

Communication

Étude comparative des prothèses de cheville et des arthrodèses de l'articulation tibio-astragaliene dans les séquelles traumatiques et dégénératives de la cheville A propos de 83 prothèses et 33 arthrodèses

MOTS CLÉS : ARTHRODÈSE. ARTHROPLASTIE DE REMPLACEMENT DE LA CHEVILLE

Comparative study of total ankle prosthesis and tibio-talar arthodesis in traumatic and degenerative sequellae of the ankle. A series of 83 prostheses and 33 arthrodoses

KEY-WORDS : ARTHRODESIS. ARTHROPLASTY, REPLACEMENT, ANKLE.

Olivier JARDÉ, S. DELESCLUSE, Y. BULAIID

Les auteurs déclarent n'avoir aucun lien d'intérêt en relation avec le contenu de cet article.

RÉSUMÉ

De 1990 à 2015 83 prothèses totales de cheville ont été posées par un seul opérateur. La révision des patients a été clinique et radiographique avec des clichés dynamiques en flexion et en extension. Le recul minimum était de 29 mois. Nous avons obtenu 62 % de très bons et bons résultats et 10 mauvais résultats avec nécessité d'une arthrodèse secondaire. Dans le même temps, 33 arthrodèses talo-crurales ont été revues. Les résultats sont 69 % de très bons et bons résultats. Au terme de cette double étude, nous proposons le schéma thérapeutique suivant : les chevilles très désaxées, les instabilités ligamentaires, les ostéo-nécroses taliennes et les doubles arthroses (talo-crurales et sous-taliennes) nécessitent une arthrodèse d'emblée, En revanche, les arthroses centrées, quelle que soit leur origine et l'âge du patient, peuvent bénéficier d'une prothèse de cheville.

SUMMARY

Eighty-three ankle prostheses were implanted by a single surgeon between 1990 and 2015. We studied clinical and radiological results, using dynamic X-ray in plantar and dorsal flexion. With a minimum follow-up of 29 month, 62% of the results were excellent or good and ten secondary arthodeses were needed. Thirty three primary arthrodoses were reviewed during the same period. Long term results showed 69% of excellent or good results. Finally, unalignment, osteonecrosis of the talus and severe osteoarthritis (talo-tibial and subtalar osteoarthritis) require a primary arthrodesis. However, simple osteoarthritis can be treated with ankle prosthesis, whatever their source and the age of the patient.

* Chirurgie orthopédique et traumatologique. CHU d'Amiens, Hôpital Sud, 80054 Amiens
Tirés-à-part : Professeur Olivier JARDÉ
Article reçu le 6 mars 2018 et accepté le 23 avril 2018

L'ARTHROPLASTIE TOTALE DE LA CHEVILLE

L'arthroplastie totale de la cheville est une intervention relativement récente puisque la première publication relatant ce type de prothèse date de 1973. Depuis, de nombreux types de prothèses ont vu le jour dont certaines sont actuellement abandonnées du fait d'instabilité ou de descellement rapide. La biomécanique de cette articulation est complexe. Les travaux expérimentaux d'Inman [1] ont permis d'assimiler la poulie talienne à un segment de cône à sommet interne. Les travaux anatomiques ont précisé l'anatomie fonctionnelle de l'articulation talo-crurale. La trochlée talienne a la forme d'un cône tronqué. L'articulation talo-crurale est soumise à trois types de forces : des forces verticales de compression, des forces tangentielles antéro-postérieures et latéro-internes de cisaillement, et des forces en rotation.

1. Matériel et méthode

De 1990 à 2015, 99 prothèses ont été posées par un seul opérateur. La série de prothèse de cheville revue portait sur 83 prothèses totales de cheville. Elle concernait 43 femmes et 40 hommes. L'arthroplastie avait été réalisée 45 fois à droite et 38 fois à gauche. L'âge moyen était de 57 ans (36 ans à 65 ans). La taille et le poids de chaque patient étaient respectivement en moyenne de 166,5 cm (157 à 182 cm) et de 82 kg (62 à 110 kg) ; quatre patients avaient un indice de masse corporelle (IMC)>30. Les étiologies ayant conduit à la mise en place d'une prothèse totale de cheville étaient : 71 arthroses talo-crurales post-traumatiques (39 fractures du pilon tibial, 17 luxations talo-crurales, 15 fractures malléolaires), 10 poly-arthrites rhumatoïdes, 2 arthroses talo-crurales idiopathiques. Le type de prothèses posées non scellées étaient 30 Hintegra, 25 Star (fig 1), 6 Salto (Tournier). Les prothèses scellées étaient 20 New-Jersey (DePuy) 2 Ramses. De plus elles avaient des conceptions différentes sur l'ancrage tibial au resurfaçage tibial allant de la sphère au tronc de cône voir au cylindre.



