

Evaluation à long terme de l'arthroplastie unicompartmentale interne de genou chez les sujets jeunes

Evaluation at long term follow up of medial unicompartmental knee arthroplasty in young patients

Nader Naouar, Hamdi Kaziz, Thabet Mouelhi, Karim Bouattour, Mohamed Mseddi, Mohamed Laziz Ben Ayeche

Service d'orthopédie Sahloul Sousse / Faculté de médecine de Sousse

RÉSUMÉ

Prérequis : Le traitement de la gonarthrose fémoro-tibiale interne du sujet jeune et actif est controversé. Ce traitement peut faire appel à une ostéotomie tibiale de valgisation, à une arthroplastie partielle par une prothèse unicompartmentale (PUC) ou celle d'une prothèse totale de genou (PTG). L'objectif de notre étude est l'évaluation à long terme des résultats fonctionnels de la prothèse unicompartmentale de genou chez les patients âgés de moins de 60 ans.

Méthodes: il s'agit d'une étude rétrospective portant sur 25 prothèses unicompartmentales de genou chez 22 patients, colligées entre 1993 et 2003 dont l'âge était moins de 60 ans. Le recul minimum était de 10 ans. Au dernier recul, une analyse du score IKS (International Knee Score) avec évaluation de ses deux composantes articulaire et fonctionnelle ont été établies. Le score radiologique de la Knee Society (KS) a été utilisé.

Résultats: Au recul moyen de 14,2 ans (min: 10 ans, max: 20 ans) la moyenne de flexion était de 110°. Le score IKS fonction passait de 47 points en préopératoire à 77 points en postopératoire et le score IKS genou de 40 points en préopératoire à 94 points en postopératoire. L'évaluation radiologique trouve un axe fémoro-tibiale mécanique moyen postopératoire de 174,8° (min 172°, max 182°). La survie des prothèses à 12 ans était de 84%, avec une reprise pour usure du polyéthylène, une deuxième pour conflit de la pièce fémorale avec les épines responsable des douleurs chroniques, une troisième reprise pour infection et deux autres pour évolution arthrosiques.

Conclusion: Le suivi à long terme des patients ayant eu une prothèse unicompartmentale n'a pas objectivé une détérioration manifeste des résultats avec un taux de reprise concevable comparativement aux séries publiées sans véritables difficultés opératoires lors de la prise en charge ultérieure.

Mots-clés

Gonarthrose, sujet jeune, PUC, long terme, résultats.

SUMMARY

Background: The treatment of isolated internal tibiofemoral knee osteoarthritis on young and active patients is controversial. This treatment can be a high tibial osteotomy or a joint replacement that can be a partial unicompartmental knee arthroplasty (UKA) or total knee replacement (TKR). The aim of our study is the long-term evaluation of functional outcome of partial unicompartmental knee arthroplasty (UKA) in elderly patients under than 60 years.

Methods: This is a retrospective study of 25 unicompartmental knee arthroplasties in 22 patients, collected between 1993 and 2003 whose age was less than 60 years. The minimum follow-up was 10 years. At last follow, an analysis of IKS score (International Knee Score) with assessment of both articular and functional components have been established. The Radiological score of Knee Society (KS) was used.

Results: At mean 14.2 years (min: 10, max: 20), the mean of knee flexion was 110°. The IKS function score going 47 points preoperatively to 77 points postoperatively and IKS score 40 points knee preoperatively to 94 points postoperative. The radiological assessment found a postoperative mean tibiofemoral mechanical axis of 174.8° (172° min, max 182°). The survival of implants at 12 years postoperatively was 84%.

The survival of the prostheses was 84 to 12%, with a revision for polyethylene wear, a second for conflict of the femoral component with tibia thorns responsible of chronic pain, a third revision for infection and two for osteoarthritis evolution.

Conclusion: The long-term evaluation of patients with a unicompartmental does not objective an obvious deterioration of outcome with a normal rate of revision comparatively to other series without particular difficulties during revision.

Key- words

Knee arthritis, young, UKA, long term, results.

