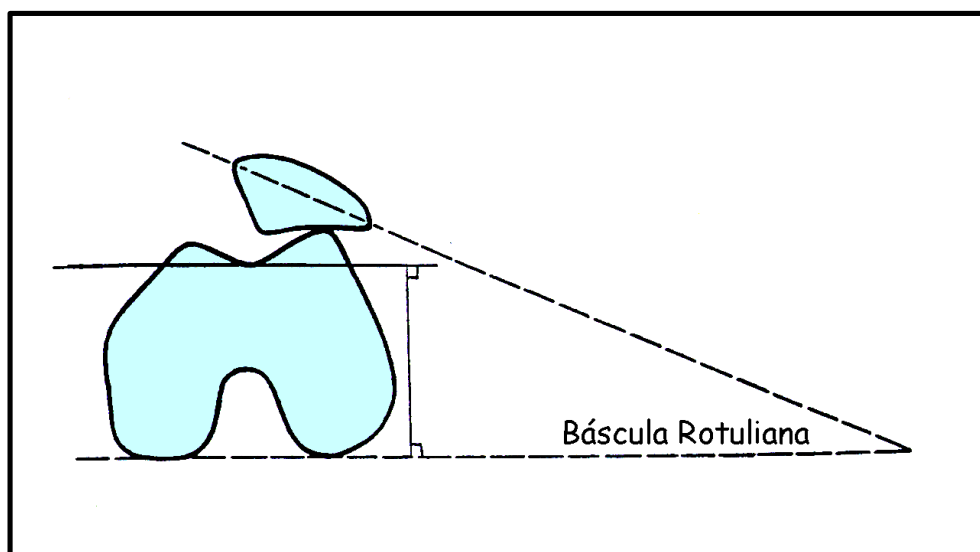


Fig. 1.37. Báscula rotuliana

1.4.3. La Resonancia Magnética (RM)

1.4.3.a. Introducción

Felix Bloch de Stanford University y Edward Mills Purcell de Harvard University demuestran en 1945 que los núcleos magnéticos pueden interactuar con la radiación electromagnética. Crean el campo de la espectroscopia por RM y establecen el marco teórico para su posterior desarrollo. Ambos comparten en 1952 el premio Nobel por sus trabajos.

La espectroscopia de RM ha sido durante mucho tiempo un instrumento importante para los químicos en la determinación de la estructura molecular. En 1970 Damadian empieza a construir la primera resonancia magnética con fines clínicos. En 1973, Paul Lauterbur consigue utilizar los principios de la RM para producir una imagen, y denomina a este proceso zeugmatografía, del término griego que significa "juntar", lo que hace referencia al acoplamiento de los campos magnéticos y de radiofrecuencia por los núcleos magnéticos. En el 1977 se obtiene la primera imagen croseccional. En 1981 comienzan los primeros ensayos clínicos con prototipos, y a mediados de dicha década, la RM se convierte en una herramienta de uso ordinario en la práctica clínica. La RM supone el mayor avance en diagnóstico por la imagen del último cuarto de siglo, si bien muchos de sus potenciales aplicaciones están aún por desarrollar. (Mink, 1993; Berquist, 1996; Gray y cols. 1997; Stoller y cols., 1997; Masciocchi y cols., 2000)

1.4.3.b. Equipamiento

La RM precisa disponer de un espacio físico con un campo magnético estable. El campo magnético es generado por un potente electro-imán superconductor, que constituye uno de los elementos fundamentales del equipamiento. La intensidad del campo magnético puede expresarse en Gauss o Teslas ($1 \text{ T} = 10.000 \text{ G}$). El campo magnético de la tierra es en promedio de unos 0,5 G. La mayoría de las unidades de RM producen campos magnéticos de entre 0,15 y 1,5 T (1.500-15.000 G). El alto campo incluye fundamentalmente valores de 1 T y 1.5 T. En investigación se utilizan campos magnéticos de hasta 8 T.

Además de un potente electro-imán, el equipamiento básico para la realización de RM incluye otros elementos relevantes. Se incluyen: los gradientes, las antenas, la informática aplicada, y la cadena de imagen. Las antenas, en su variante más frecuente (emisoras-receptoras), canalizan los pulsos de radiofrecuencia y captan la energía de relajación. La informática aplicada incluye un potente ordenador especializado y un software específico; imprescindibles para gestionar eficientemente los pulsos de radiofrecuencia, para descodificar velozmente la señal de resonancia, para efectuar la reconstrucción de las imágenes, y para procesarlas. Finalmente es necesaria una cadena de imagen que culmina en la terminal de impresión o en el almacenaje digital. Consolas de trabajo auxiliar facilitan al radiólogo la evaluación, comparación y manipulación de los datos obtenidos.

1.4.3.c. Bases físicas

Los núcleos de los átomos están formados por protones y neutrones; ambos poseen spins intrínsecos y momentos magnéticos. Los protones y los neutrones tienen una intensa tendencia a formar parejas de forma que sus spins y sus momentos magnéticos se cancelen. Los protones o los neutrones no apareados producen núcleos magnéticos. (Deutsch, 1993)

La RM es un fenómeno físico por el cual núcleos de número impar de protones y/o neutrones pueden absorber selectivamente energía de radiofrecuencia (resonancia) al ser colocados bajo un campo magnético, lo cual modifica sus movimientos de rotación y precesión. Poco después estos devuelven el exceso energético mediante una liberación de ondas de radiofrecuencia (relajación), la cual induce a su vez una señal eléctrica en una antena receptora con la que se puede obtener una imagen o un análisis espectroscópico (Fig 1.38.).

Los núcleos magnéticos de interés biológico son los siguientes: hidrógeno (^1H), carbono (^{13}C), flúor (^{19}F), sodio (^{23}Na) y fósforo (^{31}P). Todos ellos tienen un número de masa impar, lo cual indica la presencia de un nucleón no apareado. Dada su abundante presencia en el agua y en los lípidos, el hidrógeno es de entre todos los isótopos magnéticos el que tiene una mayor aplicabilidad médica. Además, el hidrógeno tiene la mayor sensibilidad

intrínseca para las técnicas de RM. Por eso las imágenes de RM convencional se basan en la excitación de átomos de hidrógeno.

La obtención de imágenes de RM comienza con el envío de un pulso de radiofrecuencia, que genera una carga energética en los átomos de hidrógeno. Una vez finalizado el pulso de radiofrecuencia, diversos mecanismos de relajación alteran los movimientos de rotación y precesión de los átomos de hidrógeno previamente excitados. En el tiempo T2, también llamado "tiempo de relajación transversal", desaparece la magnetización transversa a medida que los momentos aleatorios se cancelan entre sí. Otro grupo de mecanismos de relajación hace que los núcleos se realineen con el campo magnético estático. En el tiempo T1, también llamado "tiempo de relajación longitudinal", los núcleos se alinean o realinean con el campo magnético externo. Un T1 corto corresponde a una liberación de energía rápida. En los sistemas biológicos, los tiempos de relajación protónica están determinados por la abundancia de los átomos de hidrógeno (y por ende del agua) y por su interacción con las macromoléculas del entorno.

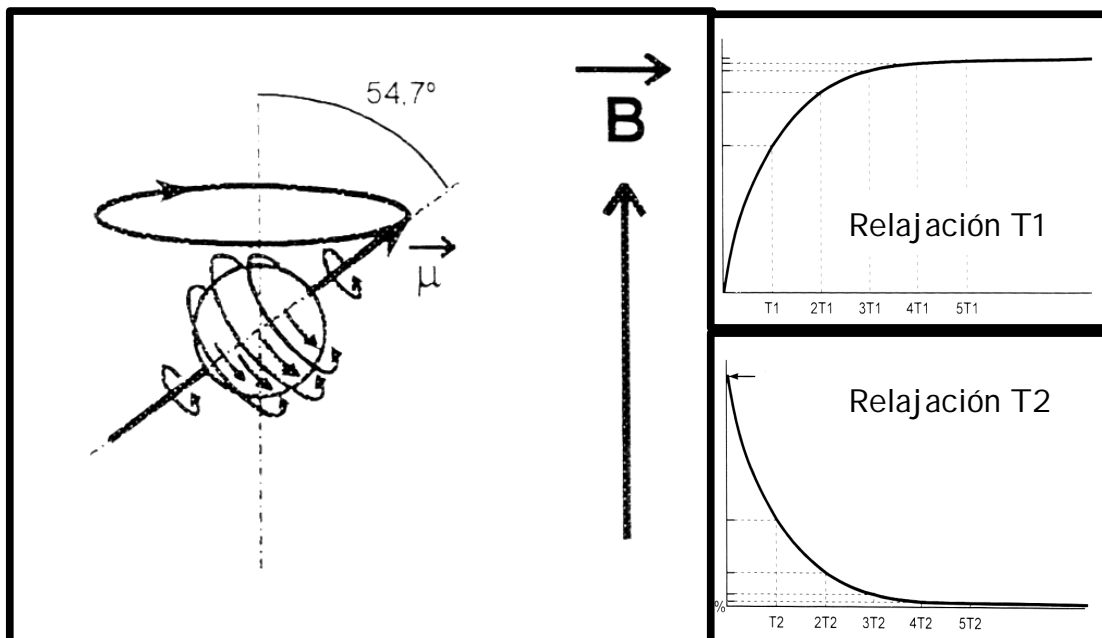


Fig. 1.38. Bases físicas

1.4.3.d. Secuencias

Los pulsos de radiofrecuencia utilizados para excitar los átomos de hidrógeno se agrupan con una cadencia y proporción determinadas. La sucesión agrupada de pulsos de radiofrecuencia constituye una secuencia. Las secuencias constan de uno o varios pulsos de radiofrecuencia sucesivos que producen la excitación nuclear, con pulsos previos para saturación, elección de plano, etc. La duración, sincronización y tipo de pulso determina las diferencias entre unas secuencias y otras.