Fig 1: Prothèse Star

Données cliniques

Le chaussage était normal voire adapté chez tous les patients. En revanche, la douleur était invalidante dans tous les cas, résistante au traitement médical, permanente chez les patients souffrant d'une polyarthrite rhumatoïde et mécanique chez les autres. L'arrière pied était retrouvé axé dans cinquante-six cas, en varus dans 9 cas et en valgus dans 18 cas.

La mobilité préopératoire était en moyenne de 4,3° en flexion dorsale (équivalant à 5° à 20°) et de 10° en flexion plantaire (0°-30°). Les articulations sous-taliennes étaient enraidies chez sept patients et un patient avait déjà subi avant l'arthroplastie totale de cheville une arthrodèse

sous-talienne. Le score de Kitaoka [2] préopératoire était en moyenne de 19,1. La valeur normale est de 32.

Données radiologiques

Le bilan radiographique préopératoire comportait un cliché de cheville de face et de profil en charge et un cliché cerclé de Méary [3]. Tous les patients présentaient une arthrose majeure de la talo-crurale dont deux patients une subluxation antérieure du talus par rapport au tibia. Sept patients présentaient une arthrose sous-talienne, un patient une arthrodèse sous-talienne. Au niveau du médio-pied, aucune arthrose majeure n'a été mise en évidence.

Technique opératoire

Le patient était installé en décubitus dorsal, un coussin sous la fesse homolatérale. L'intervention avait lieu sous garrot pneumatique. La voie d'abord utilisait une incision cutanée antéro-externe rectiligne à cheval sur l'interligne talo-crural et passant entre le muscle extenseur commun des orteils et le paquet neurovasculaire (artère pédieuse et nerf péronier profond) réclinés en dedans et le tendon du muscle peroneus tertius était récliné en dehors. La capsule articulaire antérieure était excisée pour permettre un bon jour sur l'articulation talo-crurale. Après avivement du pilon tibial et de l'astragale la prothèse est implantée. Il est toujours fait un allongement du tendon d'Achille en per-cutané ... Une immobilisation dans une attelle est faite pendant un mois en décharge. Nous avons eu per-opératoire 3 fractures bi-malléolaires et 10 fractures de la mallèole interne. Il y a eu 6 retards de cicatrisation et 3 infections superficielles

Méthode de révision

Tous les patients ont le jour de la révision d'une radiographie du pied et de la cheville de face et de profil en charge. Les résultats ont été évalués selon le score de Kitaoka [2]. Il est possible d'utiliser une extrapolation du score à 100 points avec les valeurs suivantes : excellent (> 95) ; bon (80-95) ; moyen (50-80) ; mauvais (< 50).

2. Résultats

Le pourcentage de perdus de vue est de 17%

Délai de révision et complications

Dans un délai moyen de 29 mois soixante-treize prothèses ont été revues par l'opérateur avec un recul moyen de 72 mois (recul minimum de 29 mois et maximum de 23 ans). 10 autres prothèses avaient eu une arthrodèse secondaire 4 pour sepsis, 6 pour descellement.

Résultat clinique

Les résultats des 73 prothèses ont été appréciés selon les critères de Kitaoka [2]. Trente-six chevilles étaient totalement indolores et 9 étaient douloureuses de façon permanente. Ces douleurs étaient de type météorologique 28 fois. La flexion dorsale était en moyenne de 6,5° +/- 9°, 3. La flexion plantaire était en moyenne de 26° +/- 8° (15° à 45°). Le périmètre de marche était illimité 15 fois, supérieur à un kilomètre 28 fois, inférieur à un kilomètre 22 fois, inférieur à 500 mètres 4 fois et limité au domicile 4 fois, L'appui monopodal évalué pied nu était normal 18 fois, instable mais possible 40 fois, impossible 15 fois, Evalué avec le pied chaussé, il était normal 24 fois, instable mais possible 40 fois, impossible 9 fois,

Résultats radiologiques

Le positionnement de la pièce tibiale dans le plan frontal était neutre 51 fois, en varus 18 fois (3° à 10°), et en valgus 4 fois (3° à 10°). Dans le plan sagittal, il y avait 12 éléments tibiaux ayant un angle supérieur à 15°, 61 inférieurs à 15°. Un conflit entre la joue talienne et les malléoles était identifié dans 15 cas : cinq fois en interne, six fois en externe, quatre fois en interne et externe. Douze nouvelles arthroses sous taliennes étaient observées soit au total 19.

