

Genu valgum artrósico. Tratamiento mediante osteotomías.

M. M. SÁNCHEZ MARTÍN, T. RUIZ VALDIVIESO

HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO. FACULTAD DE MEDICINA. UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

Resumen. La artrosis sobre genu valgum no es frecuente y relativamente bien tolerada. Suele ser de origen constitucional, y a veces de origen displásico o traumático. Antes de decidir una artroplastia total de rodilla en pacientes jóvenes hay que apreciar la posibilidad de realizar una osteotomía en estadios precoces de la enfermedad. La biomecánica es la base de esta decisión, precisando la necesidad de conseguir siempre una línea articular fémoro-tibial paralela al suelo. Por ello, la osteotomía varizante del fémur es la mejor indicación. La osteotomía varizante proximal de tibia apenas está indicada, salvo en casos traumáticos (fractura del platillo tibial externo). Se exponen, la técnica, resultados y repercusión a distancia sobre la rodilla, ante una posible artroplastia total.

Arthrosis on genu valgum. Treatment by osteotomies

Summary. The lateral compartment arthrosis of the knee is not frequent and huge well tolerated. The ethiology in the most cases in constitutional or secondary to displasy or trauma. We need appreciated the possibility to do corrective osteotomy before total arthroplasty in young patients with non severe degree of disease. The biomechanics is the base line of this possibility and the aim is to obtain an articular line in a horizontal position. It is the reason why the distal femoral osteotomy is the election site for it. In rare situations, like malunion of proximal tibial fracture (external tibial plateau) or light degrees of osteoarthritis, the high proximal tibial osteotomy is indicated. Finally, technique, results and long-term problems on the knee before a total arthroplasty of the knee are exposed.

Correspondencia:

MM. Sánchez Martín
Regalado, 13, 6º
47002 – Valladolid

Introducción.

El desgaste localizado del cartílago articular de la rodilla se debe a malalineamiento que es causa o contribuye a la producción de artrosis. Durante muchos años, el valor de la osteotomía para corregir el mal alineamiento ha seguido el principio de trasladar la carga al compartimento de la rodilla indemne para aliviar los síntomas. Además, a pesar de los buenos resultados a distancia de la artroplastia total de rodilla, existe importante preocupación por la duración de la prótesis, sobre todo en pacientes jóvenes. Por el contrario, la osteotomía representa una alternativa que preserva la articulación de la rodilla y, cuando está adecuadamente realizada, no debiera comprometer la ulterior artroplastia, si ésta fuese necesaria (1).

La artrosis femorotibial externa sobre genu valgum aparece más tardíamente que la interna (media de 64

años) y con alteraciones angulares mucho más importantes (media de 19°), permanece localizada durante más tiempo en el compartimento externo de la rodilla, siendo las alteraciones ligamentarias más importantes en el lado opuesto. Es frecuente la afectación de la cadera del mismo lado, debiendo tener prioridad terapéutica. La artrosis femoropatelar asociada es un problema más a tener en cuenta en casos de deformidad en valgo pronunciada (2). Afortunadamente no es muy frecuente, ya que representa el 20% de todas las artrosis de la rodilla, según Maquet (3).

La carga que recibe una articulación está en función del alineamiento de los huesos con relación a la articulación (4). La orientación horizontal de la línea articular en cadera, rodilla y tobillo es un determinante anatómico esencial para todas las funciones de carga (5). La falta de orientación articular horizontal normal (inclinación) genera fuerzas traslacionales o de cizallamiento en la articulación que determinan una gran deformación anormal sobre el cartílago y los tejidos cápsulo-ligamentosos y, con el tiempo, una oblicuidad importante de la línea articular conduce a artrosis con o sin mal alineamiento (6).

Etiología.

El genu valgum artrósico se presenta en casos de angulación exagerada de origen constitucional o es auténticamente displásico. Otras veces se debe a una deformidad situada en articulaciones próximas. En caso de fracturas del fémur o tibia mal consolidadas, así como en enfermedades de la cadera (anquilosis en adducción, luxación congénita inveterada), la angulación de la rodilla en valgo y la sobrecarga correspondiente vienen impuestas de manera secundaria.

Existe poca información disponible sobre el efecto del malalineamiento angular de rodilla y artrosis después de fracturas de la diáfisis del fémur o tibia. En el fémur, la angulación en varo es relativamente frecuente y suele tener poca repercusión funcional; no obstante, la angulación se tolera mejor a nivel de la cadera que de la rodilla (7), no debiendo ser mayor de 15 grados (8).

Consolidación viciosa de fracturas

La extremidad inferior presenta un eje mecánico cuya orientación permite la longevidad de la articulación de la rodilla y la eficacia de la marcha en bipedestación. Cuando se pierde el alineamiento normal por traumatismos u otros procesos, las desviaciones de la anatomía normal pueden ser nocivas para la función articular a largo plazo. Si una fractura consolida anormalmente con angulación es necesario valorar cuidadosamente todas las características de la deformidad: longitud, rotación, alineamiento y traslación. A continuación se valorarán las consecuencias sobre el eje mecánico y la orientación articular. Existen diferentes tipos de osteotomías (en cuña, en cúpula, oblicuas), así como de osteogénesis por distracción, para su corrección quirúrgica. La selección adecuada del paciente y una precisa planificación preoperatoria pueden permitir el restablecimiento de las condiciones mecánicas normales (9).

En general, cuanto más cerca se encuentra la deformidad de la rodilla, el eje mecánico se traslada medialmente si la angulación es en varo, y lateralmente si es en valgo.

La aparición de síntomas diferidos secundarios a la alteración mecánica de fuerzas sobre las articulaciones es más frecuente que los síntomas inmediatos. Aunque no se ha establecido una relación casual directa entre el deterioro articular y la alteración de las cargas mecánicas a consecuencia de consolidación de la fractura en mala posición, existen estudios en cadáveres y seres humanos que apoyan esta hipótesis (4,10,11); estos hallazgos parecen documentar los efectos nocivos de la

alteración del eje mecánico sobre la función articular a largo plazo.

Existe acuerdo mayor en que la angulación tibial por callo vicioso no debiera ser mayor de 5 grados (7,12), aunque algunos autores aceptan hasta un límite de 10 (13,14). Para definir los resultados y límites tolerables de mal alineamiento a largo plazo de callos viciosos angulares secundarios a fracturas de fémur y tibia, Kettelkamp y cols. (4) publican una estadística de 15 rodillas en 14 pacientes que desarrollaron artrosis por este motivo. Nueve fracturas femorales tenían angulación residual en varo de 3 a 25 grados (media, 12,4 grados) y todas desarrollaron artrosis del compartimento interno a un seguimiento medio de 28.7 años (10-49 años). La carga sobre el platillo tibial con mal alineamiento fue de 1.87 veces mayor que la carga del platillo medial de la extremidad sana. Sólo 2 fracturas femorales presentaron angulación en valgo de 8 y 14 grados, desarrollando artrosis del compartimento externo a 60 y 37 años respectivamente; la fuerza sobre el platillo tibial fue de 1.78 veces mayor en el lado fracturado que en la extremidad sana. El malalineamiento en valgo de las fracturas de la diáfisis femoral tardan más en desarrollar un genu valgum artrósico que las deformidades en varo en el compartimento femorotibial interno. Había sólo 3 callos viciosos en varo y 1 en valgo; este último fue más severo y tardó más tiempo en producir artrosis.

Van der Shot y cols. (15) examinan a 88 pacientes con fracturas de la pierna, clínica y radiológicamente, con una media de seguimiento de 15 años. Cuarenta y tres fracturas (49%) consolidaron mal con angulación de al menos 5 grados. Hubo más artrosis de rodilla y tobillo junto a la fractura que en la extremidad sana. Las fracturas mal alineadas mostraron más alteraciones degenerativas. Dieciocho pacientes (20%) tenían síntomas de artrosis en la pierna fracturada. Existió una correlación significativa entre los síntomas de rodilla y artrosis pero no entre síntomas de tobillo y artrosis con el mal alineamiento. Estos autores llegan a la conclusión de que las fracturas de la pierna deben reducirse para que consoliden sin deformidad angular y, por tanto, no produzcan artrosis tardía.