Los parámetros fundamentales que condicionan las propiedades intrínsecas de cada secuencia son el TR y el TE. El TR (tiempo de repetición) es el intervalo de tiempo que separa dos impulsos $\pi / 2$ sucesivos. El TE (tiempo de emisión) es el intervalo de tiempo que separa el impulso $\pi / 2$ de la medida de la señal emitida. Las secuencias spin-eco constan de un pulso de 90° , seguido de un pulso de 180° . La particular combinación de unos determinados TR y un TE configura los tres tipos básicos de potenciación en una secuencia spin-eco convencional, incluyendo potenciación T1 (TR y TE bajos, 500-600 / 8-15 mseg), potenciación densidad protónica o DP (TR alto y TE bajo, 1500-2000 / 15-20 mseg), y potenciación T2 (TR y TE altos, 1500-2000 / 80-100 mseg).

La potenciación de cada secuencia (T1, DP o T2) y la particular densidad protónica de cada tejido (densidad de átomos de hidrógeno) determinan un contraste tisular específico, que se expresa mediante una escala de grises en las imágenes de RM. Dicho de otra forma, la RM expresa el contraste tisular en función de los valores T1 y T2 de cada tejido, que lo sitúan en un lugar específico de la escala de grises. De esta forma, los tejidos o estructuras con T1 corto (como la grasa) aparecen hiperintensos en secuencias T1, en tanto que los tejidos o materiales con T1 largo (como los fluidos) aparecen hipointensos en T1. De igual forma, tejidos o estructuras con T2 corto (fluidos) aparecen hiperintensos en T2, en tanto que los tejidos con T2 largo (cortical ósea) aparecen hipointensos en T2. El portentoso contraste tisular de la RM, mucho más preciso y sofisticado que el de la TAC, permite un reconocimiento exhaustivo de la anatomía y de la patología.

Al margen de un TR y un TE, las secuencias incluyen otros muchos parámetros que influyen en la calidad de la imagen y que determinan su tiempo de adquisición. Estos parámetros incluyen, entre otros, la matriz de reconstrucción y el grosor de corte, que influyen directamente en la resolución espacial y la relación señal-ruido. En lo que se refiere a la matriz de reconstrucción hay que tener en cuenta que la señal es analizada en la dirección de la frecuencia y la fase. Cada elemento de la matriz es un elemento gráfico (píxel) que representa un elemento de volumen (voxel) en el tejido. La matriz de imagen utilizada habitualmente es de 256 x 256. En lo que se refiere a la señal-ruido, esta debe mantenerse en niveles tolerables. A mayor resolución espacial sucede inevitablemente peor relación señal-ruido, debiéndose buscar un equilibrio aceptable entre ambos. Los parámetros de cada secuencia están íntimamente relacionados. La abundancia de parámetros y su interrelación exige a los técnicos un esfuerzo constante de superación. La calidad de imagen exige aumentar el tiempo de exploración, y al equilibrio entre las condiciones ideales y las posibles lo llamamos optimización (Fig.1.39).

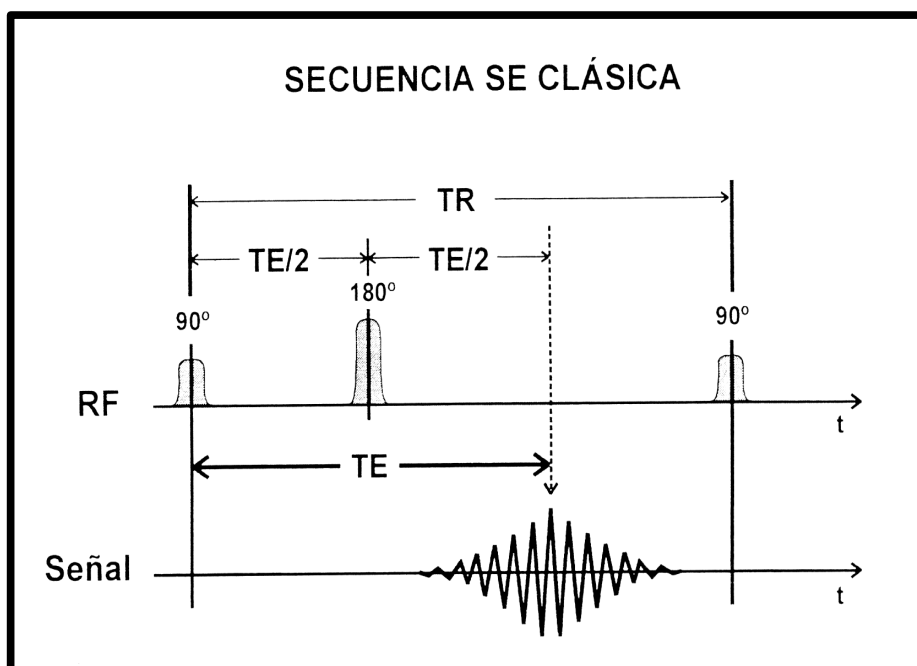


Fig. 1.39. Secuencia SE (Spin-Eco) clásica

Al margen de las secuencias spin-eco convencionales, deben mencionarse al menos otros tres tipos de secuencias de importancia crucial, incluyendo las secuencias con supresión grasa (entre ellas la secuencia STIR), las secuencias rápidas (fast-spin-eco) y las secuencias con reenfoque de gradiente (idóneas para la valoración condral). Especial mención merecen las secuencias rápidas, que permiten explorar a los pacientes en precarias condiciones clínicas. (Sonin y cols., 2002)

1.4.3.e. Protocolos de estudio

La exploración de RM se ejecuta siguiendo un protocolo, que incluye medidas de precaución, medidas preparatorias previas, elección de planos y secuencias, uso de contraste y en su caso utilización de maniobras dinámicas. Toda exploración de RM debe ser precedida por un cuestionario de seguridad, que garantiza la ausencia de contraindicaciones absolutas (marcapasos, clip de aneurisma, implante coclear) o relativas (válvulas cardíacas, stents vasculares, etc.). Al margen de esto, debe recordarse que la claustrofobia constituye una contraindicación relativa que aborta en ocasiones el intento de estudio. El material del sutura y las placas metálicas de osteosíntesis son fuente de artefactos y de vacío de señal en su emplazamiento, pero no constituyen una contraindicación.

El protocolo de estudio debe además definir el uso de determinados planos de corte y de determinadas secuencias. La elección de los planos de corte y de las secuencias se basa en el conocimiento de la anatomía y en la patología sospechada, lo cual lleva a preferir en ocasiones planos oblicuos en vez de los tres planos ortogonales que normalmente se ejecutan. El protocolo de estudio debe además prever la utilización de una determinada antena, o el uso de contraste. Finalmente y en casos seleccionados se puede plantear la realización de maniobras dinámicas, especialmente en estudio de rodilla, tobillo, columna cervical y articulación temporo-mandibular.

1.4.3.f. Medios de contraste

Un contraste paramagnético es una sustancia que presenta un ión metálico unido a una sustancia quelante para disminuir su toxicidad. El gadolinio

(contraste paramagnético más usado) permite una liberación más rápida de energía, y actúa por tanto acortando el T1. El gadolinio DTPA® Magnevist, Magnograf, se utiliza en dosis de 0,1 mMol/kg de peso. Su farmacocinética sigue un modelo bicompartimental similar al de los compuestos yodados uroangiográficos, con paso del compartimento sanguíneo al espacio extracelular en los primeros minutos y excreción renal posterior. El contraste puede servir para confirmar la existencia de una lesión o su naturaleza sólida. Puede además contribuir a perfilar los contornos y dimensiones de la lesión. Puede beneficiarse del uso de supresión grasa en tumores o infecciones del sistema musculo-esquelético. El contraste oral o hepático específico son menos usados.

1.4.3.g. RM de rodilla

La exploración de RM de la rodilla requiere la utilización de una bobina de superficie adaptada a la morfología de la región, con el paciente en decúbito supino. Se programan secuencias spin-eco, fast-spin-eco, y eco de gradiente, con ponderaciones T1 y T2, en los planos coronal, sagital y axial. El grosor de los cortes proporcionados por las secuencias convencionales es de 4-5 mm y de 1,3 mm en la secuencia volumétrica (3D), que incluye la posibilidad de reconstrucción multiplanar. (Gray y cols., 1997; Sanders y cols., 2001)

En las secuencias spin-eco y fast-spin-eco, la grasa del tejido subcutáneo y de la médula ósea aparecen hiperintensas, en virtud de su alta concentración protónica, que determina tiempos de relajación T1 corto y T2 largo. Las estructuras ligamentosas, meniscales y tendinosas presentan escasa intensidad de señal tanto en ponderación T1 como T2, debido a su bajo contenido protónico, propio del colágeno tipo 1 que interviene en su composición. El colágeno tipo 2, presente en el cartílago hialino de las superficies articulares, aumenta ligeramente su intensidad de señal debido a una mayor concentración protónica y capacidad hidrófila. Los líquidos, caracterizados por T1 y T2 largo, aparecen hipointensos en secuencias T1 e hiperintensos en secuencias T2. En los vasos sanguíneos la señal es influida por la velocidad del flujo, observándose vacío de señal en su luz en secuencias T1 pero especialmente en T2. La cortical ósea muestra

hipointensidad en todas las secuencias de pulso, debido a su escaso contenido protónico. La intensidad de señal en los vientres musculares es mayor que las estructuras menisco-ligamentosas, pero en conjunto presenta una baja señal en todas las secuencias según sus valores T1 y T2 corto. (Sonin y cols., 2002; Imhof y cols., 2002)