Résultat global

Le recul important de cette série (recul moyen de 72 mois allant à 23 ans) nous permet d'affirmer que : la moyenne d'âge pour excellents et bons résultats était de 63 ans, elle était de 47 ans pour les résultats moyens et mauvais. Le résultat n'était pas significativement différent pour les arthropathies inflammatoires et les arthroses post-traumatiques. L'arthrose sous-talienne préopératoire favorisait la survenue d'un échec. Douze patients ont développé après l'arthroplastie une arthrose sous-talienne dont un cas de polyarthrite rhumatoïde. Huit de ces patients ont eu un mauvais résultat, un moyen, 3 bons et 3 excellents résultats. Le patient qui avait bénéficié antérieurement à la prothèse une arthrodèse sous-talienne a eu un mauvais résultat.

Le score de Kitaoka [2] a permis de trouver 20% de très bons résultats, 42% de bons, 19% de moyens et 19% de mauvais. Les critères subjectifs montraient 25% de très bons résultats, 46% de bons, 9% de moyens et 20% de mauvais.

L'ARTHRODÈSE TALO-CRURALE

A titre comparatif nous avons revu une série de 33 arthrodèses talo-crurales dont un cas bilatéral avec un recul minimum identique de 29 mois. Le but de notre étude était d'évaluer, à long terme, le résultat fonctionnel de l'arthrodèse de la cheville et le retentissement et de le comparer à notre série de prothèses totales de cheville.

1. Matériel et méthode

Il s'agissait de 12 femmes et de 20 hommes. L'âge minimum au moment de l'arthrodèse était de 17 ans et le maximum de 76 ans soit un âge moyen de 46,8 ans. L'intervalle entre le traumatisme et l'opération variait de 1 mois 1/2 à 22 ans avec une moyenne de 5,9 années. Pour l'intervalle le plus court, il s'agissait d'un accident de la voie publique avec délabrement cutané. Le recul par rapport à l'opération variait de 29 mois à 16 ans, avec un recul moyen de 12,5 ans.

Profession

Six personnes effectuaient un travail de force, quatorze avaient une activité légère, huit étaient retraités et quatre sans profession.

L'origine des lésions

- traumatique dans 28 cas (85%) : il s'agissait de sept accidents de travail, de dix accidents de la voie publique et de onze accidents domestiques. Dans trois cas l'accident avait provoqué

des séquelles neurologiques à type de paralysie du sciatique poplité externe à l'origine de l'arthrodèse ;

- Deux sans atteinte directe de la cheville, une poliomyélite et un pied bot varus équin (6%) ; - arthrosique primaire dans trois cas (9%).

Examen clinique préopératoire

La douleur était le motif de la consultation. Dans sept cas, elle était modérée entraînant une limitation dans leur activité professionnelle. Dans 25 cas, elle était très invalidante, empêchant toute activité. Le périmètre de marche était limité et ne dépassait pas 500 mètres pour 25 patients, trois d'entre eux ne pouvaient faire plus de 100 mètres et quatre d'entre eux ne pouvaient plus se déplacer. L'œdème était présent de manière constante pour 28 d'entre eux et apparaissait au moindre effort pour les quatre autres. L'appui monopodal était impossible dans 29 cas. La course et le saut étaient impossibles chez 30 sujets et très limités pour les deux restants. Pour la montée et la descente des escaliers, cinq utilisaient la rampe, vingt montaient et descendaient marche par marche, trois éprouvaient des difficultés très importantes et utilisaient une canne et quatre ne pouvaient plus monter ni descendre. En ce qui concerne le port de charges lourdes, il était impossible pour 27 d'entre eux et limité pour les cinq restants. L'examen podoscopique trouvait douze pieds plats, et huit pieds creux. La voûte plantaire était normale chez les treize personnes restantes. Les mobilités des articulations sous-taliennes et médio-tarsiennes en préopératoire étaient le blocage complet de l'articulation sous-talienne dans 7 cas et seuls 13 patients avaient une mobilité normale. En revanche, au niveau de la médiotarsienne, 10 patients avaient une limitation supérieure à 50 % et 20 patients une mobilité normale.