Puno y cols. (16) valoran dichas angulaciones en la pierna mediante análisis matemático: la deformidad angular de la tibia es igual a la suma de los malalineamientos angulares formados por las articulaciones de rodilla y tobillo con relación al plano frontal. Este análisis representa una útil herramienta de trabajo para cuan-

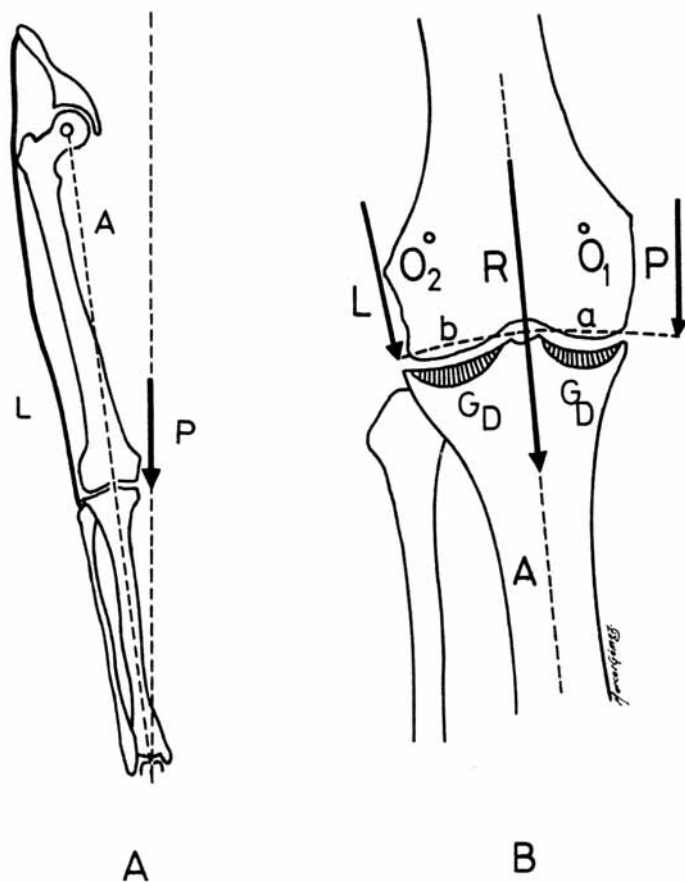


Figura 1: Eje mecánico de la extremidad inferior y equilibrio de fuerzas, de la gravedad (P) y del tirante externo (L) (izquierda). Distribución simétrica de las fuerzas de carga sobre las superficies articulares de la rodilla (derecha) (según Maquet).

tificar el malalineamiento de rodilla y tobillo secundario a callo vicioso angular de la tibia.

Bases biomecánicas de las osteotomías

La artrosis del compartimento femorotibial externo se manifiesta radiológicamente por un denso triángulo externo de esclerosis subcondral, es indicativo de un fuerte desplazamiento de la fuerza R; habitualmente se acompaña de deformidad en valgo (17) (Fig. 1).

La cirugía en estos casos debe llevar la fuerza R hacia atrás del centro de gravedad de las superficies portantes y corregir la deformidad. En cualquier caso debe evitarse el varo de la rodilla (18), puesto que alarga el brazo de palanca de la fuerza P. Una corrección exacta de la deformidad en valgo debería restablecer la situación mecánica preexistente que ha causado la artrosis. Esta situación se

caracteriza por una fuerza desplazada lateralmente debido a un potente tirante muscular externo L.

Los pacientes con artrosis del compartimento externo suelen tener una angulación en valgo muy pronunciada. Su corrección mediante osteotomía proximal de tibia produce tal inclinación de los platillos tibiales que el deslizamiento medial del fémur sobre la tibia solamente está impedido por el choque del cóndilo externo sobre las espinas tibiales. La densidad del hueso subcondral desarrollada en este sitio es demostración del aumento de los estreses de compresión. Razón de más para asegurar que la osteotomía supracondílea del fémur es preferible para corregir la mayor parte de casos de artrosis con deformidad en valgo. La osteotomía varizante proximal de tibia debe reservarse para casos de valgo leve que no sobrepasen 15° y para aquellos otros en que el valgo se deba a deformidad de la extremidad superior de la tibia con cóndilos femorales alineados normalmente, como es el caso de un callo vicioso del platillo tibial externo por hundimiento, en que está indicada una osteotomía subglenoidea de levantamiento o adicción.

Por todas estas razones —señala Maquet— es más difícil tratar artrosis sobre deformidad en valgo que en varo. La corrección del valgo es más delicada. Si es insuficiente, agrava las condiciones mecánicas de la rodilla, y si se hace excesiva hipercorrección alarga exageradamente el brazo de palanca a de la fuerza P y sobrecarga la articulación.

Chao (18) establece los siguientes *objetivos biomecánicos* en osteotomías de rodilla por artrosis:

1. Conocer la patomecánica que participa en las angulaciones de rodilla que condicionan la artrosis.
2. Es necesario conseguir la redistribución de las fuerzas de contacto en el platillo tibial.
3. Es básico conocer la repercusión sobre las demás funciones anatómicas de la rodilla.
4. La actuación funcional de la rodilla en la marcha y en otras actividades de la vida diaria antes y después de la reconstrucción quirúrgica.

Valoración clínica

La artrosis de la rodilla en el compartimento externo se presenta más frecuentemente en la mujer y es generalmente bilateral y simétrica. En la mayoría de los casos es de origen femoral. Representa, según Maquet (3), el 20% de todas las artrosis de rodilla.

En la mayoría de los casos, cuando el paciente acude al cirujano ortopédico por primera vez, suele presentar regularmente alteraciones avanzadas de la articulación y,

en tal situación, una osteotomía no es deseable. Sin embargo, en un pequeño número de pacientes que presentan dolor y cuyas radiografías muestran solamente pérdida de cartílago articular, pueden obtenerse resultados satisfactorios (19).

Es fundamental, por tanto, valorar el grado de afectación de la articulación, tanto en el compartimento externo como en el fémoro-rotuliano. Para ello es de gran utilidad la clasificación de Hernigou y cols. (20) (Tabla 1) desde el punto de vista de la degeneración articular externa, y la de Rudan y Simurda (21) para la localización rotuliana (Tabla 2).

Desde el punto de vista etiológico conviene saber que el genu valgum constitucional de origen femoral es el principal causante de la artrosis del compartimento externo y tiene un morfotipo particular definido por una pelvis ancha y un fémur en aducción.

La segunda causa en frecuencia está representada por lesiones suprayacentes en la cadera o por una gran disimetría de los miembros inferiores. Por tanto, es indispensable iniciar el tratamiento corrigiendo los defectos biomecánicos suprayacentes: anquilosis de cadera en aducción, coxa valga, artrosis primaria o sobre displasia luxante; a veces, el problema se encuentra en la cadera contralateral (25).

La historia y la exploración física pueden aportar información de utilidad en el sentido de valorar el dolor localizado en la línea articular y la existencia de lesión meniscal, inestabilidad ligamentosa y mal alineamiento relacionados con artrosis unicompartimental. El análisis dinámico de la marcha puede proporcionar más información acerca de la insuficiencia ligamentosa y del mal alineamiento. Antes de orientar cualquier tipo de tratamiento conviene excluir cualquier artritis inflamatoria (22).

