

L'OSTÉOTOMIE DU GENOU EST-ELLE ENCORE INDIQUÉE DANS LA GONARTHROSE ?

D. N. ANTONESCU

SUMMARY : *Is high tibial osteotomy still indicated in osteoarthritis of the knee joint ?*

This study was undertaken to investigate whether high tibial osteotomy (HTO) still had a role in the treatment of osteoarthritis of the knee joint.

The author has performed photoelasticity studies which confirmed abnormal stress distribution over the joint, as soon as its mechanical axis was deviated and the joint line had an obliquity over 10°. High tibial osteotomy to correct varus or valgus deformity restores a symmetrical stress distribution and represents the only etiological treatment of secondary osteoarthritis of the knee. Two hundred and fifty HTO's were performed between 1971 and 1985 for osteoarthritis of the knee. The short-term result was good or very good in 75%, fair in 20% and poor in 5%. Fair and poor results were related to insufficient correction, to infection or mostly to incorrect indications. In 152 cases with a good or very good short term result, a further evaluation was made between 8 years and 15 years after operation. It was noted that osteoarthritis had been arrested in 105 cases (69%) whereas it had deteriorated in 47 cases. The main factors associated with further deterioration were insufficient correction and persistence of joint line obliquity.

Provided an optimal correction is achieved (3° to 6° hypercorrection in valgus osteotomy, 0° in varus osteotomy) and provided a horizontal joint line is restored, HTO performed in good indications (Ahlback grade I or II) may provide good results for at least 10 to 15 years.

Keywords : knee joint ; osteoarthritis ; high tibial osteotomy.

Mots-clés : genou ; arthrose ; ostéotomie tibiale.

On peut dire qu'aujourd'hui la notion d'arthrose conduit pratiquement à celle d'arthroplastie. Cette séquence est devenue classique : coxarthrose — prothèse totale de hanche, gonarthrose — prothèse totale du genou ! Nous devons pourtant nous demander si l'ostéotomie n'a pas conservé une place dans le traitement de la gonarthrose. J'essayerai de répondre à cette question sur base de mon expérience à la Clinique d'Orthopédie de l'Hôpital Brancovenesc puis de l'hôpital Foisor à Bucarest.

Expression morphologique d'un déséquilibre fonctionnel, la gonarthrose ne doit être plus considérée comme une maladie dégénérative, mais comme un effort d'adaptation des structures articulaires à des conditions mécaniques anormales (14, 29, 40). Pauwels a judicieusement comparé la situation d'une articulation normale avec une balance équilibrée sur les plateaux de laquelle sont placées d'un côté la résistance des structures articulaires et de l'autre côté les pressions exercées sur elles. Cet équilibre peut être rompu soit par la diminution de la résistance du cartilage, soit par l'augmentation excessive des pressions. Les modifications des rapports réciproques des axes du fémur et du tibia entraînent une mauvaise répartition des pressions

* Ce travail reprend le texte d'une conférence d'enseignement faite au 7^{ème} Congrès des Orthopédistes de Langue Française (AOLF) à Beyrouth (mai 2000).

Service d'Orthopédie, Hôpital Foisor, Bucarest, Roumanie.
Correspondance et tirés à part : D. N. Antonescu, Service d'Orthopédie, Hôpital Foisor, Bld dul Ferdinand, 35, sect. 2, 79826 Bucarest (Roumanie).

articulaires avec le développement progressif d'une gonarthrose (4, 5, 14, 32, 33, 34).

Préoccupé par les indications des ostéotomies dans le traitement de la gonarthrose, nous avons repris l'étude photoélastique du genou (4, 5, 14), pour déterminer la répartition des tensions principales :

1. dans le genou normal, dont l'étude a constitué un point de départ et de référence ;
2. en fonction des qualités mécaniques et de l'épaisseur du matériel qui remplace le cartilage articulaire ;
3. dans un genou arthrosique déformé en varus ou en valgus ;
4. quand l'ostéotomie de correction d'un genou arthrosique déformé en varus ou en valgus laisse persister une obliquité de l'interligne articulaire dans le plan frontal.

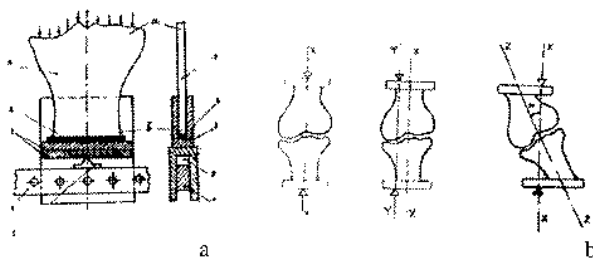


Fig. 1a. — Schéma du dispositif de charge.

1. Bras de levier ; 2. Couteau ; 3. Pièce intermédiaire entre le bras de levier et le modèle ; 4. Matériel élastique uniformisant les pressions ; 5. Modèle-pièce tibiale à zone de contact.

Fig. 1b. — Différentes positions des couteaux indiquant la direction suivant laquelle agit la force.

Nous avons réalisé d'après la radiographie dans le plan frontal d'un genou normal, un modèle en araldite, résine synthétique douée de la propriété de biréfringence accidentelle.

1. Pour le genou normal, le modèle a été mis en charge avec une seule force, équivalente à la résultante des différentes forces agissant sur le genou dans le plan frontal et appliquée au centre géométrique des surfaces portantes, dans la direction de l'axe mécanique du membre. Pour réaliser cette charge, nous avons utilisé un dispositif à levier, avec deux couteaux (fig. 1a). La position de ces deux couteaux indique exactement la direction suivant laquelle agit la force (fig. 1b). Le modèle