La prise en charge de l'arthrose fémoro-tibiale interne est controversée chez le sujet jeune et actif [1,2]. La chirurgie peut être nécessaire pour obtenir l'indolence et restaurer la fonction notamment après l'épuisement du traitement médicamenteux [2,3]. Les alternatives chirurgicales sont diverses et réparties en deux volets à savoir les procédés chirurgicaux conservateurs et non conservateurs. La chirurgie conservatrice se base sur le débridement arthroscopique et l'ostéotomie tibiale de valgisation (OTV), dont l'efficacité dépend de la précision de ses indications [1,4]. Néanmoins, la chirurgie prothétique non conservatrice est indiquée en cas d'échec thérapeutique et parmi ces alternatives on cite : la prothèse unicompartmentale (PUC) médiale et la prothèse totale de genou (PTG) [1-4]. La population des sujets âgés de moins de 60 ans est constituée de patients actifs dont la prise en charge doit obéir à certaines obligations particulières comme la récupération fonctionnelle, la reprise des activités sportives et la durée de vie des implants [1, 3,4]. Les progrès des ancillaires de mise en place des PUC associés à une meilleure sélection des patients ont permis une accélération de la récupération fonctionnelle, des résultats cliniques satisfaisants selon les scores classiques avec une survie satisfaisante des implants, même si les taux d'usure semblaient plus importants dans cette tranche de population [2,5,6]. Cependant, l'étude de la survie est insuffisante pour démontrer l'intérêt d'une intervention, surtout dans une population encore jeune et active et dont la qualité de vie peut-être très fortement liée au statut du genou [7,8]. Les buts de notre étude étaient 1) d'évaluer les résultats cliniques et fonctionnels grâce à des scores objectifs, subjectifs (Score IKS genou et fonction) ; 2) d'analyser les complications spécifiques de ce groupe de population ainsi que la survie des implants.

MÉTHODES

Nous avons étudié rétrospectivement 22 patients (25 genoux) consécutifs âgés de moins de 60 ans présentant une arthrose isolée fémoro-tibiale interne traitée par PUC médiale entre janvier 1993 et décembre 2003 dans le service d'orthopédie traumatologie Sahloul Sousse Tunisie. Notre étude a compris une évaluation clinique, fonctionnelle basée sur l'étude du score IKS (genou et fonction) [9] et radiologique basée sur les scores de la Knee Society [9], à un recul moyen de 14,2 ans en post opératoire. La PUC était posée devant une arthrose stade II ou plus d'Ahlback [10], limité au compartiment fémoro-tibial interne. Les critères d'inclusion étaient : âge inférieur à 60 ans, arthrose avérée unicompartmentale médiale de stade deux ou plus selon Ahlback [10], mobilité du genou en préopératoire supérieure ou égale à 100° , extension complète, stabilité du genou dans tous les plans, absence d'arthrose fémoro-patellaire sur les défilés à 30, 60, et 90° de flexion, et une épaisseur