La exploración radiográfica es fundamental. Se realizarán radiografías en diferentes posiciones para evaluar los tres compartimentos de la rodilla: anteroposterior en carga, lateral y axial de rótula, de manera que así pueda clasificarse la lesión. Estas radiografías, no obstante, no informan con precisión del estado del cartílago articular como puede hacerlo la artroscopia; ésta no está indicada cuando solamente existe dolor, en ausencia de otros síntomas como chasquidos, bloqueos o fallos articulares. La sensibilidad de la radiografía para conocer el deterioro cartilaginoso puede mejorarse mediante una incidencia anteroposterior con el paciente de pie y la rodilla flexionada 40°, con el fin de evaluar la cara posterior de los cóndilos femorales y los platillos tibiales, especialmente del compartimento

Normal	Espacio articular igual o mayor de 4 mm
Grado I	Espacio articular menor de 3 mm
Grado II	Espacio articular obliterado con subluxación fémoro-tibial

Tabla 1. Clasificación radiológica de artrosis del compartimento externo de la rodilla (20).

Grado 0	Normal
Ausente	Osteofitos
Grado 1	Ángulo de congruencia 10°-20°
Leve	Grandes osteofitos
Grado 2	Ángulo de congruencia mayor de 20° o inclinación lateral
Moderada	Grandes osteofitos
Grado 3	Ángulo de congruencia mayor de 20°, inclinación marcada en sentido lateral y desaparición del espacio articular
Severa	

Tabla 2. Clasificación radiológica de artrosis fémoro-patelar (21).

externo (23,24). Las radiografías de cadera, rodilla y tobillo en placa de 30x90, en carga, permiten calcular el eje mecánico estático e identificar cualquier deformidad angular del miembro afecto. El eje mecánico se determina trazando una línea desde el centro de la cabeza femoral al centro de la articulación de la rodilla y una línea trazada desde aquí al centro de la articulación del tobillo. Un eje mecánico de 0 a 3 grados de varo se considera dentro de los límites normales. En general, una desviación en varo o en valgo igual o superior a 10° se asocia a síntomas de artrosis unicompartimental. Se anotará el ángulo de congruencia entre las superficies articulares tibial y femoral (indica el componente de la deformidad por laxitud tisular) y el ángulo entre estas superficies y los ejes de las respectivas diáfisis (indica el grado de deformidad en tibia y fémur). La radiografía lateral valora la deformidad en el plano sagital, incluyendo el grado de angulación de la superficie tibial hacia atrás (1).

Por tanto, ante un paciente con artrosis del compartimento externo de la rodilla es importante valorar los siguientes datos clínicos:

1. Edad, grado de obesidad, posible afectación poliartrosica y osteodisplásica.
2. Importancia de las alteraciones funcionales. Conviene recordar que el genu valgum artrósico es bastante bien tolerado, a diferencia del genu varum artrósico, en

que pequeños grados de deformidad son muy invalidantes.

3. Participación de factores etiológicos a distancia, como patología de la cadera o disimetría de los miembros inferiores.

4. Valoración de la posición de la rótula (luxada o subluxada) y de la laxitud del ligamento lateral interno.

5. Estudio radiográfico en carga de la rodilla, clasificación del grado de artrosis femorotibial y femorrotuliana. Localización de la deformidad angular, habitualmente en el fémur.

6. Valoración clínica de la articulación de la rodilla en general: movilidad, contractura en flexión, laxitud (+, ++, +++) (25).

Elección del nivel de osteotomía

La corrección de la deformidad es fundamental para que una osteotomía tenga éxito. El ángulo de corrección de una osteotomía valguizante por genu varum se determina añadiendo a la deformidad una hipercorrección de 2 a 4 grados para asegurar un desplazamiento de la fuerza de carga al compartimento contralateral indemne (26).

En la artrosis sobre valgo, la posibilidad de realizar una osteotomía es menos frecuente que en caso de genu varo (27), siendo el genu valgo más frecuente en la mujer que en el varón. La deformidad en valgo conlleva retracción de las partes blandas del lado externo de la rodilla, laxitud del ligamento lateral interno e hipoplasia o pérdida de hueso del cóndilo femoral externo. En estos pacientes suele asociarse rotación externa o recurvatum de la rodilla (28). La oblicuidad de la línea articular puede existir asociadamente en este tipo de artrosis y hay que tenerlo en cuenta cuando se decide hacer una osteotomía. Las angulaciones en valgo pronunciadas pueden acompañarse de inclinación mayor de la línea articular. Una osteotomía tibial varizante no puede corregirlo, ya que la osteotomía se practica distal a la línea articular. La osteotomía supracondílea femoral varizante corrige la inclinación en valgo en las rodillas con mayor angulación. La insuficiencia del ligamento lateral interno y el bajo momento adductor medial pueden producir deformidad dinámica y fallo de la osteotomía a no ser que se corrija al tiempo de la osteotomía (29).

La osteotomía tibial proximal varizante puede utilizarse también cuando la deformidad angular es igual o menor de 12 grados y una línea articular previsible igual o menor de 10 grados (24,27,29,30). En nuestra experiencia (42) los resultados son malos. Sin embargo, Martí y cols. (43) practican osteotomía tibial varizante

de apertura, en el lado externo, consiguiendo en 36 pacientes con una angulación media de valgo de 11.6 grados, 30 buenos y excelentes resultados a una media de 11 años.

La osteotomía supracondílea femoral varizante puede utilizarse en casos con un ángulo mayor de 12 grados o una oblicuidad de la línea articular previsible de más de 10 grados después de la osteotomía (27,31-34). Finkelstein y cols. (35) obtienen a 10 años una supervivencia de la osteotomía del 64 por ciento, con conversión a artroplastia total de rodilla como punto final. En pacientes con deformidad en valgo severa en que la osteotomía produce pérdida de hueso u oblicuidad de la línea articular, puede asociarse una osteotomía de tibia proximal medial para conseguir corrección (27).

La osteotomía es una opción quirúrgica atractiva para pacientes activos con artrosis unicompartmental y deformidad angular que esperan vivir veinte o más años (22).

La osteotomía correctora del genu valgum artrósico puede hacerse a nivel de la extremidad proximal de la tibia o distal del fémur (supracondílea). Antes de decidirse por una osteotomía tibial varizante conviene conocer dos hechos importantes (36,37). El primero es la contraindicación que supone la existencia de una posición fija en adducción de la cadera, no sólo para esta localización de la osteotomía sino también para la supracondílea del fémur, ya que el fémur se mantendría en aducción (valgus) y continuaría sobrecargando el compartimento externo de la rodilla y elongando el ligamento lateral interno. Por tanto, antes de cualquier osteotomía correctora del valgo la cadera precisa ser movilizada mediante osteotomía o artroplastia. El segundo hecho es que aunque la cadera esté en buena posición y sea móvil, una angulación en valgo de la rodilla superior a 12° no deberá corregirse mediante osteotomía tibial varizante, ya que la función valguizante del fémur, de 5° a 7°, continuará sobrecargando la parte lateral del platillo tibial externo, cualquiera que sea la anchura de la cuña interna que se haya extraído. Además, para una deformidad en valgo mayor de 12°, el ángulo articular no será horizontal, sino que se dispondrá oblicuamente, predisponiendo a excesivo estrés y a luxación. Por ello, conviene saber medir la oblicuidad o inclinación del eje de articular de la rodilla en el plano frontal. Harding (38) define la inclinación articular por el ángulo formado entre el platillo tibial y la horizontal. Aunque algunos estiman que la inclinación articular no es significativa, otros (36-38,40-42) consideran que no es compatible con buenos resulta-

dos porque conduce a oblicuidad del platillo tibial, inestabilidad e hipercorrección en varo.