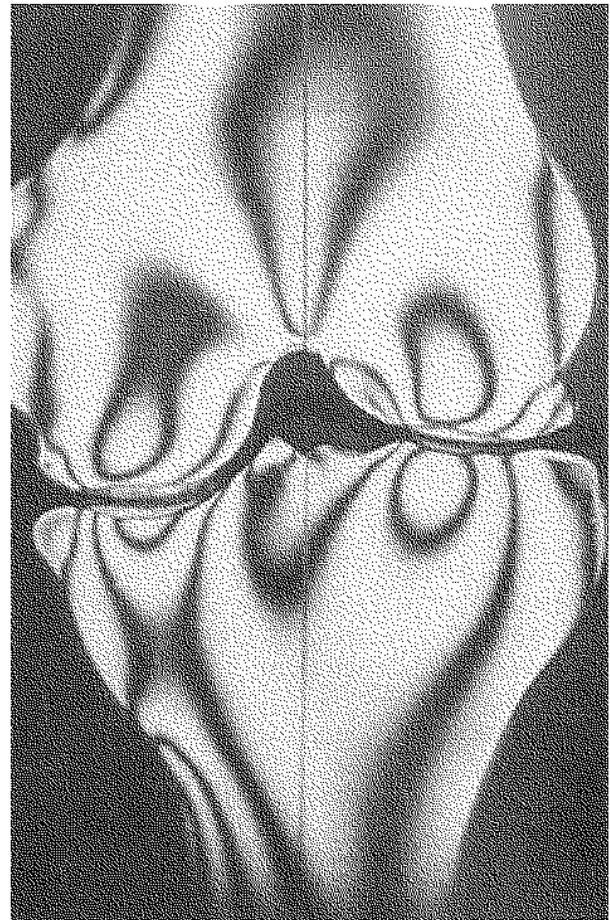


Fig. 2. — Modèle chargé à 65 kgf — les isochromes

mis en charge a été examiné en lumière polarisée. Une première étude a permis la détermination des isoclines et des isostatiques. Le réseau des isostatiques se superpose *grosso modo* au dessin des travées spongieuses des épiphyses fémorale et tibiale. L'étude du modèle chargé à 65 kg et examiné en lumière monochromatique a permis la détermination des isochromes — les lieux d'égalité de la différence des tensions principales (fig. 2).

Les isostatiques et les isochromes permettent de résoudre le problème de la distribution des tensions principales dans un plan horizontal situé dans le voisinage immédiat des surfaces articulaires. Nous avons tracé des diagrammes pour les condyles fémoraux (fig. 3a) et les plateaux tibiaux (fig. 3b). Les tensions principales σ_1 sont des contraintes de pression, mais leurs valeurs sont négligeables tant

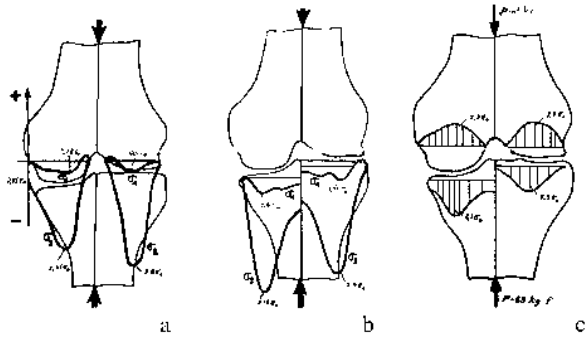


Fig. 3. — Le diagramme des contraintes principales
 a. pour les condyles fémoraux
 b. pour les plateaux tibiaux
 c. distribution symétrique des contraintes de pression sur les surfaces portantes.

pour les condyles fémoraux que pour les plateaux tibiaux. Les tensions principales σ_2 sont aussi des contraintes de pression, mais leurs valeurs sont considérablement plus importantes. Donc les diagrammes de la différence des tensions principales ($\sigma_1 - \sigma_2$) représentent avec une petite approximation les diagrammes des contraintes principales σ_2 (fig. 3c). La forme des diagrammes nous permet de conclure à une distribution symétrique des contraintes de pression sur les surfaces portantes d'un genou normal, avec une faible surcharge du compartiment médial.

2. Pour obtenir cette distribution symétrique des tensions, on doit interposer entre les surfaces articulaires une plaque d'un matériel élastique d'une certaine épaisseur et d'une certaine élasticité. Nous avons utilisé une lame de caoutchouc de 3 mm d'épaisseur avec un module d'élasticité (E) de 15kg/cm^2 . Ainsi le rapport entre les modules d'élasticité de l'araldite et du caoutchouc est approximativement égal à celui qui existe entre l'os et le cartilage.

Dans des expériences réalisées à l'aide de matériaux qui ne respectent pas ce rapport, on obtient des concentrations de tensions sur les surfaces articulaires. L'amincissement du caoutchouc qui remplace le cartilage dans un seul compartiment articulaire, détermine la surcharge du même compartiment, à cause :

- d'une faible répartition des efforts par la plaque devenue plus mince ;

- d'un déplacement vers ce même compartiment de la résultante des forces agissant sur le genou, consécutif au déplacement de l'axe mécanique du membre.

3. L'étude de la distribution des tensions principales dans un genou arthrosique déformé en varus a été faite en exerçant sur notre modèle une charge excentrée (fig. 1b). On sait que, dans ces déformations, la résultante des forces est excentrée, déportée dans le même sens que l'axe mécanique du membre.

Nous avons déterminé les isochromes (fig. 4a) et les diagrammes des tensions principales (fig. 4b) pour un petit déplacement de la résultante des forces, similaire à une faible déviation du genou en varus. Le compartiment articulaire médial apparaît plus chargé que le latéral. Dans une déviation accentuée du genou, dans laquelle l'axe mécanique du membre tombe au centre du plateau tibial médial, le compartiment articulaire médial est très chargé, tandis que le latéral est presque complètement déchargé (fig. 5a et 5b). La surface portante du genou est réduite au seul compartiment articulaire médial. Le diagramme des tensions au niveau du plateau tibial médial est très semblable au triangle dense observé sous ce même plateau, dans un genou arthrosique dévié en varus (fig. 5c).

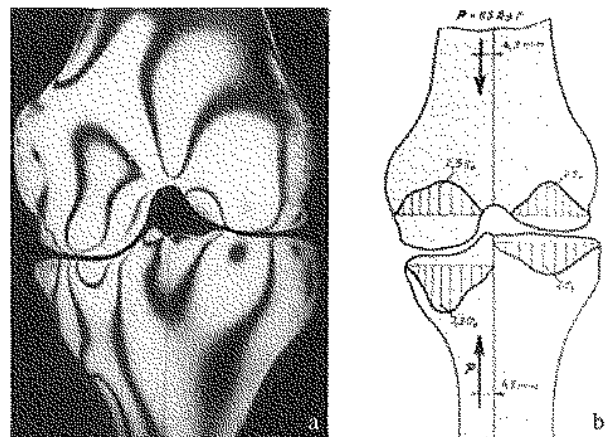


Fig. 4. — Modèle chargé simulant une faible déviation en varus

- a. les isochromes
- b. le diagramme des contraintes principales.

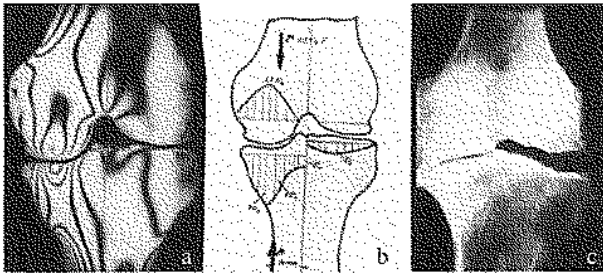


Fig. 5. — Modèle chargé simulant une importante déviation en varus

- les isochromes
- le diagramme des contraintes principales
- triangle dense sous le plateau tibial médial dans un genou arthrosique avec une importante déviation en varus.