Examen radiologique

Une arthrose stade 3 talo-crurale était trouvée dans tous les cas. Au niveau de la sous-talienne, nous avons 14 patients sans lésion d'arthrose et 24 au niveau du médiotarse. Les déformations étaient présentes chez 20 patients. Nous avons 8 varus, 12 valgus dont cinq cals vicieux.

Les méthodes chirurgicales

L'arthrodèse était réalisée par une voie antérieure. Après avivement tibial et astragalien elle est fixée 30 fois par plaque. Le fixateur externe était utilisé dans trois cas.

Méthode de révision

Lors de la révision, avec 29 mois de recul minimum, les patients ont bénéficié d'un examen clinique des articulations sous-taliennes, médio-tarsiennes et podoscopique et de radiographies en charge avec un cliché de la cheville cerclée de face, un cliché du pied de profil en charge, un cliché en flexion dorsale maximale et un en flexion plantaire maximale. Les résultats fonctionnels étaient appréciés par le score de Kitaoka [2].

Complications post-opératoires

Deux patients présentaient des paresthésies post-opératoires régressives. Quinze fois, nous avons trouvé des troubles trophiques minimes. La consolidation a été acquise avec un minimum de deux mois, un maximum de sept mois, et une moyenne de 3 mois. Une pseudarthrose a été reprise par greffon iliaque et plaque vissée au bout de 14 mois.

Résultats

Le recul minimum par rapport à l'intervention était de 29 mois avec un recul moyen de 12 ans et demi.

1°) Etude de la douleur

L'étude de la douleur occupait une place importante dans le score final puisqu'elle était notée sur 45 points. Le score moyen était de 19 points, ce qui correspondait à des douleurs présentes lors d'un effort important ou de type météorologique. La douleur était absente chez huit patients, elle était présente lors d'un effort important dans neuf cas, elle était météorologique dans cinq cas. Elle était minime et d'origine mécanique avec une activité professionnelle pratiquement normale dans cinq cas. Elle était modérée, mécanique avec une activité professionnelle limitée dans trois cas. Elle était importante, mécanique avec une activité professionnelle impossible dans trois cas.

2°) Etude de la marche

Le périmètre de marche était illimité pour neuf patients, pour trois supérieur à 1500 mètres, inférieur à 1500 mètres chez sept patients, inférieur à 500 mètres pour huit et inférieur à 100 mètres pour les cinq derniers. L'utilisation de cannes était inutile dans 26 cas. Quatre patients se déplaçaient avec une canne à l'extérieur et deux se servaient de deux cannes. Pieds chaussés, 14 patients ne présentaient aucune boiterie, elle était légère dans huit cas, modérée dans huit autres et importante dans deux. La marche en terrain irrégulier était normale quatre fois. Elle s'accompagnait d'une gêne minime six fois. Cette gêne était importante 22 fois.

3°) Etude de l'appui monopodal

Il était normal dans six cas, dans onze cas il existait une instabilité. Il était difficile dans treize cas et impossible dans trois cas.

4°) Course et saut

La course et les sauts étaient normaux une seule fois, limités chez trois patients, difficiles une fois et impossibles dans 27 cas.

5°) Etude de la montée et de la descente des escaliers

La montée était possible sans aucune gêne chez 8 patients. Treize personnes utilisaient la rampe et onze personnes montaient marche par marche. En ce qui concerne la descente, elle était normale dans 8 cas, quinze patients utilisaient la rampe et 9 descendaient marche par marche.

6°) Etude de la trophicité

Le pied était normal chez 3 patients, il présentait un œdème à l'effort important chez 8 dont celui opéré des deux côtés, un œdème vespéral avec des troubles trophiques minimes dans 14 cas. L'œdème était modéré avec des troubles trophiques nets dans 5 cas, avec des troubles importants deux fois.

7°) Etude du port de charges lourdes

Il était normal dans treize cas, limité dans onze cas et impossible dans huit.

8°) Résultats de la mobilité des articulations médio-tarsiennes et sous-taliennes

Il existait un enraidissement de la sous-talienne après l'arthrodèse talocrurale, en effet, la mobilité était normale 13 fois avant l'intervention et seulement 7 fois à la révision. En revanche, la médiotarsienne était peu modifiée : normale 20 fois avant l'intervention, elle le restait 19 fois après.