Cuando la oblicuidad en valgo de la rodilla se corrige en la tibia —a excepción de la artrosis secundaria a fractura por hundimiento del platillo tibial externo— se produce oblicuidad del eje articular en el plano frontal. Esto se debe a que la artrosis del compartimento externo se acompaña de un cóndilo femoral externo defectuoso, lo mismo que en la artrosis del compartimento interno el defectuoso es el platillo tibial interno. Si pocos grados de oblicuidad pueden ser compatibles con buen resultado clínico, cuando aquella sobrepasa 12° a 15° llega a hacerse trascendente. La osteotomía, en vez de transferir el peso desde el compartimento lateral al medial, al crear una oblicuidad marcada de la línea articular, traslada el peso hasta la parte lateral de la eminencia intercondílea y, con el tiempo, se produce subluxación medial del fémur sobre la tibia.

Otra consecuencia desfavorable es la hiperlaxitud del ligamento lateral interno debido a que la base medial de la osteotomía de sustracción se encuentra entre el origen e inserción del ligamento. Teóricamente esto puede resolverse en parte retensando distalmente el ligamento y fijándolo con una grapa, si bien la experiencia demuestra que ésta acaba aflojándose.

La hipercorrección en varo es consecuencia de la misma osteotomía, que muchas veces se debe a sobrestimación de la cuña a resecar y, también, al efecto varizante de la carga en la fase monopodálica del paso. Por ambas razones, la deformidad en valgo debe corregirse hasta posición neutra. Por otra parte, durante el período postoperatorio debe evitarse la carga sobre la extremidad operada.

Se comprende fácilmente que la osteotomía varizante de tibia, incluso cuando se practica en los casos indicados, es difícil de reglar y nunca se consigue que la línea articular sea paralela al suelo, como se consigue con una osteotomía supracondílea varizante del fémur (29).

Por el contrario, la artrosis postraumática lateral provocada por hundimiento del platillo tibial externo responde mucho mejor a la osteotomía tibial, ya que la rodilla era normal antes de la lesión. La técnica de osteotomía será de adición, subglenoidea y varizante, introduciendo una cuña ósea en el lado externo de la tibia.

El genu valgum artrósico se debe a una deformidad angular en el fémur y su corrección deberá ser mediante osteotomía supracondílea varizante de fémur, con lo que se consigue siempre una posición horizontal de la línea articular en el plano frontal.

Osteotomía tibial varizante

La osteotomía tibial varizante en el genu valgo artrósico ha recibido escasa atención en la bibliografía ortopédica (29,42-44). En estas circunstancias, la mayoría de los autores han expresado su preferencia por la osteotomía femoral supracondílea varizante antes que por la osteotomía tibial varizante proximal (45). Se ha criticado la corrección del genu valgum artrósico por osteotomía tibial ya que produce oblicuidad de la interlínea articular en la fémoro-tibial, mientras que la osteotomía femoral no lo produce. Sin embargo, la osteotomía tibial varizante descarga el compartimento externo tanto en flexión como en extensión, mientras que la osteotomía femoral es eficaz biomecánicamente sólo en extensión (46).

Repercusión sobre la rodilla. Además de conocer las bases biomecánicas es importante reconocer la repercusión de la osteotomía proximal de la tibia sobre el aparato extensor y los posibles efectos negativos sobre una ulterior artroplastia total de rodilla, puesto que la mayoría de las veces, la osteotomía es un paso intermedio antes de llegar a aquélla.

a) Alteraciones rotulianas. La anatomía y fisiología del aparato extensor (tendón cuadriceps, rótula y tendón rotuliano) después de una osteotomía de rodilla por artrosis puede alterarse en sentido de rótula baja, rótula alta y subluxación rotuliana (47-50).

Las alteraciones mecánicas publicadas parecen estar en relación con la técnica quirúrgica y los cuidados postoperatorios después de osteotomía proximal de tibia (49,51,52). Las alteraciones en el aparato extensor pueden mejorar los síntomas del compartimento femoropatelar; sin embargo, el objetivo principal de la osteotomía es el realineamiento y alivio de los síntomas femorotibiales. Weidenhielm y cols. (52) sugieren que las fuerzas del cuádriceps después de osteotomía pueden alterar las cargas transmitidas a la rótula, pero no existe estudio que demuestre esta teoría. Por tanto, aunque se han publicado efectos clínicos, no existe un claro conocimiento de que los síntomas femoropatelares mejoren después de una osteotomía proximal de tibia (53).

También el tratamiento postoperatorio podría afectar a la rótula. Parece que cuanto menos rígida sea la fijación de la osteotomía y, sobre todo, siempre que la rodilla se inmovilice en vendaje de yeso puede ocurrir fibrosis en el tendón rotuliano que conduzca a rótula baja (54) con mayor facilidad en proporciones del 76 y 89 por ciento. Por el contrario, Westrich y cols. (48) consiguen, después de osteotomía con buena fijación, reducir esta cifra al 9 por ciento frente al 53 por ciento, cuando se

hace inmovilización postoperatoria. Este cambio de posición de la rótula (rótula baja) puede conducir a peor evolución de la ulterior artroplastia total postosteotomía. Lo mejor es, por tanto, conseguir una sólida fijación de la osteotomía. Por otra parte, estudios sobre rótula baja han conducido a saber que el recorrido bajo de la rótula no determina necesariamente aumento de los estreses de contacto femoropatelares (55,56). Parece, por tanto, que los peores resultados de la artroplastia total de rodilla en relación con rótula baja son multifactoriales (57).

b) Efectos negativos sobre la artroplastia total. Según Meding y cols. (58), los factores que hacen que un osteotomía proximal de tibia tenga efectos nocivos sobre una ulterior artroplastia total de rodilla son varios: varias cicatrices operatorias, disminución de la movilidad articular (contractura en flexión), parálisis del ciático poplíteo externo, distrofia simpática refleja, laxitud de los ligamentos laterales, operaciones previas múltiples y deformidad en valgo tratada mediante osteotomía alta de tibia (47,59,60).

Meding y cols. (58) analizan 95 artroplastias totales de rodilla sobre osteotomía tibial por artrosis y consideran dos causas que afectan negativamente y sólo en relación con la amplitud de movimiento, si bien la mayor contractura en flexión y el mayor número de operaciones previas se correlacionaron con la disminución de la movilidad postoperatoria. La severidad de estos factores no estuvo relacionada ni con el dolor postoperatorio, la puntuación de rodilla o la puntuación funcional. Aunque no tuvieron repercusión clínica, se observó mayor número de líneas de radiolucencia femoral en rodillas con mayor número de operaciones previas y con rótula baja. La presencia de material de osteosíntesis se puso en relación con el mayor número de radiolucencias distales. Finalmente, el grado mayor de elevación de la línea articular lateral (con relación a la cabeza del peroné) se puso en relación con mayor número de líneas de radiolucencia rotulianas y, aunque la razón de esta correlación es incierta se puede atribuir al cambio de posición relativo de la rótula con relación a la línea articular real. En teoría, sin embargo, la posición de la línea articular lateral después de artroplastia total de rodilla podría ser la de la posición de la línea articular antes de la osteotomía proximal de tibia con respecto a la metáfisis tibial.

Las principales consideraciones técnicas para realizar artroplastia total de rodilla después de osteotomía proximal de tibia son el abordaje, la resección ósea proximal de la tibia y el equilibrio ligamentoso (58). Mont y cols. (59) y Windsor y cols. (49) insisten en la necesi-

dad de hacer posible sección del alerón externo de la rótula para facilitar el abordaje quirúrgico. Meding y cols. (58) sólo lo hicieron en un 45% de casos y no como abordaje quirúrgico inicial.

Para restablecer la posición anatómica es preciso resecar la menor cantidad de hueso lateral. En la casuística de Meding y cols. (58) se implantó en todos los casos un platillo tibial de 10 mm de grosor, a pesar de haber resecado sólo 4 mm de metáfisis tibial proximal en el lado externo.