4. C'est l'ostéotomie de correction de la déviation du genou qui peut arrêter l'évolution de l'arthrose. Elle ramène la résultante des forces au centre de gravité des surfaces portantes, en réalisant ainsi une distribution symétrique des contraintes. La bénignité de l'ostéotomie tibiale l'a imposée comme opération d'élection. Mais quand la déformation du genou est d'origine fémorale, l'ostéotomie tibiale, tout en ramenant l'axe mécanique du membre entre les épines tibiales, laisse persister une obliquité de l'interligne articulaire dans le plan frontal. Maquet affirme que «l'angle que forment les plateaux tibiaux avec la résultante semble, dans certaines limites (tout au moins au-dessous de 10°), modifier assez peu la distribution des contraintes de pression» (33).

Pour nous cette obliquité peut être dangereuse, car :

- elle fait apparaître une force tangentielle qui détermine une tendance au glissement des surfaces articulaires, dont le résultat est une laxité,
- elle détermine, d'après nos études de photoélasticité, une distribution asymétrique des contraintes.

Pour conserver au modèle les mêmes surfaces de contact, en réalisant en même temps une obliquité de l'interligne articulaire, la charge appliquée entre les épines tibiales, est inclinée de 20 à 25° dans le plan frontal, par rapport au plan des plateaux tibiaux (fig. 1b).

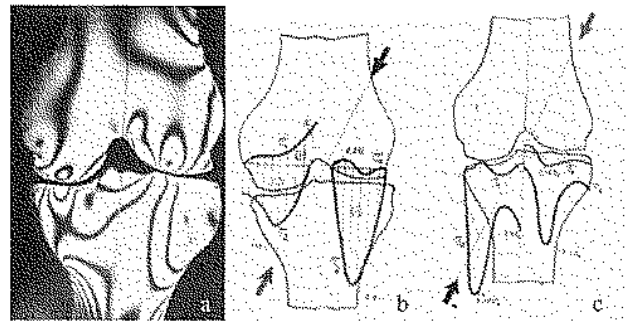


Fig. 6. — Modèle chargé simulant un genou avec une obliquité de $20-25^\circ$ de l'interligne articulaire

- les isochromes
- le diagramme des contraintes principales pour les condyles fémoraux
- le diagramme des contraintes principales pour les plateaux tibiaux.

Les isochromes (fig. 6a) et les diagrammes des tensions (fig. 6b et 6c) déterminés dans ces conditions montrent une surcharge du condyle fémoral latéral et du plateau tibial médial, les valeurs des tensions étant un peu plus élevées que la normale. Cette persistance d'une distribution asymétrique des contraintes, tout au moins pour une obliquité importante de l'interligne articulaire, peut expliquer le résultat éphémère de certaines ostéotomies tibiales, dans les gonarthroses avec déviations d'origine fémorale. L'ostéotomie fémorale est préférable dans de tels cas, bien que certains auteurs affirment qu'une ostéotomie tibiale peut-être utilisée à condition que la déviation en valgus n'excede pas 12° et l'obliquité de l'interligne 10° .

Ces études de photoélasticité nous permettent de soutenir que :

- une charge centrée et perpendiculaire au plan des surfaces d'appui d'un modèle de genou représentant une coupe frontale de l'articulation, réalise une répartition symétrique des contraintes. Un rôle important dans cette répartition symétrique revient aux qualités mécaniques et à l'épaisseur du matériel élastique qui remplace le cartilage articulaire.
- la présence d'un cartilage dégénéré et plus mince dans un seul compartiment articulaire détermine une surcharge du même compartiment.

3. la répartition la plus asymétrique des contraintes a été obtenue quand la charge qui s'exerce sur le modèle a été excentrée, reproduisant le déplacement médial de l'axe mécanique du membre dans un genou arthrosique dévié en varus

4. une obliquité de l'interligne articulaire au-delà de 10° détermine aussi une répartition asymétrique des contraintes, mais de moindre importance. La persistance de cette obliquité après une ostéotomie pour gonarthrose, peut avoir sur le résultat la même influence qu'une insuffisance de correction.

Le traitement de la gonarthrose doit réaliser une réduction des contraintes de pression au niveau de la surface articulaire. C'est l'ostéotomie de correction de la déviation du genou qui, en réalisant une redistribution symétrique des contraintes, représente le seul traitement étiologique de la gonarthrose secondaire. Outre cette modification mécanique, l'ostéotomie réalise une modification trophique locale par la «crise vasculaire» qu'elle déclenche.

Deux cent cinquante gonarthroses ont été opérées par ostéotomie à la Clinique d'Orthopédie de l'Hôpital Brancovenesc puis de l'hôpital Foisor entre 1970 et 1985.

L'examen radiologique préopératoire comportait une radiographie de face du membre inférieur en charge, un profil du genou en charge et une vue axiale des rotules à 30° de flexion. Sur ces radiographies nous avons déterminé :

- l'angle fémoro-tibial, entre les axes mécaniques du fémur et du tibia
- l'axe mécanique du membre
- les écarts varisants (13)
- l'inclinaison de l'interligne
- le varus tibial constitutionnel décrit par Dejour et Levigne (13)
- la subluxation des épines tibiales selon les critères de Hernigou, Goutallier *et coll.*
- l'existence d'une érosion du cartilage articulaire et sa localisation antérieure, moyenne ou postérieure (22)
- la pente tibiale
- l'existence d'une arthrose fémoro-patellaire médiale, latérale ou globale.

La correction nécessaire a été déterminée sur un calque fait d'après la radiographie du membre inférieur en charge. Lemaire (30) a bien montré les multiples causes d'erreurs (difficulté d'obtenir un appui monopode, positionnement en rotation du membre, angulation du genou dans le plan sagittal, torsion axiale de la jambe, bâillement articulaire).

Nous avons préféré l'ostéotomie de soustraction (de fermeture) pour éviter une accentuation de l'inclinaison de la pente postérieure ou pour la corriger au besoin par une fermeture antérieure. L'ostéotomie d'addition a été employée spécifiquement pour la correction d'une déformation accompagnée d'un raccourcissement.