Résultats radiologiques

Dans le plan frontal, nous avons trouvé 13 chevilles normo-axées, un pied en valgus physiologique et trois pieds en valgus avec un degré allant de 6° à 10° soit une moyenne de 7°. Nous avons également remarqué que plus le degré du valgus était important, plus le score final était moyen. Nous avons trouvé également 16 pieds en varus avec des degrés variant de 2° à 10°, le varus moyen était de 5,7°. Dans le plan sagittal, nous avons trouvé un angle moyen de 88,1° pour notre série. Nous avons ainsi noté deux pieds en talus, onze pieds en équin variant de 2° à 12° avec une moyenne de 6,6°, et 20 pieds en position neutre. L'arthrose apparaissait lors de la révision au niveau sous-talien et médio-tarsien. Avant l'intervention, nous avons 14 articulations normales au niveau sous-talien et aucune lors de la révision. Au niveau médio-tarsien, 24 articulations normales pour 2 bonnes lors de la révision. Dans cette série, nous avons trouvé trois pseudarthroses sur 33 arthrodèses, ce qui représente 9% des cas revus à distance, dont une seule a été réopérée.

Résultats globaux

Ils ont été évalués sur 32 patients dont un opéré des deux côtés. Le score global moyen était de 63 points. Nous avons noté cinq très bons résultats, seize bons résultats, huit résultats moyens et quatre mauvais résultats.

DISCUSSION

L'étude de notre série de prothèses totales de cheville nous a montré globalement plus un gain de flexion plantaire que d'extension. Le gain moyen d'amplitude était supérieur à 10° comme la série de Besse et coll [4] alors qu'il n'était que de 9° pour Lachiewicz [5] et pour Buechel et coll. [6] le gain d'amplitude intéressait essentiellement la flexion plantaire.

Notre série comportait 10 descellements dont 4 septiques. Trois de nos descellement pouvaient être expliqués par une nécrose de l'astragale, une arthrose sous-talienne et une arthrodèse sous-talienne.

Un âge inférieur à 60ans favorisait la survenue d'un échec. Pour Kitaoka et coll. [2], les meilleurs résultats sont obtenus après 57 ans. Nous pensons comme Lachiewicz [5] qu'il est préférable de proposer une arthrodèse de cheville chez des patients de moins de 60 ans ou très actifs. Kopp et coll. [7] signalent la survenue de mauvais résultats chez des patients jeunes en pleine activité sans préciser la tranche d'âge. Mais certains patients jeunes préfèrent en conscience commencer par une prothèse et acceptent l'idée d'une reprise par une arthrodèse secondaire.

Pour certains auteurs, les meilleurs résultats sont obtenus chez les patients souffrant d'une polyarthrite rhumatoïde (Kofoed [8]). Cependant, la série de Lachiewicz [5] montraient une nette détérioration des résultats avec le temps en cas de polyarthrite rhumatoïde. Pour Kitaoka et coll. [2], le taux de survie à 10 ans était de 60 p. 100 pour les patients atteints d'une polyarthrite rhumatoïde et de 70 p.100 pour les autres. Les échecs des arthroplasties apparaissent plus précocement dans la série des arthroses. Dans notre série, contrairement à Hintermann [9], les résultats de l'arthroplastie totale de cheville en cas de polyarthrite rhumatoïde restent décevants et sont moins bons que pour les arthroses post-traumatiques, Kofoed [8] retrouve également de moins bons résultats chez les patients atteints de polyarthrite rhumatoïde.

L'arthrose sous-talienne préalable à l'arthroplastie, est un facteur de mauvais pronostic dans notre série. Neufeld [10], dans une série de prothèses totales de cheville posées dans le cadre d'une polyarthrite rhumatoïde observe au niveau des articulations situées en aval de la prothèse 87 p.100 de dégradations radiographiques plus ou moins sévères. Kofoed [8] dans sa série de prothèses destinées à traiter essentiellement des arthroses tibio-taliennes, ne retrouvent aucune dégradation des articulations sous-jacentes

Le conflit malléolaire est facteur de mauvais résultat dans notre série comme celle de Bankes [11]. Wood et Deakin [12] l'ont observé chez 14 p.100 des patients. Nous l'avons rencontré chez 2 patients. Nous n'avons pas observé de fracture malléolaire de stress comme Gill [13].

Les complications septiques avaient une fréquence 4,8 p.100 dans notre série et son également assez fréquentes dans la littérature (6 p. 100 dans la série de Anderson [14]). Ce taux élevé de complications septiques s'explique probablement par le terrain immunodéprimé des patients souffrant d'une polyarthrite rhumatoïde et pour les arthroses post-traumatiques par le caractère itératif des interventions.