Si bien se ha insistido en tener que hacer equilibrio ligamentoso lateral, especialmente en casos de osteotomía por genu varum artrósico, en la experiencia de Meding y cols. (58) no fue preciso hacerlo en el 90 por ciento de los casos. Windsor y cols. (51) lo efectuaron en 10 de 45 rodillas en forma de liberación del ligamento lateral externo para restablecer el alineamiento axial. Por su parte, Meding y cols. (58) en 95 artroplastias totales postosteotomía sólo hicieron en 5 casos sección de la cápsula externa con o sin sección del poplíteo y de la fascia iliotibial. Esto puede atribuirse a que 13 de 94 rodillas tenían un alineamiento en valgo superior a 10 grados antes de la artroplastia. Estos resultados hacen pensar en la necesidad de realizar liberación de partes blandas en el lado externo de la rodilla cuando se realice la osteotomía correctora del valgo.

Técnica quirúrgica. La técnica de osteotomía variante de tibia que utilizamos habitualmente es de sus-tracción en la parte interna de la metáfisis tibial. No nos gusta la osteotomía cilíndrica de Maquet inmovilizada con fijador externo por compleja (17).

El paciente se coloca en la mesa operatoria en decúbito supino. Se aplica manguito neumático en la raíz del muslo después de expresión sanguínea con venda de Esmarch y se mantiene la rodilla en cierta flexión con una almohadilla bajo el hueco poplíteo para relajar los vasos del mismo nombre durante la realización de la osteotomía. Se practica incisión oblicua de la piel en la parte proximal e interna de la rodilla —mucho más estética que la vertical— y se seccionan sin problemas los tendones de la pata de ganso, desperiostizando la metáfisis y epífisis tibial hasta la inserción de la cápsula en este hueso.

La osteotomía se traza discretamente oblicua en dirección a la punta de la cabeza del peroné, mediante un escoplo bien afilado para no aplastar el hueso, a veces blando. Se completa en toda su superficie respetando siempre la cortical externa. A continuación se aplasta el hueso hasta conseguir la corrección deseada; en ocasio-

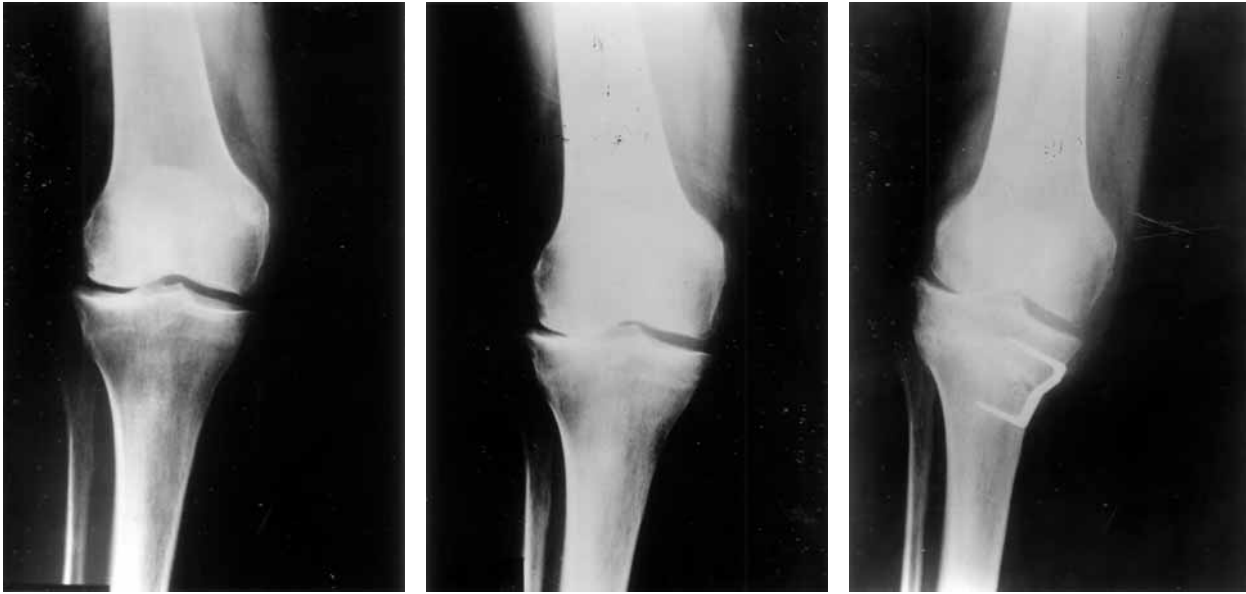


Figura 2: Artrosis del compartimento externo de la rodilla. Radiografía anteroposterior en descarga (A), en carga (B, mayor estrechamiento de la línea articular). Osteotomía varizante proximal de tibia que produce una línea articular oblicua; no aconsejable (C).

nes es preciso extraer una fina lámina de hueso de base interna. Se fija con una grapa sólida.

Cuando el paciente presenta una discreta subluxación externa de la rótula o un alerón externo corto, a través de una incisión pararrotuliana externa de pocos centímetros se procede a la sección del mismo, desde el tendón rotuliano, por abajo, hasta el músculo vasto externo, por arriba. Se aprovecha para verificar el estado del cartilago de la rótula y del menisco externo, procediendo a la regularización de aquella o extirpación de éste si estuviese lesionado. Se controla la posible hemorragia de los vasos geniculados externos que cruzan bajo la sección del alerón externo de la rótula, con bisturí eléctrico. En el postoperatorio se procede a una movilización suave de la rodilla al día siguiente. Potenciación de cuádriceps. Marcha en descarga dos meses, sin inmovilización de rodilla.

Resultados. En contraste con la eficacia demostrada de la osteotomía valguizante de tibia en artrosis del compartimento interno de la rodilla, el papel de la osteotomía proximal de tibia en la artrosis del compartimento externo por genu valgum es controvertida (29,41,61). Un genu valgum superior a 12 grados presenta una evolución mucho peor si se corrige en la tibia o si la orientación de la línea articular excede 10 grados (12). Como la osteotomía de tibia no puede evitar una línea articular en varo, con el tiempo se produce subluxación hacia dentro del fémur sobre la tibia. Esto se acompaña de laxitud ligamentosa interna secundaria a la osteotomía de cierre en cuña entre los dos puntos de inserción del ligamento

lateral interno (41). Sin duda, el gran escollo biomecánico se encuentra en la corrección de una deformidad angular del fémur mediante una osteotomía de tibia que produce una línea articular oblicua (Fig. 2).

No obstante estas consideraciones, hay que advertir que en casos indicados esta técnica sencilla de osteotomía de aplastamiento, con o sin actuación sobre otras estructuras en el compartimento externo (menisco, rótula), proporciona alivio del dolor en el 50 por ciento de casos a corto plazo, conservando la movilidad (42).

En un estudio de Weill y cols. (62) sobre 49 rodillas artrósicas sobre genu valgum tratadas con osteotomía tibial de varización, con un seguimiento medio de 31 meses, el 53 por ciento tuvieron alivio completo, de dolor, el 14 por ciento alivio parcial y el 33 por ciento no se encontraron mejor que antes de la osteotomía. El ligamento lateral interno se reinsertó más adelante en todos los casos, aunque se aflojó más tarde.

Coventry (29), de 28 pacientes que tenían 31 osteotomía varizante de tibia por deformidad en valgo, con un seguimiento de 3 a 17 años (media de 10,2 años), 11 pacientes no tenían dolor, 13 tenían dolor leve que limitaba su actividad funcional, 6 tenían dolor moderado y 1 dolor severo.

La serie de Cartillier (25), de la Escuela de Trillat, sobre 48 osteotomías en 43 pacientes, arroja los siguientes datos: 2/3 de los pacientes estaban satisfechos en cuanto a dolor; algún dolor residual provenía del menisco externo y la rótula. La calidad de marcha y la estabi-

lidad de la rodilla mejoraron en 3/4 de los operados, que se encuentran satisfechos. El resto no tuvo beneficio alguno de la operación.