1.4.3.h. Indicaciones de la RM de rodilla

Desde su inicio, las principales indicaciones de la RM se concentraban en el ámbito de la patología músculo-esquelética y del sistema nervioso central. Dentro de la patología músculo-esquelética, la patología de rodilla es la estudiada con atención preferente, sin duda en relación con la elevada incidencia de patología (meniscal, ligamentosa, cartilaginosa) a dicho nivel. Debe destacarse especialmente la aplicabilidad de la RM para el estudio de la patología femoropatelar y del aparato extensor. (Hayes y cols., 1990; Hodge y cols., 1993; Hayes, 1994; McLoughlin y cols., 1995; Kahn y cols., 1996) Muchos son los trabajos que estudian el mecanismo extensor (tendón cuadriceps, rotuliano, etc.); mientras que otros inciden en la valoración del cartílago femoropatelar (condromalacia, osteocondritis y osteoartrosis). En muchos casos se realizan estudios comparativos que utilizan la artroscopia como patrón oro. (Heron, 1992; Ruwe, 1994; Noyes y cols., 1996; Lewandrowski y cols., 1996)

El estudio de la inestabilidad rotuliana constituye un campo apasionante en el que la RM ha jugado un gran papel en los últimos años. Aunque la mayoría de los estudios disponibles se basan en la evaluación cualitativa de las consecuencias de la luxación patelar transitoria o recurrente, algunos estudios cuantitativos por RM han sido realizados, tanto de forma estática como dinámica. Existen sofisticados aparatos de RM en centros pioneros que permiten estudios dinámicos del recorrido articular rotuliano. Las últimas tendencias en la RM osteoarticular se basan en aparatos de dimensiones reducidas para estudios articulares específicos y con elevada calidad de imagen. (Tennant y cols., 2000; Harman y cols., 2002)

1.4.3.i. Análisis de la alineación rotuliana en el diagnóstico por la imagen

Hace más de 100 años, se observó que la rótula se hace inestable a medida que se acerca a la extensión; aunque Roux y cols. (1979) describen un caso inusual en el cual la rótula se subluxa o luxa en flexión cuando el aparato extensor es corto. Una rótula lateralizada puede sin embargo no ser detectada en la proyección de Merchant, porque requiere una rodilla a 30° de flexión. Si la proyección de Merchant no demuestra malalineamiento, pero existe una sospecha de desplazamiento medio-lateral que se desea objetivar o cuantificar, la TAC o RM pueden proporcionar esta información. (Sheehan y cols., 1998; Standford y cols., 1998; Spritzer, 2000)

Las medidas de la mala alineación rotuliana con la TAC o RM deben tomarse utilizando los cortes a nivel medio-transverso rotulianas, tal y como describió Fulkerson y cols. (1987). La posición y la rotación de la extremidad y de los pies deben ser; bien la del ángulo del paso, o bien con los pies al cénit.

Fulkerson y cols. (1987) desarrollan una clasificación basada en las imágenes de TAC donde diferencian claramente la báscula y la subluxación rotulianas. Una rótula mal alineada puede estar inclinada (basculada) o subluxada (desplazada lateralmente); o bien, estar inclinada y subluxada a la vez. La báscula está formada por el ángulo entre la pendiente de la faceta externa rotuliana y la línea bicondílea posterior (rodillas a 15° de flexión). Se considera la báscula normal cuando es mayor de 7° y generalmente suele ser superior a los 12°. La subluxación se evalúa con el ángulo de congruencia en la proyección de Merchant. Un ángulo de congruencia positivo indica subluxación lateral rotuliana.

Diversos trabajos demuestran que la articulación femoropatelar es congruente a 30° de flexión, pero no en los primeros 30°. (Kujala y cols., 1989) Lógicamente los análisis radiográficos a 30° de flexión pierden información. Kujala y cols. (1989) demuestran con RM que la contracción isométrica cuadricepsal disminuye la báscula en extensión pero puede desplazar la rótula medial o lateralmente. Estos resultados coinciden con los obtenidos con la TAC (Martínez y cols. 1983; Sasaki y Yagi, 1986)

Guzzanti y cols. (1994) observan que la contracción cuadriceps tiene un efecto significativo en la posición y báscula rotulianas. Específicamente, se acentúa la báscula y la subluxación rotulianas. De cualquier modo, hay que señalar que la posición normal medio-lateral en la RM es aún motivo de controversia.

Nové-Josserand y Dejour (1995) realizan un estudio similar con contracción del cuádriceps, pero también en sujetos normales. Observan que la contracción del mismo sólo tiene efecto en los pacientes con inestabilidad severa. El valor de corte de la báscula dado por Dejour es de 20°, medidos según el método descrito por Fulkerson. El grado de flexión no se especifica.

El desplazamiento lateral rotuliano de Laurin es aplicable a la TAC y a la RM. (Laurin y cols., 1979) Kujala (1989) y Koskinen (1992) cuantifican este parámetro en la TAC, cerca de la extensión y determinan que en la normalidad, el borde medial de la rótula sobrepasa la vertical unos 3 mm. Por lo tanto el índice de desplazamiento lateral normal en TAC o RM es de menos de 3 mm; un valor de 0 corresponde a una rótula posicionada lateralmente. Grelsamer y cols. (1998) modifican la técnica de Laurin-Kujala para valorar el desplazamiento medio-lateral rotuliano en la RM.

McNally (2001) analiza con técnicas de imagen pacientes con dolor anterior de rodilla recalcitrante (sobretudo con alteraciones del recorrido rotuliano) y concluye que la combinación de estudios estáticos y dinámicos por RM permite clasificar correctamente la alteración del recorrido rotuliano en 3 grupos: sólo dolor anterior, dolor anterior con morfología alterada y dolor anterior con morfología alterada y alteración en el recorrido rotuliano.

1.4.3.j. Análisis cuantitativo en RM

La IRO es una patología muy concreta que se sitúa en un extremo dentro de las lesiones que afectan a la articulación femoropatelar. Actualmente los parámetros determinantes de la IRO se evalúan con la radiografía simple y la TAC. A finales de la última década aparecen trabajos que miden algunos de estos parámetros con la RM.

Kujala y cols. (1989) miden en 20 casos control diversos parámetros en el corte axial a 0°, 10°, 20° y 30° de flexión. Observan que en extensión el ángulo del surco es mayor y la rótula está más basculada y subluxada externamente. Concluyen que normalmente la rótula en extensión, está lateralizada y basculada; y que se medializa en los primeros grados de flexión.

Kujala y cols. (1989) realizan un trabajo comparativo con medidas en el plano axial y sagital en RM. Son el primer grupo de trabajo que apuesta por la RM como método de evaluación de la relación femoropatelar en los primeros grados de flexión, sugieren su utilización en procesos de realineación rotuliana.

Koskinen y cols. (1993), realizan un análisis de las relaciones femoropatelares a 0° y a 20° de flexión; en 13 rodillas con IRO y 15 casos control. Realizan medidas en los cortes axiales a 5 niveles. Concluyen que las diferencias entre ambos grupos son más evidentes en extensión que a 20° de flexión.

Miller y cols. (1996), miden la altura rotuliana según el índice de I-S en 46 rodillas normales. Concluyen que no existen diferencias estadísticamente significativas entre la medidas obtenidas con radiografía simple y con RM; insinúan que la morfología rotuliana puede afectar al índice rotuliano.

Powers y cols. (1998) realizan un trabajo con RM dinámica resistida (en 12 casos normales y 3 casos con clínica femoropatelar), concluyen que la información obtenida de los distintos patrones de recorrido rotuliano son fiables. Establecen un patrón de movilidad rotuliano normal caracterizado por un desplazamiento medial de 45° a 18°, seguida de un desplazamiento lateral desde los 18° hasta la extensión.

Carrillon y cols. (2000) publican un trabajo en el que miden la inclinación de la carilla externa de la tróclea. Se trata de un trabajo comparativo entre un grupo control de 30 pacientes y un grupo con IRO de 30 casos documentados al menos por 2 episodios de luxación. Utilizan el primer corte en el que se observa el cartílago de la tróclea por completo. El valor umbral

obtenido es $<11^\circ$; siendo la media en el grupo IRO de $6,17^\circ$ y en el grupo control de $16,93^\circ$. La sensibilidad es del 93% y la especificidad del 87%. Usan imágenes potenciadas en T2 con supresión de la grasa y secciones de 4 mm de espesor. Utilizan como referencia el hueso subcondral de la tróclea y los cóndilos posteriores. En este caso las medidas se realizan utilizando un software adaptado. Obtienen una excelente reproducibilidad intra e inter observador.

Pfírrmann y cols. (2000) analizan retrospectivamente criterios diagnósticos cualitativos y cuantitativos. Se incluyen en el grupo displasia los pacientes que tienen una radiografía estricta de perfil con un saliente superior a 3mm. Analizan 16 casos con displasia (solamente 5 presentan luxación rotuliana) y 23 casos control. Concluyen que la profundidad de la tróclea $(CE+CI/2)-G$ medida en el corte axial <3 mm (a 3 cm por encima de la interlínea articular fémoro tibial) es la más precisa; obtienen una sensibilidad del 100% y una especificidad del 96%. Consideran que la displasia de la tróclea puede diagnosticarse en los cortes sagitales y en los axiales a 3 cm de la interlínea utilizando criterios cualitativos y cuantitativos.

Neyret y cols. (2002), miden la longitud del tendón rotuliano, la distancia entre el platillo tibial y su inserción en la tuberosidad tibial y los índices de altura rotuliana según C-D e I-S en radiografía simple y en RM. Comparan 42 pacientes con IRO y 51 casos control. Concluyen que el tendón rotuliano es 8 mm más largo en la IRO (52 mm); apoyan la hipótesis de que la rótula alta es debida a una contractura del aparato extensor cuadricepsal y no a una inserción baja respecto la interlínea articular. La LTR >50 mm es más sensible y más específica para la IRO que un índice de C-D $>1,2$.

Ward y cols. (2002) comparan la correlación entre criterios cualitativos y cuantitativos con RM cinemática. Las técnicas cuantitativas se basan en referencias óseas, mientras que las cualitativas se basan en referencias articulares (relación visual entre dos superficies). Concluyen que ambos criterios no son comparables. La fiabilidad intra e inter observador para el análisis cuantitativo (desplazamiento lateral y báscula rotuliana) son excelentes. La fiabilidad para el análisis cualitativo es excelente intra observador y moderada inter observador. Sin embargo, la correlación entre

ambos criterios es de pobre a moderada para el desplazamiento horizontal y pobre para la báscula.