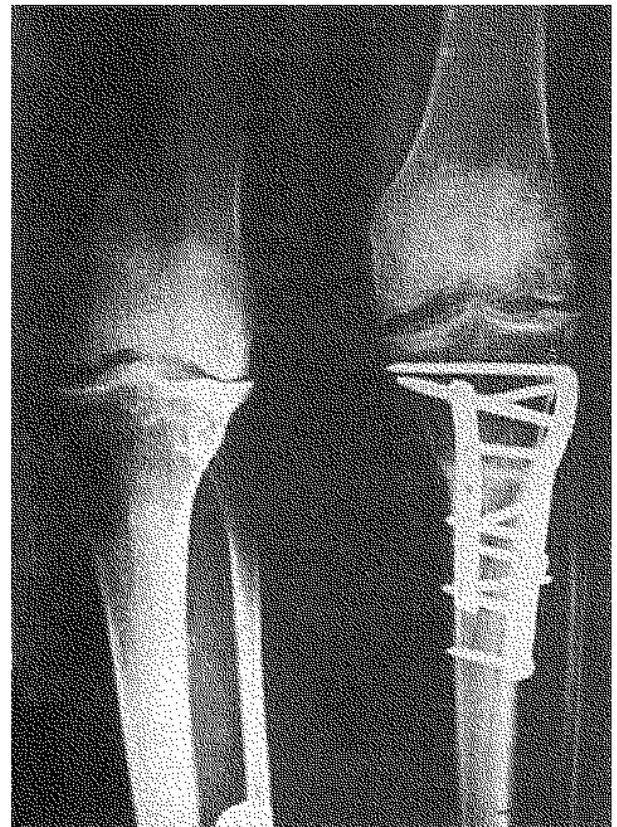


Fig. 7. — Gonarthrose avec déviation en valgus corrigée par ostéotomie tibiale. On peut remarquer, 8 ans après l'ostéotomie, la diminution de la condensation sous-chondrale et l'élargissement de l'interligne articulaire (les deux radiographies sont en charge).

Le siège de l'ostéotomie a été déterminé par l'impératif d'obtenir un interligne articulaire horizontal. Le siège habituel a été tibial, au-dessus de la tubérosité (fig. 7). Cependant lorsque la déviation est d'origine fémorale, l'ostéotomie tibiale laisse persister une obliquité de l'interligne. Cette obliquité détermine, d'après nos études de photoélasticité une distribution asymétrique des contraintes, qui peut avoir sur le résultat tardif la même influence qu'une insuffisance de correction. Si à l'arthrose fémoro-tibiale était associée une arthrose fémoro-patellaire, un avancement de la tubérosité tibiale, par l'intermédiaire de l'ostéotomie, a été effectué en même temps. (fig. 8). Nous préférons obtenir l'effet Maquet au niveau de l'ostéotomie et non par un avancement séparé de la tubérosité tibiale, pour raccourcir la durée de l'opération et pour éviter certaines complications liées à l'avancement (26, 41).

La fixation de l'ostéotomie a été confiée au début aux agrafes de Coventry et à un appareil plâtré (un mois) (fig. 8). Quelques pertes de correction nous ont obligé à utiliser soit la plaque de Gibel (fig. 9) soit une lame plaque, soit une plaque en T ou L.

Bien que nous soyons restés fidèle à l'ostéotomie de soustraction, nous avons aussi utilisé l'ostéotomie tibiale d'ouverture selon la technique de Hernigou et Goutallier (18, 23, 24). Mais ces cas ne sont pas inclus dans notre statistique actuelle, parce qu'ils sont plus récents.

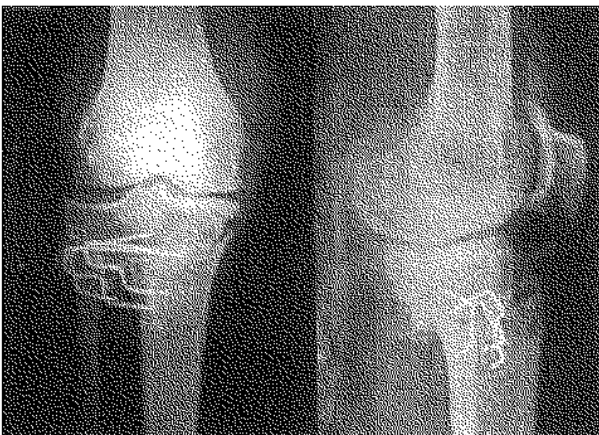


Fig. 8. — Gonarthrose avec déviation en varus, corrigée par ostéotomie tibiale.

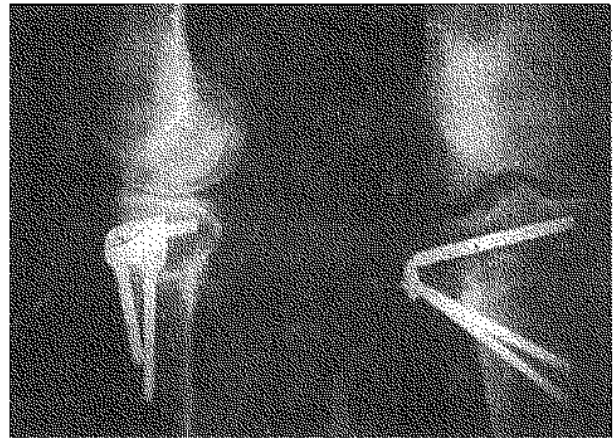


Fig. 9. — Ostéotomie tibiale fixée par une plaque de Gibel.

Le résultat à court terme de ces ostéotomies a été évalué à un an de l'opération. L'évaluation a été effectuée d'après le score du Hospital for Special Surgery (HSS). Sur un total de 100 points, le score donne 30 points pour l'absence de douleur, 22 points pour la fonction, 18 points pour l'amplitude du mouvement et 10 points pour la force musculaire, pour la stabilité et pour l'absence de flexum. De ce total, une soustraction est faite pour l'utilisation d'une canne, pour un défaut d'alignement dans le plan frontal et pour un déficit d'extension du genou. Un résultat très bon (excellent) excède 85 points. Un bon résultat réalise entre 70 et 84 points ; nous avons regroupé les bons et très bons résultats qui obtiennent 70 points ou plus. Un résultat moyen réalise entre 60 et 69 points et un mauvais résultat est au-dessous de 60 points.

Les ostéotomies ont donné 75% de bons et très bons résultats, 20% d'amélioration relatives (résultats moyens) et 5% d'échecs (mauvais résultats). Les résultats moyens et mauvais ont été imputables à des corrections insuffisantes par défaut technique ou par perte de correction secondaire à des complications infectieuses, ou surtout à des indications incorrectes (déviations trop importantes, avec grande instabilité et destructions articulaires) (fig. 10).

Les résultats ont été meilleurs dans les gonarthroses peu évoluées, unicompartmentales de stade I et II d'après la classification d'Ahlback (2) (fig. 11). Dans les gonarthroses évoluées (stade III)

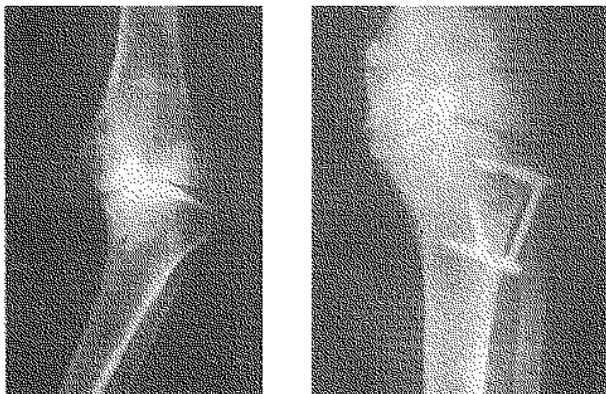


Fig. 10. — Gonarthrose stade IV d'Ahlback avec déviation importante en varus, corrigée par ostéotomie. Indication incorrecte.