Martí y cols. (43) practican osteotomía tibial varizante de apertura en el lado externo, consiguiendo en 36 pacientes, con una angulación media de valgo de 11.6 grados, 30 buenos y excelentes resultados a 11 años de media.

Se puede concluir que la osteotomía varizante de tibia por genu valgum artrósico es una operación aparentemente simple pero minuciosa que exige una corrección muy exacta y completa, condición indispensable para un resultado satisfactorio y duradero. Ahora bien, teniendo en cuenta que la artrosis del compartimento externo de la rodilla es bastante bien tolerada y muchas veces se encuentra fuera de las indicaciones de la osteotomía varizante de tibia, actualmente hay muy pocas indicaciones para realizarla con éxito; personalmente ya no la utilizamos.

Osteotomía supracondílea varizante de fémur

Técnica quirúrgica. El sitio preferido de la osteotomía por artrosis del compartimento externo de la rodilla es la región supracondílea, cuando la deformidad angular en valgo es igual o mayor de 12 grados. Sin embargo, sus resultados varían. Las complicaciones más frecuentes son falta de consolidación y fallo de la osteosíntesis (63). Para conseguir cifras altas de consolidación, osteosíntesis rígida y buena aposición de la osteotomía, Wang y Chia-Chen-Hsu (64) describen una técnica de osteotomía supracondílea plana, fijada con una placa condílea de 95 grados doblada a 90 grados y un tornillo de derrotación añadido, parecida a la que empleo. Personalmente (65,66) utilizo un abordaje externo, una osteotomía curvilínea, una placa doblada a 90 grados y un tratamiento adecuado de la inestabilidad rotuliana (sección del alerón externo de la rótula y/o transposición de la tuberosidad tibial (Elmslie-Trillat)).

Se han publicado diferentes técnicas de osteotomías supracondíleas varizantes de fémur (25,31,42,45,67). En términos generales, la osteotomía puede realizarse por vía externa o interna. En el primer caso, la osteotomía puede ser plana de aplastamiento interno o curvilínea y su fijación se consigue con una placa condílea angulada de 95 grados. Si se aborda por dentro, la osteotomía puede ser con resección de una cuña, plana con aplastamiento interno o curvilínea, y la fijación se hace con una placa de 95 grados.

La técnica que hemos empleado nosotros para la mayoría de los casos es curvilínea realizada por vía

externa y fijada con una placa condílea de 95 grados, que reducimos a 90 grados cerrándola con un doblador de placas, en posición neutra. En casos extremos de genu valgum displásico la osteotomía es plana con aplastamiento en el lado interno. En cualquier caso, es fundamental que la osteotomía devuelva a la rodilla una línea articular femorotibial horizontal y, por tanto, paralela al suelo, en normocorrección. Además, de manera accesoria, debe permitir corregir cualquier contractura en flexión de la rodilla. Asociadamente hay que corregir las alteraciones propias de un valgo importante de la rodilla: alteraciones meniscales externas y sobre todo subluxación de rótula. Esto último se consigue seccionando el alerón externo e incluso trasponiendo hacia dentro la tuberosidad tibial. Igualmente hay que retensar a nivel femoral el ligamento lateral interno, mediante elevación de una pastilla ósea del epicóndilo, cuando estuviere muy elongado solamente.

El paciente se coloca sobre mesa de operaciones normal en decúbito supino, posición que permite juzgar del eje de la extremidad inferior en ambos planos, frontal y sagital. La pierna se apoya entera sobre una almohadilla alargada de gomaespuma. La extremidad inferior del fémur se aborda por la vía posterolateral clásica que hacia abajo se prolonga por el borde externo de la rótula hasta la extremidad superior de la tibia para poder realizar una artrotomía y la transposición de la tuberosidad tibial, si fuera necesario.

El primer paso es localizar la línea articular femorotibial pasando una gruesa aguja de Kirschner a través de la articulación y paralela a la extremidad superior de la tibia. A nivel de la región supracondílea se dibuja con escoplo la línea de osteotomía y un centímetro por debajo de ella se inicia con escoplo la entrada para una placa condílea de Müller de 95 grados que doblamos hasta 90 grados, absolutamente paralela a la aguja y bien centrada en la parte media del área supracondílea. Aguja y escoplo guías deben mantenerse en el mismo plano frontal que la diáfisis femoral. Una vez introducido el escoplo guía y medida la longitud de la lámina de la placa condílea, se introduce buena parte de aquélla y a continuación se hace la osteotomía curvilínea.

La osteotomía se hace una vez expuesta ampliamente la zona supracondílea anterior con un separador de Bennet desde el lado interno del fémur. Con broca a motor se hacen trayectos óseos sobre la línea de osteotomía hasta la cortical posterior del fémur, terminando la osteotomía a escoplo. A continuación se corrige la deformidad angular en valgo hasta la neutralidad y



Figura 3: Paciente de baja estatura tratado mediante alargamiento de tibia. Genu valgum marcado y luxación recidivante de rótula secundarios. Radiografía anteroposterior (A). Osteotomía supracondílea varizante de fémur y transposición interna de la tuberosidad tibial, con buen resultado (B).

algún posible flexum al mismo tiempo. Se acaba de introducir la lámina y se fija la placa a la diáfisis femoral con tornillos.

A continuación se procede a verificar el compartimento externo (menisco) y femoropatelar. Si fuera preciso realinear el aparato extensor se practicará osteotomía frontal de la tuberosidad tibial, desplazándola a situación neutra, fijándola con dos tornillos de cortical o esponjosa, según la calidad del hueso.

Cuando existe angulación en valgo pronunciada hay que retensar el ligamento lateral interno, a través de incisión aparte. Con escoplo se levanta una pastilla de hueso con la inserción ligamentosa y se reinserta más arriba, fijándola con una grapa barbada.

Se procede finalmente al cierre de la incisión profunda (sinovial, fascia lata), dejando sin suturar el alerón externo de la rótula. Se disponen uno o dos drenajes de redón en la profundidad de la herida y se cierran los planos superficiales. La fascia lata debe suturarse con la rodilla flexionada para evitar rigidez de la rodilla en extensión.

El paciente inicia tratamiento de rehabilitación a las 24 horas, evitando la marcha con apoyo durante al menos 2 meses. La rehabilitación de la rodilla se mantendrá cerca de 4 meses (Fig. 3).

Repercusión sobre la rodilla. No se ha insistido suficiente en la repercusión del genu valgum artrósico sobre la rodilla, especialmente sobre la posición de la rótula y la laxitud de los ligamentos del lado convexo (ligamento lateral interno) de la deformidad angular.

Ciertamente que en casos de genu valgum constitucional el problema es discreto, pero en los raros casos de auténtica displasia, con mayor angulación del valgo, la rótula suele estar en posición muy externa y conviene añadir algún tipo de realineamiento del aparato extensor (alto o bajo) según su importancia en el momento de hacer la corrección mediante osteotomía baja del fémur.

Otro problema es cómo se altera la mecánica rotuliana después de osteotomía supracondílea varizante del fémur. Los datos sobre ello son más bien escasos. Las alteraciones teóricas serían de disminución de la longitud del cuá-

driceps y reducción del ángulo Q. La típica osteotomía de sustracción en cuña de la parte interna del fémur acortaría realmente sólo el lado medial y, por tanto, sólo una parte de la longitud total de aquél; y esto mismo podría aplicarse igualmente al ángulo Q. Parece que no existe consecuencia o muy escasa sobre la rótula después de una osteotomía femoral, como se refleja en la literatura (72).

Lo mismo que en la osteotomía proximal de la tibia, la osteosíntesis rígida y la movilización precoz de la rodilla después de una osteotomía supracondílea del fémur disminuyen la frecuencia de rótula baja y mejoran la evolución de ulterior artroplastia total; no obstante, las alteraciones de la rótula después de una osteotomía de este tipo son mínimas y ampliamente ignoradas (57).