Elias y cols. (2002) publican un trabajo comparativo entre las RM de 82 pacientes que presentan un episodio de luxación rotuliana aguda en las 8 semanas previas y un grupo control de 100 pacientes. En 75 de los 82 casos no existe ningún antecedente clínico femoropatelar previo a la luxación. Existen diferencias en la distribución por edad y sexo entre los dos grupos que obliga a un análisis de regresión lineal. La rodilla está colocada en extensión completa. Las medidas se realizan por dos observadores y no se especifica el sistema de medidas. Obtienen una báscula rotuliana en el 43% de las luxaciones. El índice de I-S en el grupo de las luxaciones es de 1,18 de media (21% de rótulas altas); la media del grupo control es de 1,09 (12% de rótulas altas). La inclinación de la pendiente externa en el grupo luxación rotuliana es de 15° (en el 28% de los casos es >11°) y de 23° en el grupo control (>11° en el 4% de los casos).

1.4.3.k. Análisis cualitativo en RM

Existen muchos trabajos que analizan con RM las consecuencias de las inestabilidades rotulianas tanto al nivel óseo y cartilaginoso (contusiones óseas, lesiones condrales), como en las partes blandas (alérion rotuliano, etc). En la mayoría de los casos son estudios cualitativos estáticos. (Kirsch y cols., 1993; Quinn y cols., 1993; Virolainen y cols., 1993).

La RM es una técnica capaz de evaluar el estado del cartílago articular. Sin embargo, muchos parámetros afectan la detección de lesiones en el cartílago articular: el tamaño de la lesión (anchura y profundidad), la experiencia del radiólogo, la potencia del campo magnético, la presencia de bobinas especializadas, la elección de las secuencias y la presencia de derrame articular. (Lance y cols., 1993; Peterfy y cols., 1994; Valloton y cols., 1995) La mejoría continuada en los equipos ha permitido detectar lesiones cada vez menores. En las dos últimas décadas ha habido una ferviente actividad en esta área, pero sigue siendo una asignatura pendiente.

Hasta la fecha, el modo más habitual de valorar la capacidad de la RM es comparar los hallazgos de la misma con los hallazgos artroscópicos. La dificultad radica en los diferentes sistemas de valoración utilizados por los cirujanos y los radiólogos. Valloton y cols. (1995) publican que existe una perfecta correlación entre la RM y la artroscopia en un 75% de los casos. En el 25% restante la RM tiende a infraestimar las lesiones cartilaginosas.

Delaunay (2000) evalúa la correlación entre la clínica y la artroscopia del recorrido rotuliano. Concluye que el examen artroscópico del recorrido rotuliano puede aportar información medible del ángulo de flexión de la rodilla que centraliza la rótula. Esta información es de valor diagnóstico en casos de dolor anterior de rodilla inexplicados.

Virolainen y cols. (1993) describen los hallazgos de RM en la luxación rotuliana aguda en 25 casos. Los hallazgos constantes son la contusión del cóndilo externo, la rotura del retináculo medial y el derrame articular.

Quinn y cols. (1993) señalan la tríada de hallazgos de RM en las luxaciones rotulianas, formada por lesiones en el cóndilo femoral externo, lesiones en la carilla interna de la rótula y en el alerón interno. Las roturas del alerón interno generalmente afectan el cuerpo y/o la unión en el margen interno rotuliano. Concluyen que la RM juega un importante papel en el tratamiento de los pacientes con roturas en el retináculo medial. Esta nos facilita el diagnóstico de rotura, nos define la extensión de la lesión e interviene en la decisión quirúrgica.

Kirsch y cols. (1993) revisan retrospectivamente 1450 RM. Veintiséis pacientes han sufrido una luxación rotuliana. Los hallazgos más significativos son: la rotura o esguince del retináculo medial en el 96% de los casos, inclinación y/o subluxación rotulianas en el 92%, contusión en el cóndilo femoral externo en el 81%, lesión osteocondral en el 58%, derrame articular en el 100% y lesión ligamentaria o meniscal en el 31%. Concluyen que la RM es de gran utilidad para diferenciar inestabilidades rotulianas de otras lesiones habituales en la rodilla. Las secuencias axiales de spin-echo y echo de gradiente son las que mejor delimitan las lesiones del alerón interno, las lesiones osteocondrales, etc.

Schweitzer y cols. (1993) analizan los cortes de RM del aparato extensor de 173 pacientes asintomáticos. Evalúan el grosor del tendón, alteraciones en la señal intratendinosa, forma del tendón en función de la edad, sexo, peso, presencia de derrames o desgarros en el ligamento cruzado anterior.

Pfirschmann (2000) intenta esclarecer el valor de los criterios cualitativos y cuantitativos para la displasia de tróclea. Analiza la presencia de una espícula protuyente a nivel del borde superior de la tróclea y la forma de la transición desde la cortical anterior femoral hasta la tróclea. En el 69% de casos de displasia existe una espícula, pero sólo en un 9% del grupo control. La transición es aguda en el 81% de los casos de displasia y es suave en el 81% de las rodillas normales. El autor apunta que con la RM se puede diagnosticar la displasia y puede ayudarnos para realizar un tratamiento correcto.

Muchos trabajos intentan clasificar las lesiones del ligamento patelo-femoral medial. (Avikainen y cols., 1993; Spritzer y cols., 1997; Desio y cols., 1998; Hautamaa y cols., 1998; Nomura, 1999; Nomura y cols., 2002; Arendt y cols., 2002) Nomura (1999) distingue cuatro tipos de lesiones. Sanders y Morrison (2001) concluyen que la RM define con mayor precisión y exactitud, la extensión y localización de la lesión del ligamento patelo-femoral medial debida a la luxación rotuliana. La sensibilidad de la RM es del 85% y la precisión del 70%. Se observa la lesión por elevación del vasto medial oblicuo en el 85% de los casos. Concluyen que la RM puede jugar un papel decisivo en la planificación y reparación quirúrgica de estas lesiones.

Lee Pope (2001) concluye que la RM es una exploración útil para el correcto diagnóstico de las lesiones tras un episodio de luxación rotuliana y es la herramienta más importante para la planificación quirúrgica.

Ward y cols. (2002) publican un trabajo comparativo entre criterios cualitativos y cuantitativos de la articulación femoropatelar obtenidas con RM dinámica. Concluyen que a pesar de que los métodos cualitativos y cuantitativos muestran una correcta correlación intra e inter observador; existen discrepancias entre ambos métodos de análisis, sobretudo al evaluar imágenes límite. Por tanto, para escoger un método cualitativo o

cuantitativo para evaluar la relación femoropatelar hay que comparar con una referencia básica establecida previamente. Hasta la fecha, no se ha descrito este patrón oro. Argumentan que la utilización de referencias óseas en la evaluación cuantitativa no es del todo válida puesto que la interacción articular depende de la superficie cartilaginosa.

Stäubli y cols. (1999) estudian las relaciones femoropatelares en el corte axial de la rodilla en criosecciones de cadáver y en los cortes de artro-RM de 30 pacientes. En su trabajo se revelan diferencias entre la morfología cartilaginosa y la del hueso subcondral, tanto en la rótula como en la tróclea femoral. En la RM la morfología cartilaginosa sólo se empareja con el contorno óseo de la rótula en 4 casos y en la tróclea en 7 casos. En el mismo trabajo, observan que la forma y la geometría de la superficie del cartílago y del hueso subcondral, varían en función del nivel. Concluyen que el análisis de la congruencia articular debe incluir un análisis detallado de la superficie cartilaginosa en el plano axial.

Stäubli y cols. (2002) concluyen que en el estudio de la congruencia articular, debe incluirse un análisis multiplanar detallado de la geometría del cartílago articular. El conocimiento de la superficie cartilaginosa y de la arquitectura ósea subcondral es fundamental para la comprensión de la función articular.

Elias y cols. (2002) confirman que la RM puede identificar las lesiones en el retináculo medial y en el vasto medial oblicuo en las luxaciones agudas rotulianas. En un 76% de los casos existe rotura del ligamento patelofemoral medial en la inserción rotuliana, en el 30% en el cuerpo y en el 49% en el origen femoral. El 49% de los casos presentan lesiones de los estabilizadores mediales en más de una localización. El 45% de los casos presentan edema o hemorragia en el borde inferior del vasto medial oblicuo. La impactación inferomedial rotuliana es un signo específico en el primer episodio de luxación que aparece en el 70% de los casos. Este trabajo, al igual que muchos otros, incide en el papel que tiene la RM en la planificación de la reparación quirúrgica del ligamento patelofemoral medial en la luxación rotuliana. (Avikainen y cols., 1993; Sallay y cols., 1996; Hautamaa y cols., 1998; Muneta y cols., 1999).

1.4.3.I. Evaluación con RM cinemática y dinámica de la articulación femoropatelar

En lo que se refiere a la RM dinámica de la inestabilidad patelar destacan algunos grupos pioneros, como los de Shellock y Mink en EUA y los de Brossmann y Muhle en Alemania. En algunos de estos estudios se aprovechan los cortes tomográficos para cuantificar algunos parámetros. Los últimos diseños permiten realizar el estudio dinámico en bipedestación y carga para reproducir lo más fielmente posible la dinámica femoropatelar.

Se han propuesto muchas medidas estáticas en la radiografía simple para evaluar la posición rotuliana. Estas medidas tienen inconvenientes significativos (dificultades en la reproducibilidad, superposición de estructuras anatómicas y sobretodo la incapacidad de visualizar las relaciones femoropatelares en los primeros 30° de flexión). La precisión y validez de estas medidas suscita gran controversia. La RM al igual que la TAC permite analizar los primeros grados de flexión.