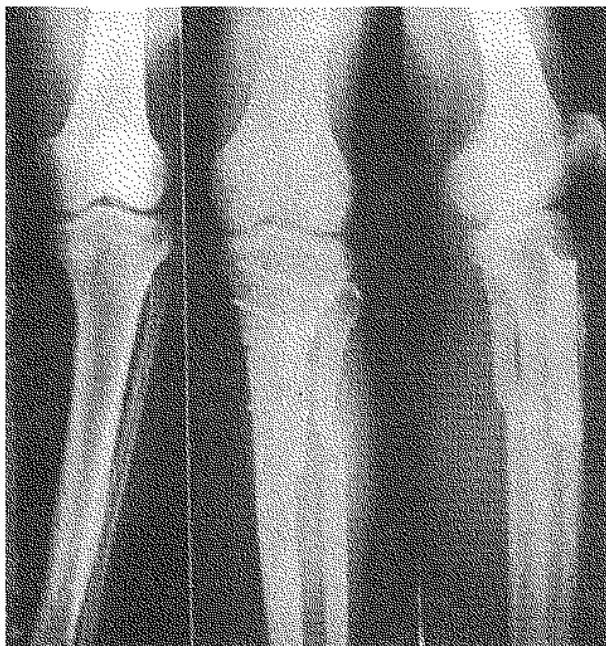


Fig. 11. — Gonarthrose stade I d'Ahlback avec déviation en varus, corrigée par ostéotomie tibiale.

la limitation des mouvements articulaires, l'existence d'une laxité, représentent des facteurs de mauvais pronostic. Dans les gonarthroses débutantes (stade I) ou peu évoluées (stade II), nous avons relevé 85% de bons et très bons résultats contre 42% seulement dans les gonarthroses évoluées (stade III).

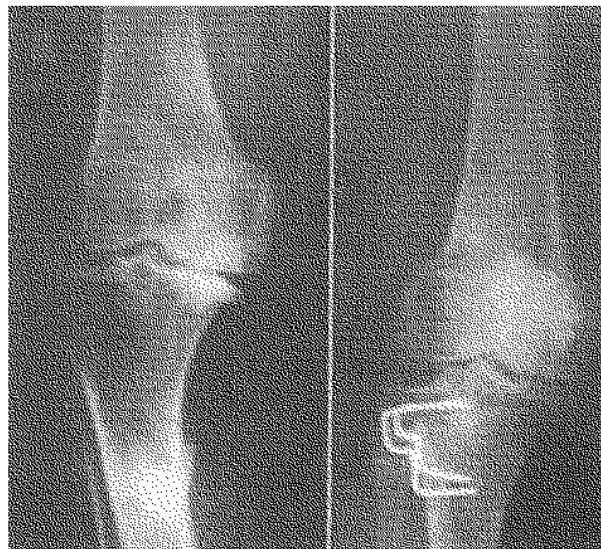


Fig. 12. — Gonarthrose avec déviation en varus, 12 ans après l'ostéotomie de correction. On peut remarquer la disparition de la condensation sous-chondrale et l'élargissement de l'interligne articulaire.

L'ostéotomie a eu un effet antalgique dans 80% des cas. Les douleurs ont été supprimées ou au moins réduites d'une façon significative. La mobilité a été peu influencée ; dans quelques cas, elle a été augmentée en post-opératoire grâce à l'effet antalgique de l'ostéotomie. L'instabilité est moins influencée par l'ostéotomie. Cependant, en ramenant la résultante des forces au centre géométrique des surfaces portantes du genou, l'ostéotomie diminue la sollicitation dans le sens du mouvement anormal, améliorant ainsi la stabilité.

Dans 152 cas dont le résultat post-opératoire était bon ou très bon, nous avons pu effectuer un contrôle clinique et radiologique entre 8 et 15 ans après l'opération.

Nous avons pu constater l'arrêt de l'évolution de la gonarthrose dans 105 cas (69%). Cet arrêt a été marqué par la persistance de l'effet antalgique, par la diminution radiologique de la condensation sous-chondrale et dans 16 cas par l'élargissement de l'interligne articulaire (fig. 12). Celui-ci traduit la régénération du cartilage après l'ostéotomie de correction. Odenbring *et coll.* (39) ont examiné par arthroscopie 14 patients, deux ans après

ostéotomie. Une régénération du cartilage a été notée au niveau du plateau tibial chez 8 patients et au niveau du condyle fémoral chez 9 patients.

La biopsie a montré une prolifération fibrocartilagineuse et une multiplication des cellules du cartilage hyalin. Schultz et Gobel (43) ont fait la même constatation. La régénération du cartilage a été plus importante et plus constante quand l'ostéotomie a été associée à une abrasion arthroscopique du cartilage dégénéré. Mais Akizuki *et coll.* (3) n'ont pas observé de différence entre l'ostéotomie avec abrasion arthroscopique du cartilage et l'ostéotomie seule. Nous n'avons pas l'expérience de cette association arthroscopie - ostéotomie.

Le résultat est meilleur et le risque de récurrence est plus faible quand l'ostéotomie corrige un varus tibial constitutionnel et qu'elle est réalisée avant toute usure. L'ostéotomie tibiale de valgisation est véritablement étiologique en corrigeant ce varus tibial constitutionnel (4, 14, 20, 25). Dans le cas inverse, quand l'usure du cartilage précède la déformation, l'ostéotomie est plus palliative qu'étiologique (4, 14, 25). Le maintien d'un bon résultat avec un recul entre 8-15 ans est étroitement lié à une correction optimale. Pour l'ostéotomie tibiale de valgisation, la correction angulaire optimale est entre 3 et 6° de valgus. C'est aussi l'opinion de nombreux auteurs dont Aglietti *et coll.* (1), Blanchard *et coll.* (6), Coventry (8, 9, 10, 12), Hernigou *et coll.* (20, 23, 25), Goutallier *et coll.* (17) Myrner (37), etc. En absence d'hypercorrection caricaturale (valgus supérieur à 7°) le compartiment fémoro-tibial latéral montre une excellente tolérance. La dégradation est lente et tardive. Elle pourrait cependant représenter une cause d'échec tardif.

Pour l'ostéotomie de varisation, la correction axiale doit réaliser une normo- ou même une hypocorrection entre 177° et 180°. L'hypercorrection entraîne habituellement un mauvais résultat (25, 30).

Dans les 47 autres cas, la gonarthrose a continué à évoluer. Une correction insuffisante de même que la persistance d'une obliquité importante de l'interligne articulaire sont les causes les plus fréquentes qui ont conduit à la reprise de l'évolution.

La persistance d'une désaxation en varus de 5 à 10° a été la cause de la détérioration du résultat dans 22 cas.