cartilagineuse normale dans le compartiment latéral avec correction totale de la déformation sur les clichés dynamiques. Cette série était constituée de 18 femmes et 5 hommes. Trois patients ont été opérés pour les deux côtés, soit 25 genoux. L'âge moyen à l'intervention était de 54,8 (min 48 ans – max 60 ans). L'indice de masse corporelle (IMC) [11] moyen était de 29,7 kg/m² (min 24,4- max 30,4). Selon la classification d'Ahlback, 20 genoux (80%) ont été classés stade II et 5 genoux stade III (20%). Les étiologies étaient l'arthrose primitive dans 21 cas (84%), post-traumatique dans 4 cas (16%). Tous nos patients étaient actifs dont 15 avaient une vie professionnelle avant l'intervention. Toutes les interventions ont été réalisées par trois opérateurs utilisant des prothèses modulaires à plateau tibial à embase métallique cimentée. En préopératoire, les clichés en stress sont très importants pour évaluer l'usure, confirmer la réductibilité de la déformation et évaluer le compartiment opposé. La surface articulaire tibiale du polyéthylène est lisse et non contrainte. La fixation fémorale et tibiale était réalisée par du ciment chirurgical [12]. L'abord para-patellaire interne standard avec luxation de la rotule était utilisé dans tous les cas. Il s'agissait pour tous les patients d'une chirurgie de première intention. Aucune libération ligamentaire n'a été effectuée. L'épaisseur moyenne du polyéthylène était de 8,3mm (min 8 - max 10 mm). Le même protocole de rééducation fonctionnelle avec appui total d'emblée était observé dans tous les cas. La prise des héparines de bas poids moléculaire à dose préventive a été faite pendant les trois semaines postopératoires. Aucun patient n'a été perdu de vue. Au dernier recul, l'évaluation clinique a été réalisée par un observateur indépendant. Chaque patient a eu un examen clinique basé sur l'évaluation des amplitudes articulaires et score IKS. L'évaluation radiologique a été réalisée par un observateur indépendant sur des pangonogrammes debout en charge, patella de face, des clichés de face et de profil et sur les défilés patellaires (figure 1). La mensuration des axes mécaniques des membres inférieurs étaient faite en pré- et postopératoire. Le positionnement des implants était évalué de face et de profil sur des clichés standard ainsi que la présence ou la progression des lisérés radio transparentes au niveau fémoral ou tibial selon le score radiographique de la Knee Society [9]. La progression de l'arthrose était évaluée au niveau des autres compartiments en utilisant la classification d'Iwano [13] pour les défilés fémoro-patellaires. Selon cette classification, le stade I est défini par la présence des remodelés de la fémoro-patellaire, le stade II par un pincement supérieur à 3 mm, le stade III par un pincement inférieur à 3 mm et le stade IV par un contact os-os [13].

L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel SPSS (version 12 ; Chicago, IL). Les caractéristiques de la série ont été décrites en moyennes et écart-types pour

les variables continues, en pourcentages pour les variables catégorielles. L'évaluation clinique et fonctionnelle décrite par le score IKS de la Knee Society ont été analysée par un test du t de Student. L'évaluation radiographique en terme de restauration de l'alignement des membres inférieurs et de stabilité dans le temps a ensuite été analysée. Enfin, une analyse de survie en utilisant la méthode de Kaplan-Meier avec des intervalles de confiance à 95 % a été réalisée, considérant la reprise chirurgicale avec mise en place de PTG ou le descellement radiographique comme « échec » [14]. Le degré de significativité était défini comme $= 0,05$.

Figure 1 : pangonogramme en charge avec incidence de face et de profil du genou.



RÉSULTATS

Résultats fonctionnels :

Une amélioration significative des scores IKS genou et fonction a été significativement mise en évidence au dernier recul. Le score IKS fonction passait de 47 ± 2 points en préopératoire à 77 points en postopératoire et le score IKS genou de 40 ± 4 points à 94 ± 4 points. On trouve que 86% des patients ont pu reprendre leurs activités physiques à un niveau identique ou supérieur au niveau de base préopératoire et 92% le faisaient avec une limitation absente ou modérée. Tous les patients sauf trois ont pu revenir à leur niveau d'activité présymptomatique. Au dernier recul, 13 patients (56,6%)

étaient enthousiastes, 5 (21,7%) satisfaits, deux (8,7%) inchangé et trois (13%) déçu. Dix huit patients (78%) ont été aptes à reprendre les activités qu'ils avaient dû abandonner et le délai moyen entre la chirurgie et le retour aux activités présymptomatiques était de 5,2 mois.

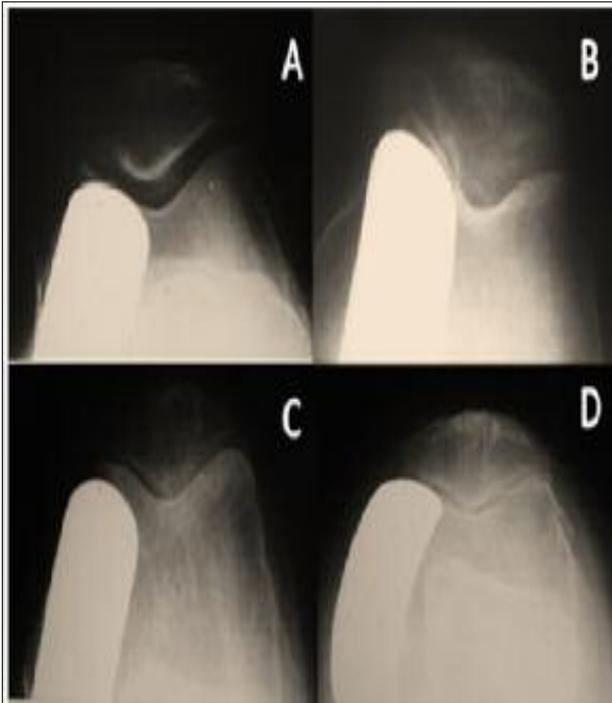
Résultats radiologiques :