La RM puede identificar las relaciones estáticas y dinámicas entre la rótula y la tróclea femoral. La adquisición simultáneamente de imágenes axiales y sagitales puede poner de manifiesto anomalías en el recorrido rotuliano durante la flexión. El inconveniente con la RM estática en el estudio de alteraciones en el recorrido rotuliano es la ausencia de contracción muscular, movimiento y carga en la articulación estudiada. (Witonski, 2002)

Las técnicas de imagen de RM han cambiado significativamente desde que Shellock (1988) utilizara las técnicas dinámicas para evaluar las anomalías en la alineación y en el recorrido rotuliano. Desde entonces, varios estudios han demostrado que la RM dinámica es un medio útil y sensible en pacientes con anomalías en la articulación femoropatelar. La RM dinámica tiene la ventaja (sobre la cine-TAC) de mostrar las partes blandas que influyen en la estabilidad y función de la articulación. Información muy útil porque las irregularidades en estas estructuras (retináculos, tendón rotuliano, músculo cuadricepsital) suelen ser la causa de dichas alteraciones. En los trabajos iniciales se examina al paciente en decúbito prono, con un soporte para el muslo y pierna. Recientemente se recomienda la posición en decúbito supino.

(Kujala y cols., 1993; Shellock y cols., 1991, 1992, 1993; Brossmann y cols., 1993, 1994, 1995; Brown y Bradley, 1994; Powers y cols., 1995, 1998; Muhle y cols., 1996; Witonski, 2002)

Las exploraciones con flexión y extensión activas son más sensibles que las pasivas para detectar alteraciones en el recorrido patelar. Estas exploraciones reproducen con más fiabilidad el recorrido normal de la rótula. (Shellock y cols., 1988, 1993)

Existen varios tipos de exploraciones dinámicas con la RM:

✓ Técnica de colocación con incremento pasivo

Consiste en la obtención de múltiples imágenes en el plano axial en distintas secciones mientras las articulaciones son flexionadas progresivamente y de forma pasiva mediante un soporte no ferromagnético activado por el paciente. Se realiza en decúbito prono y se obtienen imágenes en incrementos de 5° de flexión desde 5° a 30°. Algunos trabajos han demostrado que esta técnica es aceptable para evaluar la alineación y el recorrido rotulianos. (Shellock y cols., 1988; Kujala y cols., 1986, 1989)

✓ Técnicas de movimiento activo

Permiten obtener imágenes durante el movimiento. La principal ventaja es que tiene en cuenta la influencia de los músculos y tejidos blandos. Se realiza en decúbito prono desde los 45° de flexión hasta la extensión. Respecto la técnica anterior, permiten un examen más fisiológico y en determinadas circunstancias, el recorrido anómalo se hace más evidente con estas técnicas. (Shellock y cols., 1991, 1992)

✓ Técnica de ciclo de cine

Esta técnica utiliza un soporte especial no ferromagnético, que incorpora un disparador que percibe el movimiento de la rótula. Se coloca al paciente en decúbito supino, se flexiona y extiende la

rodilla repetidamente. Esta técnica muestra modelos de recorrido rotuliano diferentes a los obtenidos mediante la técnica de colocación con incremento pasivo. (Brossmann y cols., 1993)

✓ Técnica de movimiento activo contra resistencia

En este caso el examen se realiza durante el movimiento activo oponiendo una carga externa. (Shellock y cols., 1993) Al añadir resistencia al examen se pueden observar alteraciones que probablemente no se perciben en los exámenes sin carga, es por tanto una mejor técnica para identificar posiciones aberrantes de la rótula. Se realiza en decúbito prono con un instrumento que permite aplicar una resistencia ajustable. Se analiza de forma bilateral desde 45° a la extensión.

Todos los artículos publicados hasta el momento actual muestran que con RM se confirma la sospecha clínica de alteración del recorrido rotuliano. De cualquier modo, en la actualidad se está cuestionando la utilidad real de estos estudios dinámicos del recorrido rotuliano. Los centros pioneros indican que conociendo la alineación rotuliana se puede incidir en el tratamiento preciso y quizás incidir en el procedimiento quirúrgico necesario. Hasta la fecha no hay estudios publicados que documenten la capacidad de la RM para orientar el tratamiento y predecir el resultado del mismo.

1.4.3.m. Ventajas e inconvenientes de la RM.

La resonancia magnética ofrece múltiples ventajas respecto a otras técnicas de imagen, incluyendo su excelente contraste tisular, su enorme capacidad multiplanar, su gran sensibilidad a los cambios patológicos, su flexibilidad para adaptarse a cada aplicación clínica. La incorporación de secuencias rápidas ha permitido además perfeccionar las técnicas cinemáticas. Por no requerir radiaciones ionizantes y por utilizar medios de contraste inocuos, la resonancia magnética es considerada una técnica altamente segura y puede repetirse tantas veces como el seguimiento del enfermo requiera.

La resonancia magnética tiene sin embargo algunos inconvenientes, incluyendo su lenta obtención, su alto precio y su necesidad de una estrecha colaboración por parte del paciente. La resonancia es sensible pero a menudo inespecífica, por lo que requiere una buena orientación clínica para mejorar su rendimiento. Los fenómenos de susceptibilidad magnética y otros problemas inherentes a la técnica de adquisición de imagen generan artefactos que a menudo deterioran la calidad del estudio. Es necesario recordar que existen algunas contraindicaciones absolutas (marcapasos, válvulas cardíacas, etc.) y relativas (claustrofobia) que restringen su uso en determinados casos. (Reiser y Vahlensieck, 2000)

2. OBJETIVOS

Tal y como se recoge en la introducción, la inestabilidad rotuliana agrupa muchas entidades clínicas: Sd. Doloroso Rotuliano (SDR), Inestabilidad Rotuliana Potencial (IRP), Inestabilidad Rotuliana Objetiva (IRO).

Los factores primarios determinantes de la IRO son: la displasia de la tróclea femoral, la báscula rotuliana, la rótula alta y la TA-GT.

En la actualidad, el examen radiográfico es imprescindible en el estudio de la patología osteoarticular y concretamente a nivel de la rodilla cuando estudiamos la patología femoropatelar.

En nuestro medio, se utiliza rutinariamente la radiografía y la TAC para el estudio y planificación quirúrgica de la IRO. La RM es muy utilizada en el estudio de la patología meniscal y ligamentosa; sin embargo, esto no ocurre para la patología femoropatelar y por ende, en la IRO.

Los objetivos del presente trabajo han sido los siguientes:

- 1) Cuantificar mediante la resonancia magnética los diversos parámetros utilizados para evaluar los factores determinantes de la IRO. Estos parámetros ya conocidos por la radiografía simple y la TAC son la displasia de la tróclea femoral, la altura rotuliana y la báscula.
- 2) Realizar un análisis estadístico comparativo de los resultados de las mediciones entre el grupo inestabilidad rotuliana objetiva (IRO) y el grupo control.
- 3) Describir los resultados obtenidos en el apartado anterior en la subpoblación de hombres y mujeres.
- 4) Obtener los valores límite o de corte de todos los parámetros estudiados.

2. OBJETIVOS

- 5) Determinar los parámetros que son útiles para evaluar la IRO con la RM; y secundariamente, los que son necesarios para la planificación quirúrgica.
- 6) Estudiar la morfología rotuliana en el plano sagital (la nariz rotuliana) y su relación con la IRO.

3. MATERIAL Y MÉTODO

3.1. Material

3.1.1. Tipo de diseño

Se ha realizado un estudio comparativo epidemiológico, analítico y retrospectivo de casos y controles; a partir de un grupo de 46 pacientes (59 rodillas), diagnosticados de IRO; y de 69 pacientes (71 rodillas), pertenecientes a un grupo control. Se ha realizado un estudio con RM de la rodilla a todos ellos. Se han cuantificado todos los factores determinantes de la IRO excepto la TA-GT, porque no se disponían de los cortes necesarios.

3.1.2. Características generales de la serie

La serie global de este trabajo estaba formada por 115 pacientes (130 rodillas exploradas mediante RM) repartidos en dos grupos, uno formado por 46 pacientes con inestabilidad rotuliana objetiva (59 rodillas) mientras que 69 casos constituían el grupo control (71 rodillas).

Es preciso señalar que nos referiremos siempre a rodillas o casos, en lugar de pacientes o personas, puesto que las manifestaciones clínicas de las dos articulaciones (derecha e izquierda) pueden ser distintas en un mismo paciente.

Las RM de los pacientes del grupo IRO se han recogido en el Centro Livet (Hospital de la Croix-Rousse) en Lyon, Francia; mientras que las del grupo control proceden del Hospital Universitari de Tarragona "Joan XXIII" y del CETIR de Barcelona. La serie completa de 59 RM se recogió en el período comprendido entre 1988-1998 (aproximadamente 6 casos por año).

En todos los casos, se ha realizado una exploración mediante RM de la rodilla según protocolo estándar.

3.1.2.a. Grupo IRO

El grupo IRO estaba compuesto por 46 pacientes, de los cuales 13 han presentado inestabilidad de forma bilateral. Por lo tanto, en este grupo se han analizado las RM de 59 rodillas.

En cuanto al sexo, 23 eran mujeres y 23 varones; de los cuales, 9 y 4 presentaban afectación bilateral. Por lo tanto, se han estudiado las RM de 32 rodillas de mujeres y de 27 rodillas de varones.

3.1.2.b. Grupo control

El grupo control estaba compuesto por 69 pacientes, en 2 de los cuales la RM era bilateral. Por lo tanto, en este grupo se han analizado las RM de 71 rodillas.

En cuanto al sexo, 40 eran mujeres y 29 varones; de los cuales, en dos varones se realizó la exploración en las dos rodillas. Por lo tanto, se han estudiado las RM de las rodillas de 40 mujeres y de las rodillas de 31 varones.

