

Arthrodèse du genou par la technique d'Ilizarov : à propos de 14 cas

Knee arthrodesis by Ilizarov external fixator: about 14 cases

Boughammoura H.¹, Ben Maitig M.¹, Bouattour K.¹, Zaoui A.², Chaouech A.³, Mseddi M.¹, Ben Ayeche M.L.¹

¹ Service d'Orthopédie et Traumatologie – Hôpital Sahloul. Sousse – Tunisie

² Service de Médecine Physique et de Rééducation Fonctionnelle – Hôpital Sahloul. Sousse – Tunisie

³ Service d'Anesthésie Réanimation – Hôpital Sahloul. Sousse – Tunisie

CORRESPONDANCE: Dr. Hatem BOUGHAMMOURA

Service d'Orthopédie et Traumatologie – Hôpital Sahloul. Route ceinture, 4054 Sousse – Tunisie.

E-mail : hatem.boughammoura@rns.tn

RÉSUMÉ

Introduction : L'arthrodèse a prouvé sa valeur à travers les années comme un procédé usuel ou de sauvetage dans plusieurs affections et en particulier au niveau du genou.

A travers une étude rétrospective de 13 arthrodèses du genou montées par fixateur d'Ilizarov nous détaillons cette technique, ces avantages et ces limites.

Matériels et Méthodes : Il s'agit d'une étude rétrospective portant sur 14 arthrodèses de genou chez 8 femmes et 6 hommes. La moyenne d'âge était de 48 ans avec des extrêmes de 20 et 68 ans. Toutes les arthrodèses ont été montées par un fixateur externe circulaire type Ilizarov. L'indication était des séquelles d'arthrite septique dans dix cas, une destruction osseuse massive au décours de l'ablation d'une prothèse totale du genou pour sepsis trois fois et une fois pour instabilité majeure sur genou neurologique post-poliomyélique. Le résultat clinique a été apprécié, au recul, par l'étude des doléances, de la stabilité, de la marche, du raccourcissement des membres et la de satisfaction du patient. On a aussi recherché les complications et la récurrence de l'infection.

Résultats : Nos résultats ont été analysés à un recul moyen de 18 mois. La durée moyenne de l'intervention était de 2 heures et demi. Les pertes sanguines étaient minimes. Le fixateur a été bien toléré par les patients, aucun cas d'abandon de la technique n'a été noté. Un cas d'infection superficielle sur broche a été observé. L'évolution a été favorable après soins locaux. Aucun cas d'écoulement autour des fiches, d'infection profonde ou de récurrence de l'infection initiale n'a été noté. La consolidation a été obtenue dans un délai moyen de 4 mois avec des extrêmes de 3 et 7 mois, soit 93% de fusion radiologique à 16 semaines d'évolution. Au recul, les genoux étaient indolores et stables en particulier en appui monopodal. Un seul cas d'échec de la technique a été rapporté : absence de fusion mais avec indolence et tarissement de l'infection. Les patients marchaient sans aide. Le raccourcissement moyen observé était de 2,5 cm.

Discussion : L'arthrodèse garde encore une place de choix dans les prises en charge des séquelles d'ostéoartrites et les révisions des sepsis sur prothèse totale du genou et en particulier ceux avec destruction articulaire massive. Son but est de procurer un genou stable et indolore au prix d'une gêne limitée. Nous pensons que le résultat à long terme d'un genou bien arthrodésé est meilleur que celui d'une révision poussée à ses limites. Plusieurs techniques de fixation ont été proposées. Le fixateur d'Ilizarov permet une fixation, à la fois, solide et dynamique en compression, évite les mouvements rotatoires et autorise une mise en charge précoce. Il apparaît comme une méthode simple et répond aux impératifs techniques de l'arthrodèse du genou et en particulier dans les cas septiques.

ABSTRACT

The arthrodesis proved its value through years as a usual or rescue process in several affections and particularly of the knee. Through this retrospective study of 14 arthrodesis of the knee stabilized by Ilizarov external fixator, we detail this technique, its advantages and limits.

Patients and Method: We present a retrospective study involving 14 arthrodesis of knee. This analysis concerned 6 men and 8 women. The mean age was 48 years (extremes 20 and 68 years). All the arthrodesis was fixed with a Ilizarov system. Our indications were ten sequels of septic knee arthritis, a three massive osseous destruction after extraction of total knee prosthesis for sepsis and once for knee instability on neurological poliomyelitic.

The clinical result was appreciated, at the most recent follow-up, by the study of the complaints, the stability, the walking, the shortening of the members and satisfaction of the patient. We also looked for the complications and the second recurrence of the infection.

Results: Our results were analyzed after a mean follow-up of 18 months. The average duration of the intervention was 2 hours and a half. The blood losses were small. The fixative system was tolerated by the patients. No case of relinquishment of the technique was noted. A case of superficial infection on brooch was observed and the evolution was favorable after local care. No case of deep infection or recurrence of the initial infection was noted. The consolidation was obtained for an average deadline of 4 months with extremes of 3 and 7 months. Radiological fusion was obtained in 93% of cases after 16 weeks.