L'évaluation radiologique trouve un axe fémoro-tibial mécanique moyen préopératoire de $174^\circ \pm 3^\circ$ (min 171° - max 177°). La moyenne de l'alignement en postopératoire était de $174,8^\circ$ (min 172° , max 182° soit un varus moyen de $5,2^\circ$). Le positionnement de la pièce tibiale est jugée bon dans 84% des cas et 92% pour la pièce fémorale. Les lisérés péri prothétiques tibiaux étaient présents dans 54 % des cas alors que les fémoraux dans un seul cas (figure 2). La moyenne de l'angle entre la diaphyse et le composant tibial était de $87^\circ \pm 3^\circ$ (min 84° - 90°) et la moyenne de la pente tibiale de $4^\circ \pm 3,5^\circ$ (0° - $7,5^\circ$). La moyenne de l'axe du composant fémoral était de $87^\circ \pm 5^\circ$ (min 82° - max 92°). Sur le compartiment latéral au dernier recul, une progression de l'arthrose de stade 1 dans 5 cas (20 %), stade 2 dans trois cas (12 %) et stade 3 dans un cas (4 %) était observée. Pour l'articulation fémoro-patellaire, selon la classification d'Iwano [13] on notait une progression de l'arthrose de stade 1 dans 4 cas (16 %), stade 2 dans 2 cas (8 %) et stade 3 dans un cas (4 %) (Figure 3). Quatre genoux (16 %) présentait une progression arthrosique combinée des compartiments latéral et fémoro-patellaire.

Figure 2 : lisérés periprothétiques de la pièce fémorale et tibiale



Figure 3 : la classification d'Iwano : stade I (A), stade II (B), stade III (c), stade IV (D)



Survie de l'implant :

L'analyse de la survie selon Kaplan et Meier montre un taux de survie à 12 ans de 84% (IC : 0,87-0,96). Cinq genoux ont nécessité une reprise chirurgicale. Un genou a été repris pour usure du polyéthylène à 4 ans post opératoire sans anomalie d'axe mécanique ou de surpoids pouvant expliquer cette usure excessive (Fig. 4) nécessitant un simple changement de polyéthylène par voie parapatellaire médiale. Une deuxième reprise a été faite pour conflit de la pièce fémorale avec les épines responsable des douleurs antérieures du genou nécessitant une prothèse totale du genou au recul de 34 mois (figure 5). Les scores IKS pour ces patients étaient, respectivement de 95, 90 après la chirurgie première et 92 au dernier recul. Un genou a été repris pour descellement septique à 4 ans post opératoire avec ablation de la prothèse, mise en place d'un espaceur en ciment aux antibiotiques et implantation d'une PTG cimentée postéro stabilisée à plateau mobile six mois ultérieurement après six semaines d'antibiothérapie). Deux genoux ont nécessité une reprise chirurgicale avec mise en place d'une PTG une évolution symptomatique de l'arthrose dans les autres compartiments. Chacune des reprises chirurgicales conduisant à la mise en place d'une PTG ont été considérées comme point final à la survie de l'implant et l'évaluation fonctionnelle de ces genoux n'a pas été poursuivie mais le résultat fonctionnel et radiologique avant le changement de prothèse a été inclus.

Figure 4 : usure du polyéthylène (A), nécessitant un simple remplacement de l'insert (B).



Figure 5 : usure du polyéthylène (A), nécessitant un simple remplacement de l'insert (B).