Los resultados de artroplastia total de rodilla después de osteotomía supracondílea del fémur varizante han sido similares a los de una artroplastia total de rodilla primaria.

Resultados. En general, los resultados de la osteotomía supracondílea de fémur varizante son mejores que los de la osteotomía tibial varizante, teniendo en cuenta que restablece mejor la biomecánica articular, en el sentido de permitir la horizontalización de la línea articular, evitando la oblicuidad de la misma.

Las estadísticas son favorables en este sentido. Así, Maquet (61), después de comparar los resultados de 19 osteotomías varizantes de tibia con los de 37 osteotomías supracondíleas varizantes de fémur, recomienda estas últimas como procedimiento de elección en pacientes con artrosis sobre genu valgum. Wagner y cols. (69) recomiendan igualmente esta técnica. Conrad y cols. (68) publican excelentes y buenos resultados en 11 de 16

pacientes. Nosotros hemos obtenido un 66 por ciento de buenos y regulares resultados en 9 casos operados (42). Healy y cols. (45) consiguen un 93 por ciento de resultados excelentes y buenos en 15 casos. Conrad y cols. (68) encuentran resultados satisfactorios en el 62 de 16 pacientes, a una media de seguimiento de 6 años. Edgerton y cols. (72), valorando resultados en 23 pacientes de la Clínica Mayo, operados entre 1978 y 1984, con una media de tiempo de seguimiento de 8,3 años, llegan a la conclusión de que para gonartrosis del compartimento externo por genu valgum, la osteotomía supracondílea varizante del fémur es eficaz hasta en el 80 por ciento en valoración a largo plazo si la osteosíntesis es rígida, la corrección adecuada y la operación se realiza relativamente pronto, como se refleja en la puntuación objetiva de rodilla.

En resumen, la osteotomía varizante de tibia en el genu valgum artrósico está indicada para casos discretos de angulación (menor de 12°) de la línea articular, en estadios 0 ó I de Hernigou, sin artrosis fémoropatelar o, como mucho, en grado I de Rudan y Simurda.

Son contraindicaciones aquellos casos de valgo pronunciado cuya línea articular muestra inclinación de 12° o más, estadios avanzados de artrosis femorotibial (II ó III) y femoropatelar. También son contraindicación la inestabilidad severa, lo mismo que una contractura en flexión superior a 30° y una flexión menor de 80°.

La artrosis postraumática lateral provocada por hundimiento del platillo tibial externo responde, en cambio, mucho mejor a la osteotomía tibial, pudiéndose decir que en este caso la estructuración de la rodilla era normal antes de ocurrir la lesión.

Bibliografía

1. Amendola A, Panarella L. High tibial osteotomy for the treatment of unicompartimental arthritis of the knee. *Orthop Clin North Am* 2005; (3):497-504.
2. Hernborg JS, Nilsson PE. The natural cause of untreated osteoarthritis of the knee. *Clin Orthop* 1977; 123:130-7.
3. Maquet P. Traitement chirurgical de l'arthrose fémoro-tibiale. *Acta Orthop Belgica* 1982; 48:172-89.
4. Kettelkamp DB, Hilberry BM, Myrrish DE, Heck DA. Degenerative arthritis of the knee secondary to fracture malunion. *Clin Orthop* 1988; 234:159-69.
5. Steindler A. Biology of functional restoration. *Clin Orthop* 1983; 177:4-8.
6. Glimet T, Masse JP, Ryckewaert A. Etude radiologique des genoux indolores de 50 femmes de plus de 65 ans. *Rev Rhumatisme* 1979; 47:589-92.
7. Harkes JM. Principles of fractures and dislocations. En Rockwood CA Jr, Green DE (eds). *Fractures in adults*. Philadelphia. Lippincott. 1984. p. 124.
8. Mooney, V, Caudi BF. Fractures of the shaft of the femur. En Rockwood CA Jr, Green DP (eds). *Fractures*. Philadelphia. Lippincott. 1984. p. 1.426.
9. Probe RA. Consolidación en mala posición angular de la extremidad inferior: estudio y corrección quirúrgica. *J Am Acad Orthop Surg* (ed esp) 2003; 2:346-55.
10. McKellop HA, Sigholm G, Redfern FC et al. The effect of simulated fracture-angulations of the tibia on cartilage pressures in the knee joint.

J Bone Joint Surg 1991; 73A:1382-91.