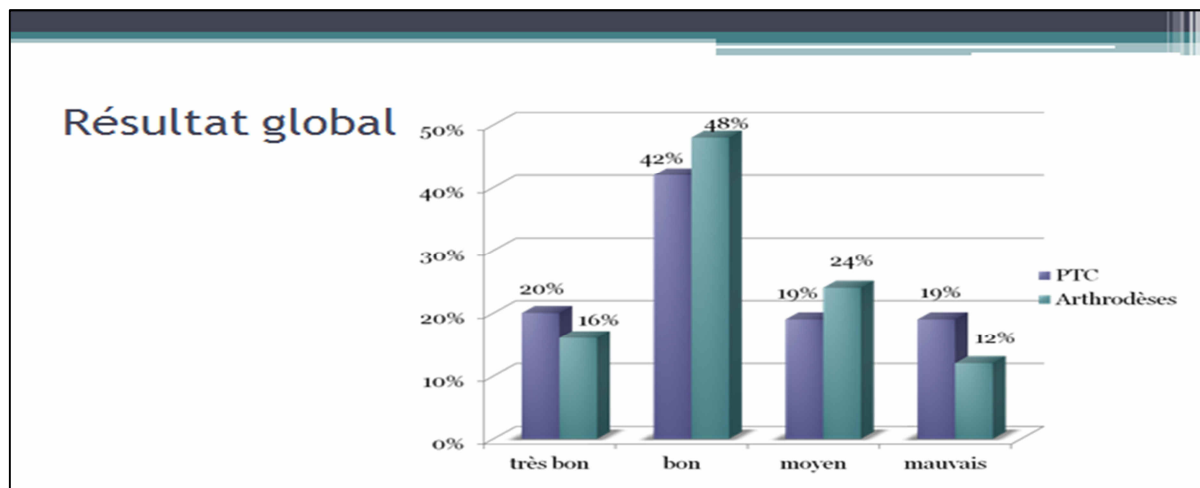
Comme pour l'arthrodèse de cheville, les bons et excellents résultats sont associés avec une bonne mobilité dans la sous-talienne et la médio-tarsienne.

Comme Takakura et coll. [15] nous retrouvons de meilleurs résultats avec les prothèses non cimentées qu'avec les prothèses cimentées. Le faible encombrement de la prothèse, le caractère contraint, la prise compte de l'articulation talo-fibulaire, et la pose non cimentée nous fait actuellement continuer avec la prothèse

Au début on a abordé la prothèse totale de cheville comme une déclinaison de la prothèse de hanche ou de genou mais les surfaces sont moindres, l'état osseux est différent surtout au niveau astragalien. Il n'existe pas de couverture musculaire et l'état vasculaire de l'astragale est précaire d'où des modifications nombreuses des modèles de prothèse

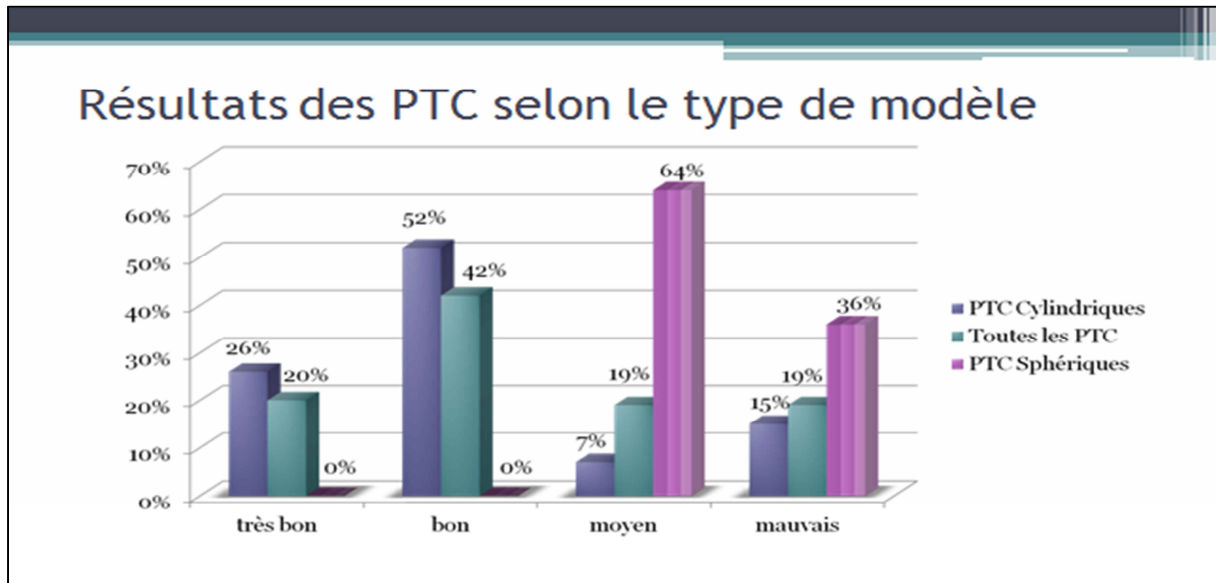
La comparaison de la série totale des prothèses de cheville et des arthrodèses retrouve de meilleurs résultats avec l'arthrodèse (tableau 1).