L'analyse de nos résultats confirme la mauvaise tolérance de l'hypocorrection qui reste la cause la plus fréquente d'échec (1, 6, 7, 10, 12, 15, 20, 31, 36, 37, 42, 44). Nous n'avons pas l'expérience de l'ostéotomie itérative proposée par Hernigou en cas d'hypocorrection. Après hypocorrection, des pressions anormales persistent dans le compartiment fémoro-tibial médial et amènent à la récurrence (25, 28). Les études dynamiques menées sur plateforme de force par Johnson (27) et Kettelkamp et Chao (28) ont mis en évidence une prédominance des contraintes compartimentales médiales à la marche, même lorsque le genou est physiologiquement axé. Lors d'une dégénérescence primitive du cartilage, le compartiment médial sera donc le premier atteint et son pincement entraînera une déviation du genou en varus. Le cartilage «malade» ne tolérera pratiquement aucune hypocorrection (31). On doit se rappeler que le varus récurrence dans 14% des cas pour une correction amenant le genou entre 3 et 6° de valgus et dans 38% de cas pour une correction qui l'amène entre 0 et 2° (44).

La présence d'une obliquité accentuée de l'interligne articulaire (au-delà de 10°) a été la cause de la détérioration du résultat dans 14 cas. Nos études de photoélasticité ont montré qu'une obliquité importante de l'interligne articulaire entraîne une distribution asymétrique des pressions qui peut avoir le même résultat qu'une hypocorrection.

La détérioration de l'articulation fémoro-patellaire retentit sur la qualité du résultat fonctionnel. L'évolution continue d'une arthrose fémoro-patellaire a conduit à la dégradation du résultat dans 18 cas, dans lesquels nous n'avons pas associé un avancement de la tubérosité tibiale. D'ailleurs Hernigou a montré la fréquence des contraintes fémoro-patellaires médiales dans les gonarthroses sur genu varum (21). Ces contraintes déterminent une évolution vers l'arthrose fémoro-patellaire médiale même après l'ostéotomie et ceci quel que soit son type, de fermeture ou d'ouverture, bien que Goutallier pense qu'il n'y a aucune relation entre la pathologie clinique et radiologique de l'arthrose

fémoro-tibiale et de l'arthrose fémoro-patellaire (16).

Une surcharge pondérale et des troubles de la circulation veineuse ont été notés dans 37 des 47 cas dans lesquels la gonarthrose a évolué. Cette surcharge pondérale est souvent la cause de la détérioration articulaire. Hernigou soutient qu'indépendamment des facteurs mécaniques (axe, torsion, cinétique anormale) qui peuvent expliquer la dégradation à long terme des genoux opérés par ostéotomie, il n'est pas impossible que des facteurs biologiques puissent aussi concourir à cette dégradation et en soient même le facteur déterminant à long terme. Les genoux arthrosiques contiennent des cytokines dont la toxicité a été reconnue sur le cartilage et dont l'effet à long terme pourrait expliquer la dégradation touchant les deux compartiments fémoro-tibiaux, indépendamment de toute correction, un peu comme dans l'évolution naturelle de la gonarthrose (25).

Les échecs des ostéotomies doivent être repris soit par ostéotomie itérative (patient encore jeune, hypocorrection initiale, compartiment fémoro-tibial latéral intact) soit par prothèse de genou, unicompartimentale (compartiment fémoro-tibial opposé encore intact) ou totale si l'arthrose a diffusé aux autres compartiments.

La mise en place d'une prothèse totale après l'ostéotomie peut être plus difficile (44, 48) spécialement en cas de cal vicieux ou en présence d'une obliquité importante de l'interligne articulaire. Un cal vicieux angulaire au-delà de 10° impose une ostéotomie préalable. De plus, après l'ostéotomie, 80% des patients présentent une rotule basse qui peut altérer la biomécanique fémoro-patellaire (48).

Les résultats des prothèses après ostéotomie sont controversés. Pour Staeheli *et coll.* (45), Haddad et Bentley (19), Takai *et coll.* (46), les résultats sont les mêmes que pour les prothèses faites sans ostéotomie préalable. Toksvig-Larsen *et coll.* (47) ont montré par des études radiostéréométriques qu'il n'existe pas de différence entre la migration de la pièce tibiale d'une prothèse totale primaire ou implantée après ostéotomie.

Par contre Nizard *et coll.* (38), comme Windsor

et coll. (48) trouvent des résultats inférieurs pour les prothèses implantées après ostéotomie.

Notre expérience est très réduite et seulement à court et moyen terme, mais jusqu'à présent nous n'avons pas trouvé de différence entre les résultats des deux catégories.

L'étude de nos cas a prouvé que les facteurs de succès de l'ostéotomie à long terme sont :

- dans le plan frontal une hypercorrection entre 3 et 6° de valgus pour l'ostéotomie de valgisation et une normocorrection ou même une hypocorrection pour l'ostéotomie de varisation. L'ostéotomie doit aussi réaliser une horizontalisation de l'interligne articulaire.
- dans le plan sagittal, l'ostéotomie doit éviter toute accentuation de la pente tibiale postérieure ou même corriger une pente excessive ;
- pour l'articulation fémoro-patellaire, nous croyons qu'il est nécessaire d'associer un geste chirurgical - l'avancement de la tubérosité tibiale.

Nous n'avons pas remarqué de différence entre les résultats obtenus par l'ostéotomie tibiale de soustraction et celle d'ouverture. Nous croyons que le résultat est fonction de la correction réalisée et de la stabilité de l'ostéosynthèse qui empêche la perte de correction. C'est la raison pour laquelle nous avons renoncé aux agrafes de Coventry.

L'expérience de plusieurs séries a montré que l'ostéotomie est capable, au moins temporairement, de s'opposer à l'évolution naturelle de la gonarthrose. Nos résultats nous autorisent aussi à affirmer que même aujourd'hui, à l'ère des prothèses articulaires, l'ostéotomie de correction conserve sa place dans l'arsenal thérapeutique de la gonarthrose.

Dans l'arthrose fémoro-tibiale médiale, stade I et II d'Ahlback, l'ostéotomie est particulièrement indiquée dans le varus tibial constitutionnel, sans tenir compte de l'âge, chez des sujets capables de déambuler avec des béquilles pendant une période de 2 à 3 mois. Dans le varus secondaire, l'ostéotomie est indiquée chez les patients les plus jeunes. Pour les autres, un traitement médical peut être envisagé jusqu'à l'aggravation qui impose la prothèse. Dans l'arthrose fémoro-tibiale latérale,

stade I et II d'Ahlback, l'ostéotomie de correction est plus souvent fémorale, mais un valgus d'origine tibiale impose l'ostéotomie tibiale. Dans les stades III-IV et V d'Ahlback l'indication de choix est la prothèse.