11. **Puno RM, Vaughan JJ, Stetten ML, Johnson JR.** Long-term effects of tibial angular malunion of the knee and ankle joints. J Orthop Trauma 1991; 5:247-54.
12. **Leach RE.** Fractures of the tibia. En Rockwood CA Jr, Green RE (eds). Fractures of the tibia. Fractures. Philadelphia. Lippincott. 1984. p. 1641.
13. **Chapman NW.** Fractures of the tibial and fibular shafts. En Evarts CM (ed). Surgery of the musculoskeletal system. New York. Churchill Livingstone. 1983. p. 51.
14. **Rasmussen PS.** Tibial condylar fractures as a cause of degenerative arthritis. Acta Orthop Scand 1972; 43:566.
15. **Van der Schot DKE, Den Outer AJ, Bode PJ et al.** Degenerative changes at the knee and ankle related to malunion of tibial fractures: 15-year follow-up of 88 patients. J Bone Joint Surg 1996; 78B:722-5.
16. **Puno RM, Vaughan JJ, von Fraunhofer JA et al.** Method of determining the angular malalignments of the knee and ankle joint resulting from a tibial malunion. Clin Orthop 1987; 223:213-9.
17. **Maquet PGJ (ed).** Biomechanics of the knee. With application to the pathogenesis and surgical treatment of osteoarthritis. Berlin. Springer-Verlag. 1976.
18. **Chao EYS.** Biomechanical of high tibial osteotomy. En AAOS (ed): Symposium on reconstructive surgery of the knee. St Louis. Mosby. 1978. p. 143.
19. **Waugh W, Chir M.** Tibial osteotomy in the management of osteoarthritis of the knee. Clin Orthop 1986; 210:55-61.
20. **Hernigou PH, Medevielle D, Debeyre J, Goutallier D.** Proximal tibial osteotomy for osteoarthritis with varus deformity. J Bone Joint Surg 1987; 69A:332-54.
21. **Rudan JF, Simurda MA.** High tibial osteotomy: a prospective clinical and roentgenographic review. Clin Orthop 1990; 255:251-6.
22. **Iorio R, Healy WL.** Unicompartmental arthritis of the knee (Current concepts review). J Bone Joint Surg 2003; 85A:1351-64.
23. **Grelsamer RP.** Unicompartmental osteoarthritis of the knee. J Bone Joint Surg 1995; 77A:278-92.
24. **Cole BJ, Harner CD.** Degenerative arthritis of the knee in active patients: evaluation and management. J Am Acad Orthop Surg 1999; 7:389-402.
25. **Cartillier JC.** Méthodes thérapeutiques et résultats dans l'arthrose fémoro-tibiale externe. En Trillat A, Dejour A, Bousquet G (eds). Chirurgie du genou. Villeurbanne. Simep. 1978. pp. 152-7.
26. **Hutchinson CR, Cho B, Wong N et al.** Proximal valgus tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee. Instr Course Lect 1999; 48:131-4.
27. **Murray DB, Rand JA.** Symptomatic valgus knee: the surgical options. J Am Acad Orthop Surg 1993; 1:1-9.
28. **Philips MI, Krackow KA.** Distal femoral varus osteotomy: indications and surgical technique. Instr Course Lect 1999; 48:125-9.
29. **Coventry MB.** Proximal tibial varus osteotomy for osteoarthritis of the lateral compartment of the knee. J Bone Joint Surg 1987; 69A:32-38.
30. **Healy WL, Barber TC.** The role of osteotomy in the treatment of osteoarthritis of the knee. Am J Knee Surg 1990; 3: 97-109.
31. **Healy WL, Anglen JO, Wasillewski SA, Krackow KA.** Distal femoral varus osteotomy. J Bone Joint Surg 1988; 70A:102-9.
32. **Cameron HU, Botsford DJ, Park YS.** Prognosis factors in the outcome of supracondylar femoral osteotomy for lateral compartment osteoarthritis of the knee. Can J Surg 1997; 40:114-8.
33. **Edgerton BC, Mariani EM, Morrey BF.** Distal femoral varus osteotomy for painful genu valgum. A five-to-11-year follow-up study. Clin Orthop 1993; 288:263-9.
34. **McDermott AG, Finkelstein JA, Farine I et al.** Distal femoral varus osteotomy for valgus deformity of the knee. J Bone Joint Surg 1988; 70A:110-6.
35. **Finkelstein JA, Gross AE, Davis A.** Varus osteotomy of the distal part of the femur. A survivorship analysis. J Bone Joint Surg 1996; 78A:1348-52.
36. **Coventry MB.** Upper tibial osteotomy for gonarthrosis. The evolution of the operation in the last 18 years and long-term results. Orthop Clin North Am 1979; 10:191-210.
37. **Coventry MB.** Upper tibial osteotomy for osteoarthritis. J Bone Joint Surg 1985; 67A:1136-40.
38. **Harding ML.** A fresh appraisal of tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee. Clin Orthop 1976; 114:223-34.
39. **Bauer CG, Insall JN, Koshino T.** Tibial osteotomy in gonarthrosis. J Bone Joint Surg 1969; 51A:1545-63.
40. **Coventry MB.** Osteotomy about the knee for degenerative and rheumatoid arthritis. J Bone Joint Surg 1973; 55A:23-48.
41. **Shoji H, Insall JN.** High tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee. Int Surg 1976; 61:11.
42. **Ruiz Valdivieso T, Vega Castillo A, Pareja Corzo L, De Miguel Vielba A, Sánchez Martín MM.** Osteotomía varizante como tratamiento del genu valgo artrósico. Rev Ortop Traum 1993; 37IB:59-62.
43. **Marti RK, Verhagen RA, Kerkhoffs BM, Moojen TM.** Proximal tibial varus osteotomy: indications, technique and five to twenty-one-year results. J Bone Joint Surg 2001; 83A:164-70.
44. **Wright JM, Crockett HC, Slanski DP et al.** Osteotomía proximal de tibia. J Am Acad Orthop Surg (Ed Esp) 2005; 4:351-61.
45. **Healey WL, Anglen JO, Wasilewski SA, Krackow KA.** Distal femoral varus osteotomy. J Bone Joint Surg 1988; 70A:102-9.
46. **Chambat P, Selmi TA, Dejour D, Denoyers J.** Varus tibial osteotomy. Oper Tech Sports Med 2000; 8:44-7.
47. **Mont MA, Antonaides S, Krackow KA et al.** Total knee arthroplasty after failed high tibial osteotomy. Clin Orthop 1994; 299: 125-130.
48. **Westrich GH, Peters LE, Hass SB et al.** Patella height after tibial osteotomy. Clin Orthop 1998; 354:169174.
49. **Windsor RE, Insall JN, Vince KG.** Technical considerations of total knee arthroplasty after proximal tibial osteotomy. J Bone Joint Surg 1988; 70A:547-55.
50. **Hijazi Al-Susi H, Martín Ferrero MA, Vela Vallejo F, García Flórez L, Pareja Corzo L, Sánchez Martín MM.** La evolución de la articulación fémoro-patelar tras la osteotomía valguizante proximal de tibia. Rev Ortop Traum 1994; 38IB:40-5.
51. **Nguyen C, Rudan J, Simurda MA et al.** High tibial osteotomy compared with high tibial and Maquet procedures in medial and patellofemoral compartment osteoarthritis. Clin Orthop 1989; 245:179-98.
52. **Weidenhielm L, Wykman A, Lundberg A et al.** Knee motion after tibial osteotomy for osteoarthritis: kinematic analysis of 7 patients. Acta Orthop Scand 1994; 64:317-9.
53. **Hungerford DS, Barry M.** Biomechanics of the patellofemoral joint. Clin Orthop 1979; 144:9-15.
54. **Scuderi GR, Windsor RE, Insall JN.** Observations on patellar height after proximal tibial osteotomy. J Bone Joint Surg 1989; 71A:245-8.
55. **Meyer SA, Brown TD, Pedersen DR et al.** Retropatellar contact stress in simulated patella infera. Am J Knee Surg 1997; 10:129-38.

56. **Singerman R, Davy DT, Goldberg VM.** Effects of patella alta and baja on patellofemoral contact forces. *J Biomech* 1994; 27:1059-165.
57. **Closkey RF; Windsor RE.** Alterations in the patella after high tibial or distal femoral osteotomy. *Clin Orthop* 2001; 389:51-5.
58. **Meding JB, Keating M, Ritter MA, Faris PM.** Total knee arthroplasty after high tibial osteotomy. *Clin Orthop* 2000; 375:175-84.
59. **Mont MA, Alexander N, Krakow KA, Hungerford DS.** Total arthroplasty after failed high tibial osteotomy. *Orthop Clin North Am* 1994; 25:515-25.
60. **Vega Castrillo A, Ruiz Valdivieso T, Hernández García L, Pareja Corzo L, Sánchez Martín MM.** Prótesis total de rodilla sobre osteotomía tibial. *Rev Esp Cir Ost* 1999; 34:196-9.
61. **Maquet P.** The treatment of choice in osteoarthritis of the knee. *Clin Orthop* 1985; 192:108-12.
62. **Weill S, Schneider M, Simon G.** Les ostéotomies du genou dans le traitement de la gonarthrose. A propos d'une expérience de 10 ans et plus de 400 interventions. *Rev Chir Orthop* 1981; 67 (suppl 2):119-22.
63. **Mathews J, Cobb AC, Richardson S, Bentley G.** Distal femoral osteotomy for lateral osteoarthritis of the knee. *Orthopedics* 1998; 21:437-40.
64. **Wang J-W, Chia-Chen-Hsu.** Distal femoral varus osteotomy for osteoarthritis of the knee. Surgical technique. *J Bone Joint Surg* 2006; 88A(suppl 1, part 1):100-8.
65. **Sánchez Martín MM (ed).** Artrosis fémoro-tibial. En *Traumatología y Ortopedia*. Universidad de Valladolid. 2002. Vol. II. pp. 1311-21.
66. **Sánchez Martín MM (ed).** Cirugía de las enfermedades reumáticas de la rodilla. Tratamiento quirúrgico de la artrosis fémoro-tibial mediante osteotomías. Universidad de Valladolid. 2002. pp. 103-19.
67. **Aglietti P, Stringa G, Buzzi R et al.** Correction of valgus knee deformity with a supracondylar V osteotomy. *Clin Orthop* 1987; 217:214-20.
68. **Conrad EU, Soudry M, Insall JN.** Supracondylar femoral osteotomy for valgus knee deformities. *Orthop Trans* 1985; 9:25.
69. **Wagner H, Zeiler G, Baur W.** Indikation, technik und ergebnisse der supra-und infracondylären osteotomie bei der kniegelenkarthrose. *Orthopäde* 1985; 14: 72.
70. **Jaeger JH.** Ostéotomie varisante de soustraction de l'extrémité inférieure du femur. En *Bonnel F, Mansat Ch, Jaeger JH (eds).* La gonarthrose. Paris. Mason. 1987. pp. 126-8.
71. **Learmonth ID.** A simple technique for varus supracondylar osteotomy in genu valgum. *J Bone Joint Surg* 1990; 72B:235-7.
72. **Edgerton BC, Mariani EM, Morrey BF.** Distal femoral varus osteotomy for painful genu valgum. Five-to-11 year follow-up study. *Clin Orthop* 1993; 288:263-9.