Tableau 1



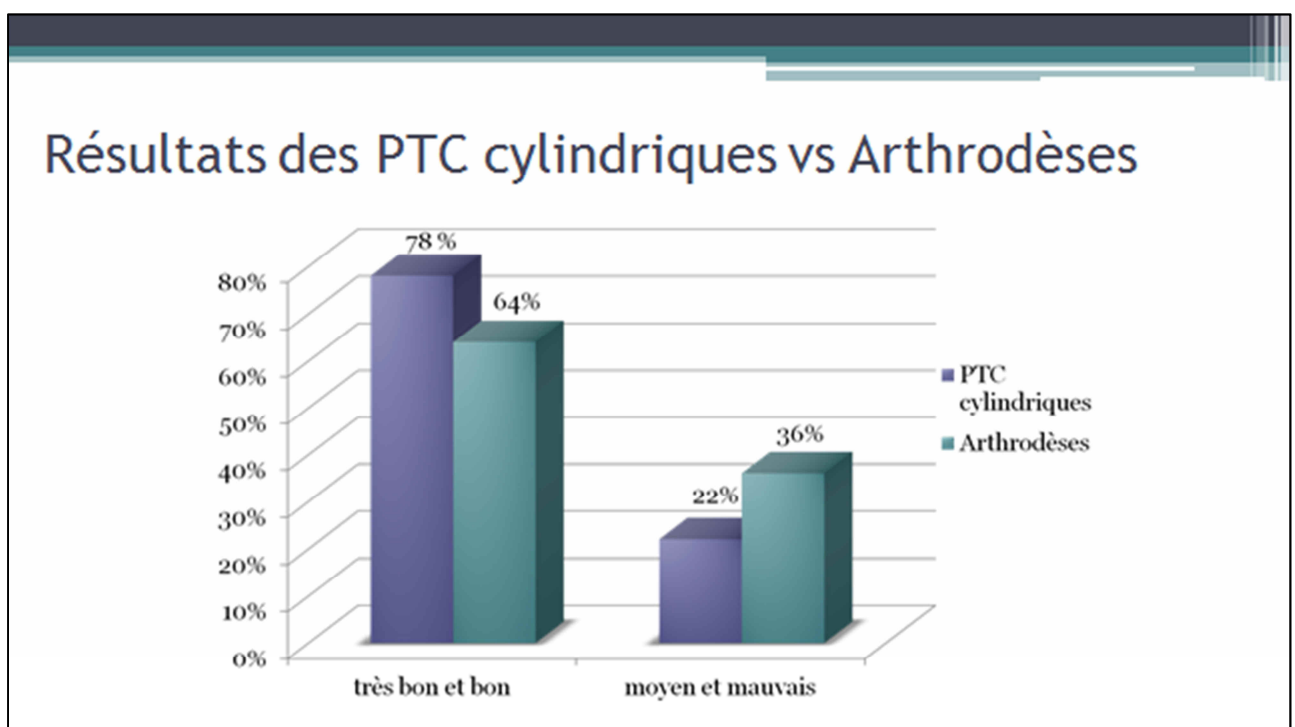
Néanmoins il existe de grosses différences selon le type de prothèse (tableau 2).

Tableau 2



En ne gardant que les prothèses cylindriques l'on obtient un meilleur résultat qu'avec l'arthrodèse (tableau 3). Cela nous permet de préconiser l'arthroplastie totale de cheville en cas de polyarthrite rhumatoïde sans ostéoporose majeure, d'arthrose post-traumatique (Valderrabano et coll. [16]) chez des patients de plus de 60ans. Elle est contre indiquée en cas de polyarthrite rhumatoïde avec ostéoporose majeure, arthrose post-traumatique chez un sujet jeune, de cheville très désaxée, d'ostéonécrose du talus et en cas d'instabilité ligamentaire (Takakura et coll. [15]). Nous posons actuellement des prothèses non cimentées de type cylindrique à trois éléments.