DISCUSSION

La gonarthrose du sujet jeune et actif de moins de 60 ans est devenue de plus en plus fréquente. Elle pose un problème thérapeutique notamment chez une catégorie des patients actifs ayant une activité physique avec une exigence fonctionnelle élevée [15]. La gonarthrose est essentiellement médiale mais peut toucher plusieurs compartiments du genou avec ou sans anomalies d'axe des membres inférieurs [16,17]. Dans le cas d'une gonarthrose unicompartmentale évoluée associée à une déformation modérée du membre inférieur (jusqu'à 10° de varus), la prothèse unicompartmentale peut être une alternative thérapeutique [13, 18, 19]. Actuellement, les progrès dans l'industrie du matériel de pose des PUC associés à une meilleure sélection des patients ont permis l'accélération de la récupération fonctionnelle, des résultats cliniques satisfaisants selon les scores classiques avec une survie satisfaisante des implants, même si les taux d'usure semblaient plus importants dans cette tranche de population jeune [18,19]. Cependant, l'étude de la survie est insuffisante pour démontrer l'intérêt d'une intervention, surtout dans une population encore jeune et active et dont la qualité de vie peut être très fortement liée au statut du genou [7,20]. Les résultats fonctionnels de notre série démontrent que la prothèse unicompartmentale améliore de façon fiable, durable et reproductible la fonction du genou et la qualité de vie des patients en assurant leur retour aux activités quotidiennes précédentes. Le phénomène de fluage est l'étiologie de révision la plus fréquente. Cette complication altère la courbe de survie des prothèses sans véritable cause à effet ou un facteur de risque particulier en faveur de cette usure. La pose d'un implant tibial à embase métallique cimentée donne la possibilité de remplacer l'insert de polyéthylène, en l'absence de progression du processus arthrosique et de descellement, avec des résultats fonctionnels comparables au reste de la population de l'étude. Une des limites de notre étude est son caractère rétrospectif et l'absence de comparaison directe entre des séries appariées de PUC chez des sujets plus âgés. Toutefois, ce type de comparaison est rendu difficile du fait de facteurs de confusion dont l'apparition de comorbidités dans le groupe des sujets plus âgés affectant le résultat final. Nous n'avons pas comparé les résultats au sein d'une même population, de l'OTV et PUC car nos indications respectives sont distinctes [4, 13, 18,21]. Ces deux interventions, bien que concernant toutes les deux l'arthrose unicompartmentale médiale, ne peuvent être directement comparées entre elles (OTV en cas d'arthrose médiale grade d'Ahlback strictement inférieur à 2, PUC pour un grade d'Ahlback 2 ou supérieur) [2, 4, 18,21]. Pour les mêmes raisons, nous n'avons pas réalisé de comparaison avec un groupe identique de patients traités par PTG. Néanmoins, des séries antérieures rapportent de bons résultats fonctionnels ainsi que des reculs importants dans le cadre de PTG du sujet jeune et