3.1.3. Selección de los pacientes

3.1.3.a. Grupo IRO

Este grupo de pacientes estaba formado por las rodillas que han sufrido más de un episodio de luxación verdadera de rótula; conceptualmente se trataba de luxaciones recidivantes rotulianas (no había casos de primeros episodios de luxación, ni lesiones traumáticas agudas). Este hecho ha sido comprobado en la información recogida en la historia clínica; tanto por la descripción por parte del paciente de la localización de la rótula después de los accidentes y/o por el momento de la reducción. En cualquier caso, tanto en la exploración física como en la radiografía simple, suelen persistir estigmas inequívocos de la luxación. Estos son el "signo de Smillie" positivo y el hallazgo radiográfico de una fractura osteocondral, llamado por Trillat,

"Pellegrini Stieda" de la rótula, que traduce el intento de cicatrización del alerón rotuliano interno arrancado después de la luxación.

3.1.3.b. Grupo control

En este grupo se incluyeron las RM de las rodillas de pacientes que presentaban en la mayoría de los casos lesiones meniscales; en muy pocos casos, no se objetivó patología alguna en la exploración realizada. Los pacientes que presentaron clínica femoropatelar, antecedentes de fractura y los que tenían lesiones del ligamento cruzado anterior fueron descartados para formar parte del grupo control.

3.2. Método

3.2.1. El protocolo RM utilizado

La exploración básica con RM de la rodilla requirió la utilización de una bobina o antena de superficie adaptada a la morfología de la región. La exploración se realizó con el paciente en decúbito supino. La rodilla se colocó en extensión completa o con ligera flexión ($<15^\circ$). Los pies se colocaron en rotación neutra con la ayuda de unas cuñas que mantenían la posición. De este modo se simplificaba la exploración y se favorecía la reproducibilidad de la misma.

Las mediciones para las 71 rodillas del grupo control se realizaron con dos aparatos de RM distintos, pero con protocolos muy similares. La mayoría de los casos siguieron las mismas secuencias para el estudio.

El aparato de RM utilizado en el IDI ("Institut de diagnòstic per la imatge") del Hospital Universitari de Tarragona "Joan XXIII" fue un Harmony de 1.0 Tesla (Siemens Medical Systems, Erlangen, Germany).

El aparato de RM utilizado en el CETIR (Centre de diagnòstic de Pedralbes) fue un Signa de 1.5 Tesla (General Electric Medical Systems, Milwaukee, WI). En el protocolo general de rodilla se incluyeron 5 series de imágenes

(axial ponderada en T1, sagital ponderada en T1, sagital en gradiente de eco ponderada en T2, coronal con supresión grasa y sagital ponderada en T2).

La primera serie de secuencias axiales estaba ponderada en T1 con un tiempo de repetición (TR) de 400 ms y un tiempo de eco (TE) 16 ms. La amplitud del campo fue de 16 cm y la matriz de adquisición de 256x192. El grosor de los cortes volumétricos fue de 5 mm con una separación de 2 mm. La segunda serie de secuencias sagitales estaba ponderada en T1 con un TR de 500 ms y un TE de 16 ms. La amplitud del campo fue de 16 cm y la matriz de adquisición 256x224. El grosor de los cortes volumétricos fue de 4 mm con una separación de 1 mm. En ambos casos se realizó sólo una excitación.

El aparato de RM utilizado en Lyon para las mediciones de las 59 rodillas del grupo IRO fue un modelo de 0,5 Tesla (General Electric Medical Systems, Milwaukee, WI). Se colocó una antena de superficie especial con la rodilla en mínima flexión (15°) y rotación neutra de la cadera. Se programaron series de secuencias sagitales y axiales spin-echo ponderadas en T1 con un TR de 500 ms y un TE de 15 ms. La amplitud del campo fue de 16 cm y la matriz de adquisición de 204x256. Se realizaron dos excitaciones. El grosor de los cortes volumétricos que proporcionaron las secuencias fue de 3 o 4 mm y estaban espaciados cada 0,3 o 0,4 mm.

Para el presente trabajo se analizaron las secuencias axiales y sagitales, preferentemente imágenes en gradiente de eco.

3.2.2. El método de realización de medidas

Todas las mediciones fueron efectuadas por un único observador. Se utilizaron dos escuadras milimétricas, se aprovechó el desplazamiento perpendicular entre ellas para localizar los puntos de referencia y realizar las medidas. Las imágenes se apoyaron en un negatoscopio de tres cuerpos horizontal. Se realizó la medida con aproximación al milímetro más cercano.

En todos los casos se tomó como referencia siempre el cartílago articular.

Las medidas tomadas se multiplicaron por la escala de cada imagen de RM. Esta escala está situada en el margen de cada imagen. Al convertir las medidas a la misma escala 1:1 hemos podido realizar cálculos y comparaciones. Se utilizó una hoja de cálculo (Excel 5.0) para almacenar los datos obtenidos de ambos grupos.

3.2.3. Medidas realizadas en el corte sagital

El corte sagital femorotibial standard utilizado como referencia ha sido el realizado a nivel intercondíleo. En este corte de la rodilla se observa la disposición longitudinal y tensada del ligamento cruzado anterior.

Como referencia rotuliana se ha utilizado un corte sagital, longitudinal y medio en el cual ésta se observa en su mayor extensión. Es necesario precisar que las rótulas inestables o que descansaban en una posición muy lateralizada no se podían medir correctamente en el corte a nivel intercondíleo. Por tanto, en estos casos fue necesario localizar un corte rotuliano más lateral.

3.2.3.a. El saliente de la tróclea femoral ("saillie") (S)

Para medir el saliente se aplicó el método descrito por Dejour (1994). La referencia fundamental fue la cortical anterior del fémur. Para ello, se trazó una primera línea que prolongaba dicha cortical anterior de la diáfisis femoral. A continuación, se trazó una segunda línea (perpendicular a la primera) que pasaba por el inicio del cartílago de la tróclea femoral.

La medida del saliente, era la distancia entre la línea que prolonga la cortical anterior del fémur y el punto más anterior del cartílago articular de la tróclea. (Figura 3.1.). Es muy importante señalar que dicha medida corresponde al conjunto del saliente óseo y cartilaginoso, es decir, el saliente real de la tróclea en ese punto. De este modo, con la radiografía simple únicamente se evaluó el saliente óseo. En este caso, no existen dificultades de apreciación debidas a la superposición de los cóndilos femorales porque obviamente éstos no están. El perfil anterior femoral

tomado como referencia se corresponde con el saliente cartilaginoso troclear en el intercóndilo (puede no tratarse del saliente máximo representado con la radiografía, puesto que se trata de la apreciación en un único punto).

3.2.3.b. La longitud intercondílea (C)

Para medir la longitud intercondílea se utilizó el mismo corte anterior. Para ello, en la segunda línea trazada previamente (que es perpendicular a la línea que prolonga la cortical anterior femoral) se midió la distancia entre el punto más anterior de la tróclea femoral y el más posterior intercondíleo. Generalmente, se corresponde con la inserción proximal del ligamento cruzado anterior, (Figura 3.1.). Estas medidas son independientes de la posición rotuliana. (Dejour, 1994)

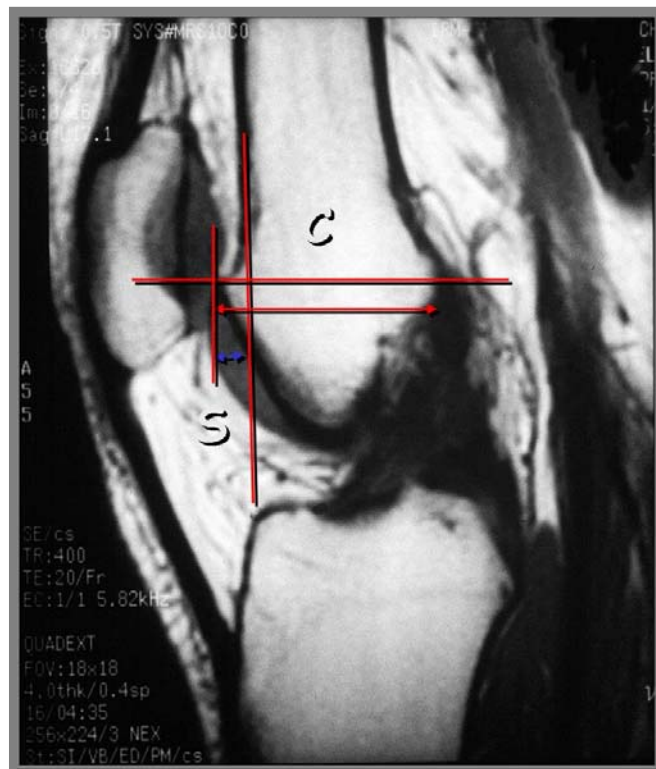


Fig. 3.1. Medida del saliente (S) y longitud intercondílea (C).

3.2.3.c. La superficie de contacto articular femoropatelar (PR)

La medida se realizó trazando dos rectas perpendiculares a la línea que prolonga la cortical anterior femoral, que cortan proximal y distalmente la zona de contacto articular femoropatelar. (Miller y cols., 1996) Lógicamente esta medida representa el contacto femoropatelar solamente en un punto de la tróclea, (Figura 3.2.).