Tableau 3



L'existence d'une arthrose sous talienne pré-opératoire doit prêter à discussion. Dans notre série, elle a conduit à des échecs. Nous ne conseillons pas l'arthroplastie totale de cheville en cas d'enraidissement de la sous-talienne contrairement à Takakura et coll. [15]. En cas d'arthrose radiologique sans retentissement clinique, l'indication doit être posée avec prudence et doit tenir compte de l'âge et des activités du patient. Comme Kitaoka et coll. [2] nous pensons que l'arthrodèse talo-crurale reste une bonne indication en cas d'arthrose tibio-crurale du sujet jeune. Elle a l'avantage d'offrir un résultat fonctionnel stable.

CONCLUSION

L'arthroplastie totale est une alternative à l'arthrodèse qui doit être discutée car permettant l'indolence et une amélioration de la mobilité chez des patients souvent enraidies au niveau des autres articulations. Mais l'analyse des résultats montre une nette influence défavorable pour la pose d'une prothèse totale de cheville du jeune âge, de la présence d'une arthrose sous talienne préopératoire, d'un conflit sous malléolaire, d'une cheville très désaxée, d'une ostéonécrose talienne et d'une instabilité ligamentaire. L'arthrodèse de cheville est, pour nous, l'intervention de référence dans tous ces cas.

RÉFÉRENCES

- [1] Inman VT. The joint of the ankle. Baltimore William — Wilkins 1976.
- [2] Kitaoka HB, Patzer GL, Ilstrup OM, Wallrichs SL. Survivorship analysis of the Maya total ankle arthroplasty, *J Bone Joint Surg.* 1994;76:974-9.
- [3] Di Giovanni CW. Foot and Ankle, Core Knowledge in orthopaedics Mosby, 2007.
- [4] Besse JL, Colombier JA, Asencio J, Bonnin M, Gaudot F, Jarde O, et al. Prothèses de cheville *Rev. Chir. Orthop.* 2010;96:339-353.
- [5] Lachiewicz PF. Total ankle arthroplasty. Indications, techniques and results. *Orthop Rev.* 1994;23:315-20
- [6] Buechel Sr FF, Buechel Jr FF, Pappas MJ. Twenty-year evaluation of cementless mobile-bearing total ankle replacement. *Clin Orthop.* 2004;424:19-26.
- [7] Kopp PF, Patel MM, Deland JT, O'Malley MJ. Total ankle arthroplasty with the Agility prosthesis. Clinical and radiographic evaluation. *Foot Ankle Int.* 2006;97-103.
- [8] Kofoed H. Scandinavian total ankle replacement. *Clin Orthop.* 2004;424:73-92.
- [9] Hintermann B, Valderrabano V, Dereymaeker G, Dick W, The Hintegra ankle : rationale and short-term results of 122 consecutive ankles. *Clin Orthop.* 2004;424:57-68
- [10] Neufeld SK, Lee TH. Total ankle arthroplasty : indications, results, and biomechanical rationle. *Am J Orthop.* 2000;29:593-602.
- [11] Bankes MJ. Survivorship of total ankle arthroplasty. *J Bone Joint Surg (Am).* 2000;82-A:1205
- [12] Wood PL, Deakin S. Total ankle remplacement. The results in 200 ankles. *J Bone Joint Surg (Br).* 2003; 85B: 334-341.
- [13] Gill LH. Challenge in total ankle arthroplasty. *Foot Ankle Int.* 2004;25:195-207.
- [14] Anderson T, Montgomery F, Carlsson A. Uncemented STAR total ankle Prostheses ; Three to eight-year follow-up of fifty-one consecutive ankles. *J Bone Joint Surg (Am).* 2003;85-A:1321-9.
- [15] Takakura Y, Tanaka Y, Sugimoto K, Tamai S, Masuhara K : Ankle athroplasty. A comparative study of cemented metal and uncemented ceramic prostheses. *Clin Orthop.* 1990;252:209-16.
- [16] Valderrabano V, Hintermann B, Nigg BM, Stefanyshyn D, Stergiou P. Kinematic changes after fusion and total replacement of the ankle : part 3 : talar movements. *Foot Ankle Int.* 2003;24:897-900.