A condition de réaliser une correction optimale et une horizontalisation de l'interligne articulaire, l'ostéotomie peut, dans de bonnes indications, offrir aux patients une amélioration certaine pour une période d'au moins 10 à 15 ans.

RÉFÉRENCES

1. Aglietti P., Rinonapoli E., Strigna G., Taviani G. Tibial osteotomy for the varus osteoarthritic knee. *Clin. Orthop.*, 1983, 176, 239-251.
2. Ahlback S. Osteoarthritis of the knee. A radiographic investigation. *Acta. Radiol.*, 1986, suppl. I, 277.
3. Akizuki S., Yasukawa Y., Takizawa T. Does arthroscopic abrasion arthroplasty promote cartilage regeneration in osteoarthritic knee with eburnation ? A prospective study of high tibial osteotomy with abrasion arthroplasty versus high tibial osteotomy alone. *Arthroscopy*, 1997, 13, 9-17.
4. Antonescu D. Locul osteotomiilor in tratamentul gonartrozei. Teza de doctorat IMF, Bucuresti, 1969.
5. Antonescu D., Rades M. Contributions à l'étude photo-élastique du genou arthrosique. *Acta Orthop. Belg.*, 1975, suppl. I, 133-142.
6. Blanchard J. P., Lord G., Marotte J. H., Guillamon J. L., Besse J. P. Ostéotomie tibiale de valgisation. Choix d'une technique et des gestes associés. A propos de 250 cas. *Rev. Chir. Orthop.*, 1979, 65, 209-220.
7. Climesco V., Antonescu D. L'ostéotomie à coin dans le traitement de déformations du genou. *Acta Orthop. Belg.*, 1964, 30, 438-451.
8. Coventry M. B. Osteotomy of the upper portion of the tibia for degenerative arthritis of the knee. *J. Bone Joint Surg.*, 1963, 47-A, 984-990.
9. Coventry M. B. Osteotomy about the knee for degenerative and rheumatoid arthritis. *J. Bone Joint Surg.*, 1973, 55-A, 23-48.
10. Coventry M.B., Bowman P. W. Long-term results of upper tibial osteotomy for degenerative arthritis of the knee. *Acta Orthop. Belg.*, 1982, 48, 139-156.
11. Coventry M. B. Proximal tibial varus osteotomy for osteoarthritis of the lateral compartment of the knee. *J. Bone Joint Surg.*, 1987, 69-A, 32-38.
12. Coventry M. B., Ilstrup D. M., Wallrichs St. Proximal tibial osteotomy. A critical long-term study of eighty-seven cases. *J. Bone Joint Surg.*, 1993, 75-A, 196-201.
13. Dejour H., Neyret Ph. 7^{èmes} Journées Lyonnaises de Chirurgie du Genou. Les gonarthroses. Lyon 1991.
14. Denischi A., Antonescu D. Gonartroza. Edit. Med., 1977, Bucuresti.
15. Giagounidis E. M., Sell S. High tibial osteotomy : Factors influencing the duration of satisfactory function. *Arch. Orthop. Trauma Surg.*, 1999, 119, 445-449.
16. Goutallier D., Delepine G., Debeyre J. L'articulation fémoro-patellaire dans le genu varum arthrosique. *Rev. Chir. Orthop.*, 1979, 65, 23-30.
17. Goutallier D., Hernigou Ph., Medeville D., Debeyre J. Devenir à plus de 10 ans de 93 ostéotomies tibiales effectuées pour gonarthrose interne sur genu varum (ou l'influence prédominante de la correction angulaire frontale). *Rev. Chir. Orthop.*, 1986, 72, 101-114.
18. Goutallier D., Julieron A., Hernigou Ph. La cale de ciment remplaçant les greffons iliaques dans les ostéotomies tibiales d'addition interne. *Rev. Chir. Orthop.*, 1992, 78, 138-144.
19. Haddad F. S., Bentley G. Total knee arthroplasty after high tibial osteotomy : a medium term review. *J. Arthroplasty*, 2000, 15, 597-603.
20. Hernigou Ph., Medeville D., Debeyre J., Goutallier D. Proximal tibial osteotomy for osteoarthritis with varus deformity. A ten to thirteen-year follow-up study. *J. Bone Joint Surg.*, 1987, 69-A, 332-354.
21. Hernigou Ph., Goutallier D. Devenir de l'articulation fémoro-patellaire du genu varum arthrosique après ostéotomie tibiale de valgisation par addition interne. *Recul de 10 à 13 ans. Rev. Chir. Orthop.*, 1987, 73, 43-48.
22. Hernigou Ph., Goutallier D. Usure osseuse sous-chondrale des plateaux tibiaux dans les gonarthroses fémoro-tibiales. Aspect radiologique sur l'incidence de profil. Corrélations anatomiques et conséquences. *Rev. Rhum.*, 1990, 57, 67-72.
23. Hernigou Ph., Julieron A., de Ladoucette A., Goutallier D. Open wedge osteotomy with bone graft for the treatment of osteoarthritis. *J. Bone Joint Surg.*, 1991-B, (suppl. II) 183-184.
24. Hernigou Ph., Ovadia H., Goutallier D. Modélisation mathématique de l'ostéotomie tibiale d'ouverture et table de correction. *Rev. Chir. Orthop.*, 1992, 78, 258-263.
25. Hernigou Ph. Recul à plus de 20 ans de la gonarthrose fémoro-tibiale interne après ostéotomie tibiale de valgisation. Ostéotomie unique versus ostéotomie itérative. *Rev. Chir. Orthop.*, 1996, 83, 241-250.
26. Hofman A. A., Wyatt R. W., Jones R. E. Combined Coventry Maquet procedure for two-compartment degenerative arthritis. *Clin. Orthop.*, 1984, 190, 186-191.
27. Johnson F., Lestl S., Waugh W. The distribution of load across the knee (comparison between static and dynamic measurements). *J. Bone Joint Surg.*, 1980, 62-B, 346-349.
28. Kettelkamp D. B., Chao E. Y. A method for quantitative analysis of medial and lateral compression forces at the knee during standing. *Clin. Orthop.*, 1972, 83, 202-213.
29. Lagier R. L'approche anatomo-pathologique du concept d'arthrose. *Rev. Rhum.*, 1972, 39, 545-557.