At the most recent follow-up, knees were painless and stable in particular in monopodal support. The patients walked without help or assistant. The observed average shortening was 2.5 cm.

Discussion: The arthrodesis keeps choice place in the care of the aftereffects ostéoartrites and the revisions of sepsis on total prosthesis of the knee and in particular those with massive articular destruction. His purpose is to get a stable and painless knee and the price is a limited embarrassment.

We think that the long-term result of a good knee arthrodesis is better than that of a revision pushed to its limits. Several techniques of fixation were proposed. The Ilizarov external fixator allows a fixation, at once, solid and dynamic in compression, avoid the rotators movements and authorize a total and a fast put at load on the foot and the walking. It appears as a simple method that respects the technical imperatives of the arthrodesis of the knee and in particular in the septic cases.

I. INTRODUCTION

L'arthrodèse a prouvé sa valeur à travers les années comme un procédé usuel ou de sauvetage dans plusieurs affections du genou. Cette technique vieille, mais toujours d'actualité, a permis de résoudre pas mal de problèmes. Qu'il s'agit de séquelles d'ostéo-arthrites du genou, de sepsis sur prothèse avec grandes pertes de substance osseuse, d'instabilités majeures ou des séquelles de troubles neurologiques (en particulier poliomyélite), l'arthrodèse permet une issue non toujours de dernier recours et est souvent d'indication réfléchie et bien discutée. De nombreuses techniques ont été utilisées avec un taux de succès variable, deux groupes sont identifiés l'arthrodèse par moyens externes ou internes. Le fixateur externe circulaire d'Ilizarov grâce à sa modularité, son dynamisme et sa tolérance de l'infection, permet de résoudre beaucoup de problèmes posés par cette arthrodèse.

II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Il s'agit d'une étude rétrospective portant sur 14 arthrodèses de genou réalisées dans notre service entre 1998 et 2008, dix fois pour séquelles d'arthrite septique (Figures 1a et 2a), trois fois pour destructions osseuses massives au décours de l'ablation d'une prothèse totale du genou pour sepsis (Figure 3a) et une fois pour instabilité majeure sur genou poliomyélitique. Il s'agissait de 8 femmes et de 6 hommes. L'âge moyen était de 48 ans avec des extrêmes de 20 et 68 ans. Toutes les arthrodèses ont été montées par un fixateur externe circulaire type Ilizarov. Le montage standard était court, composé de deux anneaux fémoraux et de deux anneaux tibiaux reliés entre eux par des tiges filetées (Figure 1b). Le montage était long une fois et renforcé par des broches à olives 2 fois (Figure 2b). Des fiches trochantériennes ont été utilisées une fois. Une synovectomie a été réalisée chez tous les patients. Cette synovectomie était isolée chez 7 patients et associée à des coupes osseuses emportant le cartilage articulaire chez les 6 autres. L'appui total protégé par une paire de cannes béquilles a été autorisé et encouragé dès les premiers jours postopératoires. Une dynamisation a été effectuée avant l'ablation définitive du système, pendant une période de 15 à 21 jours. Le fixateur externe a été enlevé, en consultation externe sans anesthésie, après fusion de l'arthrodèse (Figure 1c et 2c), constatées sur des contrôles radiologiques successifs mensuels. Le résultat clinique a été apprécié, au recul, par l'étude des doléances, de la stabilité, de la marche, du raccourcissement des membres et de la satisfaction du patient. On a aussi recherché les complications et la récurrence de l'infection.

III. RÉSULTATS

Nos résultats ont été analysés à un recul moyen de 18 mois. La durée moyenne de l'intervention était de 2 heures et demi. Trois patients ont été installés sur table orthopédique ; ils s'agissaient de ceux ayant des séquelles de sepsis sur PTG. Les pertes sanguines étaient minimales et aucune transfusion n'a été nécessaire. Une antibio-

thérapie à large spectre, double, synergique et par voie parentérale a été instaurée chez tous les patients ayant un sepsis. Elle a été empirique au début puis adaptée en fonction de l'antibiogramme. La durée moyenne d'hospitalisation était de 5 jours.



Figure 1 : séquelles d'une arthrite septique du genou homme 44 ans

Figure 1: Sequels of septic knee arthritis

1a : Aspect radiologique de face et de profil. **1a:** Radiological aspect.