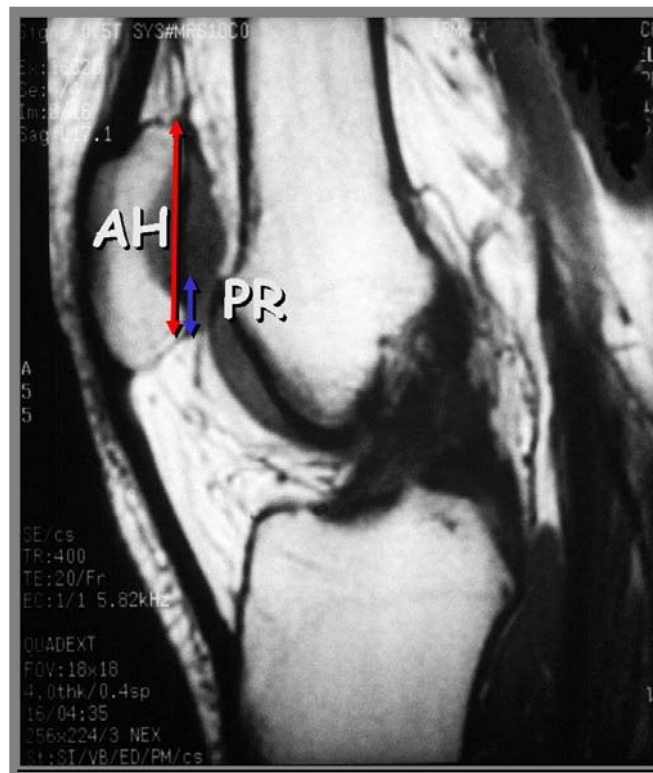


Fig. 3.2. Medida de la superficie de contacto articular femoropatelar (PR) y de la longitud articular rotuliana (AH).

3.2.3.d. La distancia del platillo tibial al polo inferior rotuliano (AT)

Es la distancia comprendida entre la porción más inferior de la superficie articular de la rótula y el margen antero superior del platillo tibial. Esta medida es el numerador del índice de Caton-Deschamps, (Figura 3.3.). (Caton, 1989)

3.2.3.e. La longitud de la superficie articular rotuliana (AH)

Es la distancia de toda la superficie articular rotuliana. Esta medida es el denominador del índice de Caton-Deschamps. Esta medida y la precedente, se realizaron en el corte sagital longitudinal y medio rotuliano; generalmente se trata de un corte lateral a la escotadura intercondílea, (Figura 3.3.). (Caton, 1989)

3.2.3.f. La longitud del tendón rotuliano (LTR)

Se escogió el corte longitudinal y medio rotuliano; se midió en la parte posterior del tendón, desde su origen en el polo inferior de la rótula hasta su inserción en la tuberosidad tibial. Con la RM se puede delimitar perfectamente tanto el origen como la inserción del tendón, así como posibles anomalías existentes. Esta medida es el numerador del índice de Insall-Salvati, (Figura 3.4.). (Insall y cols.; 1972)

3.2.3.g. La longitud de la diagonal mayor rotuliana (LR)

La rótula se midió en su longitud diagonal máxima; esto obliga, como ya se ha comentado anteriormente, a localizar el corte de la rótula en que se observa en toda su extensión. Esta medida es el denominador del índice de Insall-Salvati, (Figura 3.4.). (Insall y cols.; 1972)

3.2.3.h. La nariz rotuliana (N)

Se midió trazando la perpendicular a la diagonal máxima de la rótula (LR) que corta en el límite inferior articular rotuliano. Lógicamente la correcta

elección del corte rotuliano es crucial ya que se puede modificar la morfología de la misma. La longitud de la nariz puede disminuir en cortes paramediales o paralaterales al tendón (incluso puede llegar a desaparecer). Este método para medir la nariz rotuliana no se ha encontrado descrito en la literatura con anterioridad, (Figura 3.5.).

3.2.4. Ratios en el corte sagital

3.2.4.a. La proporción del saliente (S/C)

Es el cociente entre el saliente (S) y la longitud intercondílea (C) expresado en forma de porcentaje. Refleja la magnitud del talud sobre el cual desciende la rótula.

3.2.4.b. La superficie de contacto femoropatelar (PR/AH)

Es el cociente entre la superficie de contacto articular femoropatelar (PR) y la longitud de la superficie articular total rotuliana (AH). Traduce el porcentaje de cartílago rotuliano que tiene contacto con la tróclea femoral.

3.2.4.c. El índice rotuliano según Caton-Deschamps (C-D)

Medida realizada según el método descrito por Caton (1989). Es el cociente entre AT y AH; es decir la distancia existente desde el punto más distal de la faceta articular rotuliana y el margen anterosuperior más prominente del platillo tibial (AT) y la longitud de la faceta articular rotuliana (AH), (Figura 3.3.).

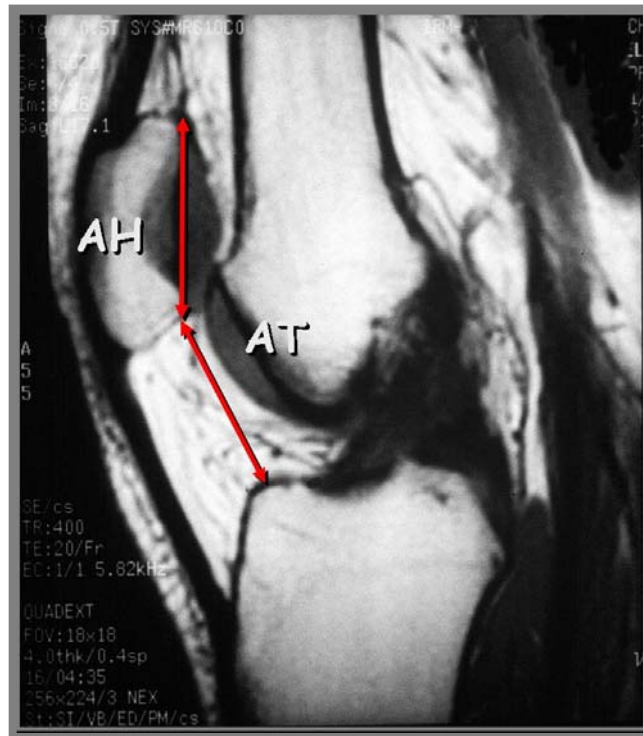


Fig. 3.3. Índice de Caton-Deschamps (AT/AH), distancia del platillo tibial al polo inferior rotuliano (AT).

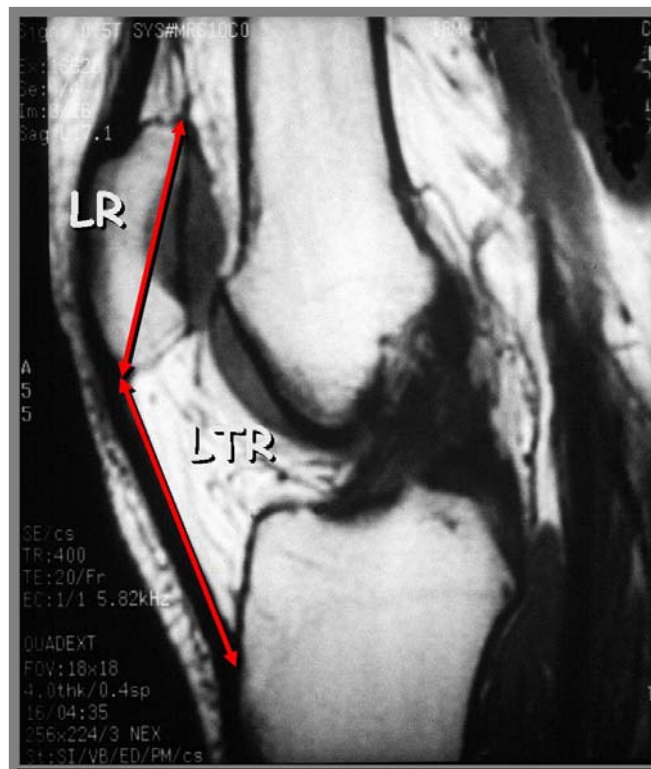


Fig. 3.4. Índice de Insall-Salvati (LTR/LR), longitud del tendón rotuliano (LTR) y longitud diagonal mayor rotuliana (LR).

3.2.4.d. El índice rotuliano según Insall-Salvati (I-S)

Medida realizada según el método descrito por Insall y cols (1972). Es el cociente entre LTR y LR; es decir, la longitud del tendón rotuliano (LTR) y la longitud máxima rotuliana (LR), (Figura 3.4).

3.2.4.e. La proporción de la nariz rotuliana (N/LR)

Es el cociente entre N y LR; es decir, la longitud de la nariz rotuliana (N) y la longitud de la rótula en su diagonal máxima (LR), (Figura 3.5.).



Fig. 3.5. Nariz rotuliana (N) y proporción de la nariz (N/LR).

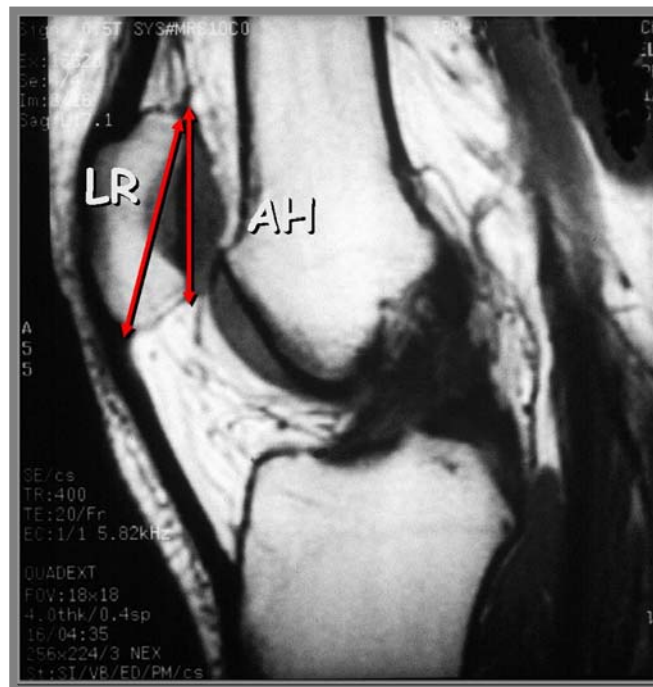


Fig. 3.6. Índice morfológico (LR/AH).

3.2.4.f. El índice morfológico

Es el cociente entre la longitud de la diagonal mayor rotuliana (LR) y la superficie articular total rotuliana (AH), (Figura 3.6.). La medida se realizó según descripción de Grelsamer y cols. (1994).