la prothèse totale peut être une alternative. Gioe et al. [22] ont récemment comparé les différentes modalités de traitement de la gonarthrose (PTG cimentée ou non et PUC) chez des sujets jeunes (moins de 55 ans) et ont montré que les porteurs de PTG bénéficient du plus faible taux de reprise. Selon Pagnano et al. [17], la prothèse totale de genou doit être proposée avec prudence chez le sujet jeune du fait de l'éventuelle nécessité de reprise et ce malgré les bons résultats cliniques démontrés dans les études. De plus, les résultats en terme de survie dans notre série, 84 % à 12 ans sont comparables à la survie des PTG dans la même population [17, 23, 24,25]. Notre expérience montre que la fonction du genou peut tout à fait être restaurée après prothèse unicompartmentaire chez le patient de moins de 60 ans avec un retour rapide aux activités et une amélioration notable de la qualité de vie. Ce point est capital dans une population jeune [8, 10,20]. Il est intéressant de noter que pour 90 % des patients, le genou ne représentait pas un facteur limitant les activités. Dans une publication récente, Naal et al. [26] montrent que 90 % des patients ayant bénéficié d'une arthroplastie unicompartmentaire estiment que la chirurgie a permis de maintenir ou d'améliorer leur aptitude à regagner leur rythme de vie quotidienne précédente et ceci de façon similaires à ceux de notre étude. Toutefois, l'absence de recul dans leur étude ne permet pas d'évaluer les problèmes liés à l'usure dans cette population active. De même, Fisher et al [27] dans une étude en 2006 concluait que 93 % des patients, tout âge confondu, retournaient à leurs activités physiques après la chirurgie. Toutefois, après avoir conclu au haut niveau d'activité de leurs patients, ils estiment nécessaire d'évaluer la survie à long terme des implants dans cette population active. Pennington et al. [5] ont évalué 46 arthroplasties unicompartmentales utilisant des implants similaires à notre étude avec un recul moyen de 11 ans. L'évaluation radiographique et clinique trouvait des résultats comparables aux nôtres résultats avec un taux de survie presque similaire (92 %-11 ans). De même, ils ont rencontré des problèmes d'usure du polyéthylène chez deux patients nécessitant une chirurgie de reprise et des résultats convergeant vers le reste de la série après ce changement. L'usure du polyéthylène reste le problème principal chez ces patients actifs. Nous observons dans notre étude un seul cas d'usure du polyéthylène sans qu'aucun facteur prédictif ne soit individualisé. Un changement de l'insert a été réalisé sans problème par voie parapatellaire mini-invasive. Les résultats fonctionnels de ces patients étaient comparables à ceux obtenus pour les patients non réopérés au recul. Selon nos résultats et ceux d'études précédentes, la diminution de l'usure sera le principal facteur d'amélioration des courbes de survie des prothèses unicompartmentales. L'usure dépend de la charge appliquée, du nombre de cycles et des propriétés mécaniques du matériau [28]. Un changement isolé d'insert est possible uniquement en l'absence de signes d'ostéolyse ou de descellement [18].

Un polyéthylène mobile congruent représente une alternative en diminuant le risque d'usure, toutefois le risque de luxation intraprothétique est élevé, notamment dans une population plus active [18].

CONCLUSION

La PUC est une solution adaptée à la prise en charge de l'arthrose unicompartmentaire du sujet jeune de moins de 60 ans. Cette intervention permet au patient d'avoir une qualité de vie et un niveau de satisfaction excellents selon

la littérature. Pour ces patients relativement jeunes, avec une espérance de vie élevée, l'économie du stock osseux et la nécessité de conserver des solutions thérapeutiques dans le futur confortent le choix de l'arthroplastie unicompartmentaire dans le cadre de l'arthrose médiale isolée. L'usure du polyéthylène reste problématique et les réflexions doivent se poursuivre pour en limiter la survenue. L'utilisation des ancillaires modernes de pose rend le geste chirurgical plus fiable avec des résultats reproductibles et les abords dits mini-invasifs apportent une récupération fonctionnelle plus rapide.