30. Lemaire R. Étude critique de l'ostéotomie tibiale dans la gonarthrose. *Acta Orthop. Belg.*, 1977, 43, 741-766.
31. Lootvoet L., Massinon A., Rossillon R., Himmer O., Lambert K., Ghosez J. P. Ostéotomie tibiale haute de valgisation pour gonarthrose sur genu varum. *Rev. Chir. Orthop.*, 1993, 79, 4, 375-384.
32. Maquet P. Considération biomécanique sur l'arthrose du genou. *Rev. Rhum.*, 1963, 30, 775-783.
33. Maquet P., Simonet J., Marchin P. Étude photoélastique du genou. *Rev. Chir. Orthop.*, 1966, 52, 3-11.
34. Maquet P., Simonet J., Marchin P. Biomécanique du genou et gonarthrose. *Rev. Chir. Orthop.*, 1967, 53, 51-70.
35. Maquet P. Valgus osteotomy for osteoarthritis of the knee. *Clin. Orthop.*, 1976, 120, 143-148.
36. Mattews L. S., Goldstein S. A., Malvitz R. A., Katz B. P., Kaufer H. Proximal tibial osteotomy. Factors that influence the duration of satisfactory function. *Clin. Orthop.*, 1988, 229, 193-200.
37. Myrner R. Failure of the correction of varus deformity obtained by high tibial osteotomy. *Acta Orthop. Scand.*, 1980, 51, 569-572.
38. Nizard R. S., Cardinne L., Bizot P., Witvoet J. Total knee arthroplasty after failed tibial osteotomy: results of a matched pair study. *J. Arthroplasty*, 1998, 13, 847-853.
39. Odenbring S., Egund N., Lindstrand A., Lohmander L. S., Wilen H. Cartilage regeneration after proximal tibial osteotomy for medial gonarthrosis. An arthroscopic, roentgenographic and histologic study. *Clin. Orthop.*, 1992, 277, 210-216.
40. Peyron G. J. Biologie du cartilage articulaire normal, sénescence et arthrosique. *J. Belge Rhum.*, 1970, 25, 53-62.
41. Putnam M. D., Mears D. C., Fu F. H. Combined Maquet and proximal tibial valgus osteotomy. *Clin. Orthop.*, 1985, 197, 217-223.
42. Rinonapoli E., Mancini G. B., Corvaglia A., Musiello S. Tibial osteotomy for varus gonarthrosis. A 10 to 21 year follow-up study. *Clin. Orthop.*, 1998, 353, 185-193.
43. Schultz W., Gobel D. Articular cartilage regeneration of the knee joint following proximal tibial valgus osteotomy: a prospective study of different intra and extra articular operative techniques. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthroscopy*, 1999, 7, 29-36.
44. Segal Ph. Les échecs des ostéotomies tibiales de valgisation pour gonarthrose et leurs reprises — Symposium. *Rev. Chir. Orthop.*, 1992, 78, suppl. I, 85-128.
45. Staeheli J. W., Cass J. R., Morrey B. F. Condylar total knee arthroplasty after failed proximal tibial osteotomy. *J. Bone Joint Surg.*, 1987, 69-A, 28-31.
46. Takai S., Yosino N., Hirasawa Y. Revision total knee arthroplasty after failed high tibial osteotomy. *Bull. Hosp. Jt. Dis.*, 1997, 56, 245-250.
47. Toksvig Larsen S., Magyar G., Önsten I., Ryd L., Lindstrand A. Fixation of the tibial component of total knee arthroplasty after high tibial osteotomy: a matched radiostereometric study. *J. Bone Joint Surg.*, 1998, 80-B, 295-297.
48. Windsar R. E., Insall I. N., Vince K. G. Technical consideration of total knee arthroplasty after proximal tibial osteotomy. *J. Bone Joint Surg.*, 1988, 70-B, 547-555.

SAMENVATTING

D. N. ANTONESCU. Is osteotomie nog aangewezen bij gonarthrose ?

Het was de bedoeling van deze studie na te gaan of osteotomie nog steeds een plaats zou hebben bij de behandeling van gonarthrose.

Fotoelastische tests, uitgevoerd door de auteur, wezen op een abnormale verdeling van de inwerkende krachten over het gewricht, zodra de mechanische als abnormaal werd en de gewrichtslijn meer dan 10° afweek van de horizontale. Varus of valgus osteotomie, met de bedoeling de inwerkende krachten opnieuw symmetrisch te verdelen, bleek dan de enige etiologische behandeling van de secundaire artrose.

Tussen 1970 en 1985 werden 250 gevallen van gonarthrose op die wijze behandeld. Het resultaat was op korte termijn goed of zeer goed in 75% van de gevallen, matig in 20% en slecht in 5%. De matige en slechte resultaten waren te wijten aan onvoldoende correctie, infectie, of — vooral — onjuiste indicatiestelling. Acht tot 15 jaar na de ingreep werden 152 gevallen met aanvankelijk goed of zeer goed resultaat opnieuw nagekeken. In 105 gevallen (69%) was de evolutie tot stilstand gekomen, terwijl ze zich in 47 gevallen opnieuw had ingesteld. Dit laatste gebeurde na onvoldoende correctie van de mechanische as of van de scheefstand van de gewrichtslijn. De besproken osteotomie kan zeker verbetering opleveren voor minstens 10 tot 15 jaar. Dit op voorwaarde dat de ascorrectie optimaal is (hypercorrectie van 3 tot 6 graden bij valgus osteotomie, en gewoon normalisatie bij varus osteotomie), dat de gewrichtslijn opnieuw horizontaal wordt, en dat het gaat om een stadium Ahlback I or II.

RÉSUMÉ

D. N. ANTONESCU. L'ostéotomie du genou est-elle encore indiquée dans la gonarthrose ?

Le but de ce travail est de déterminer si l'ostéotomie de correction a conservé sa place dans le traitement de la gonarthrose.

Des études de photoélasticité, que nous avons effectuées, ont confirmé l'existence d'une distribution anormale des contraintes au niveau de l'articulation, dès que son axe mécanique est dévié et que son interligne articulaire a une obliquité supérieure à 10° . L'ostéotomie de correction de la déviation du genou en varus ou en valgus en réalisant une redistribution symétrique des contraintes, représente le seul traitement étiologique de la gonarthrose secondaire.

Deux cent cinquante gonarthroses ont été opérées par ostéotomie entre 1970 et 1985. Le résultat à court terme a été bon ou très bon dans 75% des cas, moyen dans 20% et mauvais dans 5%. Les résultats moyens et mauvais ont été imputables à des corrections insuffisantes, à des complications infectieuses ou surtout à des indica-

tions incorrectes. Dans 152 cas dont le résultat à court terme a été bon ou très bon, nous avons effectué un contrôle entre 8 et 15 ans après l'opération. Nous avons pu constater l'arrêt de l'évolution de la gonarthrose dans 105 cas (69%) et une reprise de l'évolution dans 47 cas. Une correction insuffisante ou la persistance d'une obliquité importante de l'interligne articulaire, ont été les causes qui ont conduit à cette reprise de l'évolution. A condition de réaliser une correction optimale (une hypercorrection de 3° à 6° pour l'ostéotomie de valgisation et une normocorrection pour l'ostéotomie de varisation) et une horizontalisation de l'interligne articulaire, l'ostéotomie peut, dans de bonnes indications (stade I et II d'Ahlback), garantir aux patients une amélioration certaine pour une période d'au moins 10 à 15 ans.