3.2.5. Medidas realizadas en el corte axial

Se realizaron medidas a dos niveles:

- Uno en la cima, o lo que es lo mismo, al inicio de la tróclea femoral. Se tomó para ello el primer corte axial y se observó el cartílago articular troclear. Se trataba del corte troclear en el que se observaba el cartílago de la vertiente externa así como el de la interna. Esto es de gran importancia porque, como ya se ha comentado anteriormente, el cartílago de la tróclea aparece a distinta altura. El cartílago de la vertiente externa suele empezar en una zona más proximal que el de la vertiente interna.

- Otro a la altura del arco románico (corte equivalente a la parte proximal de la tróclea).

3.2.5.a. La longitud del cóndilo externo (CE), cóndilo interno (CI) y surco troclear (G)

Para medir la longitud de los cóndilos en el corte axial se trazó la línea tangente al cartílago articular bicondíleo posterior (no se ha tomado en ningún caso como referencia la línea bicondílea posterior ósea, ni la tangente a los puntos más anteriores de las facetas de la tróclea). Se midió la perpendicular a esta línea hasta el punto más prominente del cóndilo externo, interno y del surco troclear. Es importante precisar que en cada una de las medidas se tomó como referencia la parte más anterior del cartílago articular. En muchas ocasiones, el fondo de la tróclea óseo y el cartilaginoso no coinciden. Esta es una de las ventajas que ofrece el estudio de la tróclea mediante RM.

3.2.5.b. El ángulo de la faceta externa de la tróclea (α_1 y α_2)

Se utilizó la descripción realizada por Bernageau y cols. (1981) para evaluar la pendiente de la vertiente externa de la tróclea femoral.

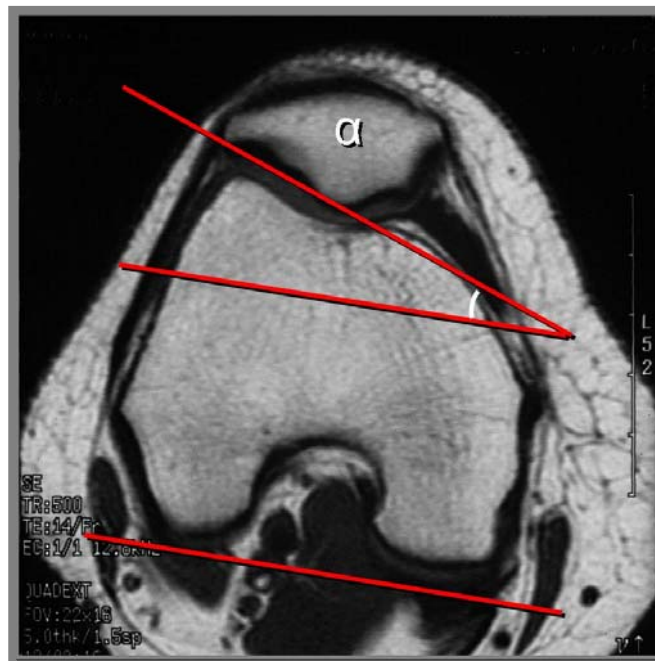


Fig. 3.7. Ángulo de inclinación de la faceta externa de la tróclea (α)

Es el ángulo formado por la tangente a la línea bicondílea posterior cartilaginosa y la recta que prolonga la faceta articular externa de la tróclea, (Figura 3.7.). Se midió a los dos niveles comentados anteriormente (cima y arco románico).

3.2.5.c. La profundidad de la tróclea (CE-G)

Es la diferencia entre la longitud del cóndilo externo (CE) y la longitud del surco troclear (G). En los casos de displasias severas con trócleas convexas, la longitud del cóndilo interno o del surco puede ser mayor a las del cóndilo externo, (Figura 3.8.). La medida se realizó a nivel cartilaginoso y expresa la profundidad real de la tróclea en ambos niveles.

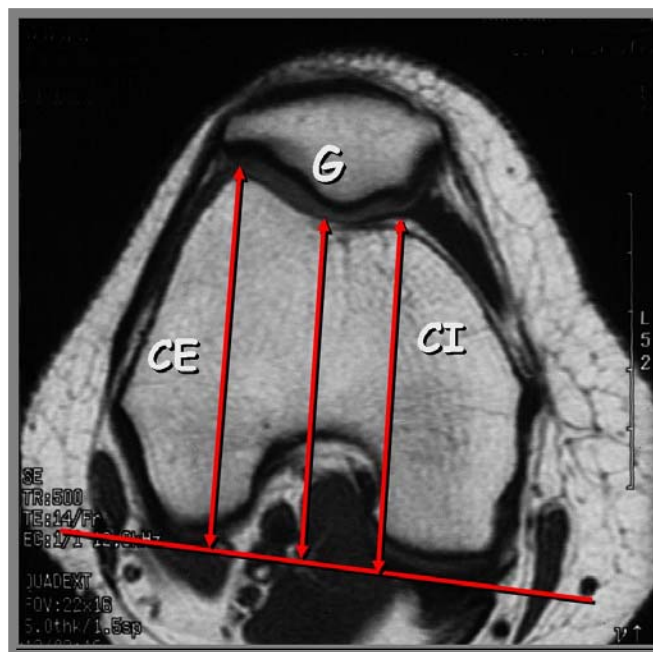


Fig. 3.8. Profundidad de la tróclea femoral (CE-G)

3.2.5.d. La báscula rotuliana externa (β)

Se requiere un corte axial a nivel de la porción media de la rótula y otro a nivel del arco románico. El ángulo formado por la recta tangente a la línea

bicondílea posterior y el eje transverso mayor rotuliano forman el ángulo de inclinación o báscula rotuliana, (Figura 3.9.). Se tomó la línea bicondílea posterior según había estandarizado Fulkerson y cols. (1987). Se utilizó el método descrito por Nové Josseland y Dejour (1995) y en RM por Powers y cols. (1995). Al realizar esta medida se encontró el inconveniente de que había que superponer ambos cortes. Raramente el eje transverso mayor rotuliano estaba a nivel del arco románico si se trataba de una rótula alta, situación bastante probable en pacientes con IRO.

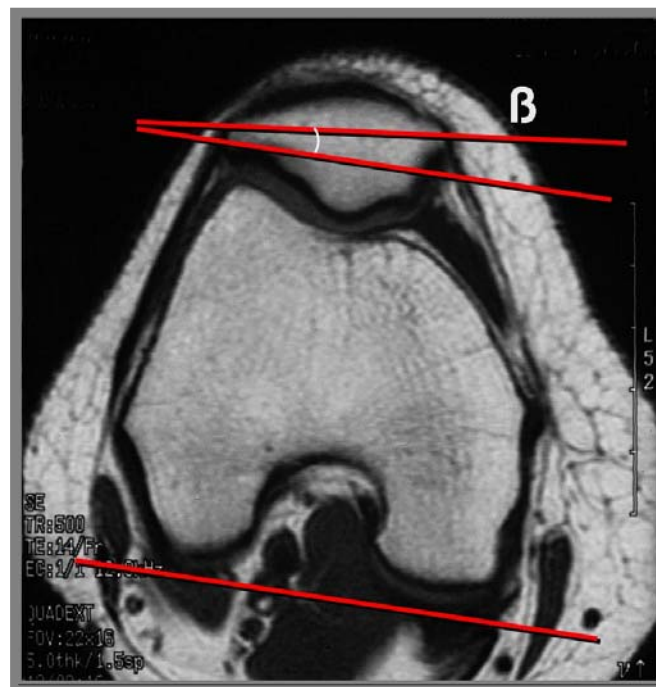


Fig. 3.9. Báscula rotuliana (β).

3.2.6. Análisis estadístico

3.2.6.a. Análisis descriptivo.

Las variables cuantitativas utilizadas fueron la media y su intervalo de confianza al 95% (IC 95%), mediana, desviación estándar (D.E.) y los valores mínimos y máximos (Mín.-Máx.).

Las variables categóricas utilizadas fueron las frecuencias absolutas y las relativas.

3.2.6.b. Análisis univariable.

Para la comparación de grupos se utilizaron la prueba de la t de Student para variables cuantitativas; mientras que, para variables categóricas se utilizó la prueba de la Ji cuadrado.

El nivel de significación estadística aceptado fue $p \leq 0,05$.

3.2.6.c. Análisis multivariable

Se efectuó un análisis de regresión logística múltiple para evaluar de forma independiente a cada una de las medidas. Se consideraron los parámetros predisponentes de la inestabilidad desde el punto de vista clínico.

3.2.6.d. Análisis de la exactitud de las medidas.

Se dicotomizaron cada una de las medidas buscando el punto de corte de máxima discriminación. Para ello se utilizaron modelos de regresión logística univariable (como variable dependiente: casos/controles y como variable independiente cada una de las medidas) del módulo LR del programa BMDP, usando el párrafo "cell=model", que calculaba la capacidad de discriminación de cada valor.

Para cada variable dicotomizada se calculó la sensibilidad y la especificidad.

Se realizaron modelos de regresión logística para valorar sensibilidad y especificidad de combinaciones de algunas de las medidas. Estas combinaciones fueron las siguientes: Insall-Salvati y/o longitud del tendón rotuliano (IS y/o LTR), Caton-Deschamps y/o nariz (CD y/o N), Insall-Salvati y/o nariz (IS y/o N), Insall-Salvati y/o báscula rotuliana (IS y/o β), Insall-Salvati y/o báscula y/o inclinación carilla externa en la cima (I-S y/o

3. MATERIAL Y MÉTODO

β y/o α_1), profundidad en la cima y/o báscula (CE-G cima y/o β), profundidad en la cima y/o la inclinación de la carilla en la cima (CE-G cima y/o α_1).

Para el análisis de los datos se utilizaron los programas SPSS versión 6.1 y BMDP versión 8.1. (SPSS, 1990; Dixon, 1991)