Références

- Hanssen AD, Stuart MJ, Scott RD, Scuderi GR. Surgical options for the middle-aged patient with osteoarthritis of the knee joint. *Instr Course Lect* 2001;50:499-511.
- Argenson JN, Chevrol-Benkeddache Y, Aubaniac JM. Modern unicompartmental knee arthroplasty with cement: a three to ten-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84:2235-9.
- Dennis MG, Di Cesare PE. Surgical management of the middle age arthritic knee. *Bull HospJt Dis* 2003;61:172-8.
- Flecher X, Parratte S, Aubaniac JM, Argenson JN. A 12-28- year follow-up study of closing wedge high tibial osteotomy. *ClinOrthop* 2006;452:91-6.
- Pennington DW, Swienckowski JJ, Lutes WB, Drake GN. Unicompartmental knee arthroplasty in patients sixty years of age or younger. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85:1968-73.
- Price AJ, Dodd CA, Svard UG, Murray DW. Oxford medial unicompartmental knee arthroplasty in patients younger and older than 60 years of age. *J Bone Joint Surg Br* 2005;87(11):1488-92.
- Ornetti P, Parratte S, Gossec L, Tavernier C, Argenson JN, Roos EM, et al. Cross-cultural adaptation and validation of the French version of the Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) in knee osteoarthritis patients. *Osteoarthritis Cartilage* 2008;16(4):423-8.
- Roos EM, Lohmander LS. The Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS): from joint injury to osteoarthritis. *Health Qual Life Outcomes* 2003;1(1):64.
- Insall JN, Dorr LD, Scott RD, Scott WN. Rationale of the Knee Society clinical rating system. *ClinOrthop* 1989;248:13-4.
- Ahlback S. Osteoarthritis of the knee. A radiographic investigation. *Acta RadiolDiagn* 1968;(Suppl. 277):7-72.
- Deurenberg P, Weststrate JA, Seidell JC. Body mass index as a measure of body fatness age and sex specific prediction formulas. *Br J Nutr Mar.* 1991 ;65 (2) :105-14.
- Argenson JN, Flecher X, Parratte S. Mini-invasive implantation of an unicompartmental medial knee prosthesis. *Rev ChirOrthopReparatriceAppar Mot* 2006;92:193-9.
- Iwano T, Kurosawa H, Tokuyama H, Hoshikawa Y. Roentgenographic and clinical findings of patellofemoral osteoarthritis. With special reference to its relationship to femorotibial osteoarthritis and etiologic factors. *ClinOrthopRelatRes.* 1990 ;252 :190-7.
- Kaplan E, Meier P. Nonparametric observation from incomplete observations. *J Am Stat Assoc* 1958;53:457-81.
- Kennedy WR, White RP. Uni-compartmental arthroplasty of the knee. Postoperative alignment and its influence on overall results. *ClinOrthopRelat Res* 1987;221:278-85.
- Berger RA, Meneghini RM, Sheinkop MB, Della Valle CJ, Jacobs JJ, Rosenberg AG, et al. The progression of patellofemoral arthrosis after medial uni-compartmental replacement: results at 11 to 15 years. *ClinOrthop* 2004;(428):92-9.
- Pagnano MW, Clarke HD, Jacofsky DJ, Amendola A, Repicci JA. Surgical treatment of the middle-aged patient with arthritic knees. *Instr Course Lect* 2005;54:251-9.
- Argenson JN, Parratte S. The uni-compartmental knee: design and technical considerations in minimizing wear. *ClinOrthop* 2006;452:137-42.
- Scott RD. Three decades of experience with unicompartmental knee arthroplasty: mistakes made and lessons learned. *Orthopedics* 2006;29:829-31.
- Lingard EA, Katz JN, Wright RJ, Wright EA, Sledge CB. Validity and responsiveness of the Knee Society Clinical Rating System in comparison with the SF-36 and WOMAC. *J Bone Joint Surg Am* 2001;83-A(12):1856-64.
- Argenson JN, Flecher X. Minimally invasive uni-compartmental knee arthroplasty. *Knee* 2004;11:341-7.
- Gioe TJ, Killeen KK, Hoeffel DP, Bert JM, Comfort TK, Schelltema K, et al. Analysis of uni-compartmental knee arthroplasty in a community-based implant registry. *ClinOrthopRelat Res* 2003;416:111-9.
- Lonner JH, Hershman S, Mont M, Lotke PA. Total knee arthroplasty in patients 40 years of age and younger with osteoarthritis. *ClinOrthop* 2000;380:85-90.
- Mont MA, Lee CW, Sheldon M, Lennon WC, Hungerford DS. Total knee arthroplasty in patients ≤ 50 years old. *J Arthroplasty* 2002;17:538-43.
- Morgan M, Brooks S, Nelson RA. Total knee arthroplasty in young active patients using a highly congruent fully mobile prosthesis. *J Arthroplasty* 2007;22:525-30.
- Naal F, Fisher M, Preuss A, Goldhahn J, Von Knoch F, Preiss F, et al. Return to sports and recreational activity after uni-compartmental knee arthroplasty. *Am J Sports Med* 2007;35:1688-95.
- Fisher N, Agarwal M, Reuben SF, Johnson DS, Turner PG. Sporting and physical activity following Oxford medial uni-compartmental knee arthroplasty. *Knee* 2006;13: 296-300.
- Kuster MS. Exercise recommendations after total joint replacement: a review of the current literature and proposal of scientifically-based guidelines. *Sports Med* 2002;32(7): 433-45.