1b : Arthrodèse du genou par Ilizarov après résection des surfaces articulaires. **1b:** Arthrodesis of the knee by Ilizarov after resection of the articular surfaces

1c : Fusion après 3 mois. **1c:** Fusion 3 months after



Figure 2 : Séquelles d'une ostéoarthrite tuberculeuse
Figure 2: Sequels of tuberculosis knee
2a : Aspect radiologique de face et de profil montrant la destruction articulaire. 2a: Radiographs showing articular destruction de face et de profil
2b : Montage Ilizarov avec des Broches à olives croisées. 2b: Ilizarov assembly with crossed olives wire
2c : aspect radiologique de la fusion. 2c: Radiological fusion

Un cas d'infection superficielle sur broche a été observé et l'évolution a été favorable après des soins locaux. Aucun cas d'écoulement autour des fiches, d'infection profonde ou de récurrence de l'infection initiale n'a été noté. Le fixateur a été bien toléré par tous les patients et aucun cas d'abandon de la technique n'a été noté. Les deux premières semaines étaient les plus dures pour les patients à cause des douleurs aux orifices des broches et des difficultés à la marche, à cause des lourdeurs, des difficultés de positionnement et de l'encombrement du système. Un conflit de l'anneau proximal avec la peau a été noté chez deux femmes obèses. Une fracture supra-condylienne de fémur, au dessus du système, a été notée trois semaines après l'installation de l'Ilizarov chez une femme de 65 ans multi-opérée pour sepsis sur PTG. L'extension de l'Ilizarov vers le haut a été nécessaire. La consolidation a été obtenue dans un délai moyen de 4 mois avec des extrêmes de 3 et 7 mois ; la fusion radiologique a été obtenue à 16 semaines d'évolution. L'absence de fusion a été notée chez une patiente multi-opérée pour sepsis sur prothèse totale du genou et ayant une importante perte de substance osseuse (Figures 3a et 3b). Il persistait chez elle une discrète mobilité du foyer (Figure 3c).



Figure 3 : Descellement septique d'une prothèse totale du genou
Figure 3: Sepsis of total knee prosthesis
3a : Aspect radiologique du descellement de la prothèse de reprise
3a: Radiographs showing Loosening of the prosthesis
3b: Arthrodèse par Ilizarov: Montage court
3b: Arthrodesis with short ILIZAROV Assembly
3c : absence de fusion à 12 mois
3c: Absence of fusion in 12 months

Elle a repris une marche avec appui sous couvert d'une attelle amovible du genou. Elle n'a jamais coulé depuis. Les délais, de fusion, les plus longs ont été notés pour les cas de séquelles de sepsis sur PTG. Chez la patiente

avec fracture, la consolidation de la fracture et la fusion de l'arthrodèse ont été obtenues vers le 7^{ème} mois postopératoire. Le fixateur a été, par prudence, enlevé dans les deux semaines qui suivaient la constatation de la fusion, après desserrage de toutes les tiges intermédiaires. L'appui a été autorisé dans l'immédiat. Aucune immobilisation secondaire n'a été associée. Aucun retentissement sur les articulations sus et sous-jacentes à l'arthrodèse n'a été noté.

Au recul, les genoux étaient indolores et stables en particulier en appui monopodal. Les patients marchaient sans aide. Le raccourcissement moyen observé était de 2,5 cm ; pour les sepsis sur PTG, le raccourcissement était de 4,5 cm. Pour les cas d'infection, un tarissement complet de l'infection a été noté et aucune antibiothérapie n'a été nécessaire et les patients étaient satisfaits par le résultat qu'a donné l'arthrodèse. Pour le cas de séquelles de poliomyélite, le résultat était très satisfaisant surtout sur le plan fonctionnel avec ce sentiment de stabilité réelle qu'a donné l'arthrodèse.

IV. DISCUSSION

A l'ère de la prothèse totale du genou et de la conservation de la mobilité des articulations, plusieurs études traitent encore de l'arthrodèse du genou [1-13]. Elle est considérée comme un procédé de sauvetage et de dernier recours. Fréquemment, chirurgien et patient en ont la hantise et la font repousser au maximum au profit des arthroplasties. Nous pensons comme CONWAY et BARTON [2] que le résultat à long terme d'un genou bien arthrodésé est meilleur que celui d'une révision poussée à ses limites.

L'arthrodèse garde encore une place de choix dans les prises en charge des séquelles d'ostéoarthrites et les révisions des sepsis sur PTG et en particulier ceux avec destruction articulaire massive [2, 4, 7, 10, 14]. Les cas les plus récemment publiés concernent des sepsis sur PTG avec au moins une dépose-repose, des destructions osseuses importantes et une résistance de l'infection. Nos indications rejoignent ceux de la littérature [2, 7, 8, 10, 11, 13, 14].

Le but de l'arthrodèse est de procurer un genou stable et indolore au prix d'une gêne limitée. Elle permet l'amendement de l'infection par la synovectomie, la résection du tissu infecté et la stabilisation définitive de cette articulation en position de fonction [2, 4, 7].

Plusieurs techniques de fixation ont été proposées : clou centromédullaire [3, 4, 7, 9], plaques [1], fixateur externe isolé [15, 16] ou associé à des broches de Steinman [13]. Nous avons opté, comme MANZOTTI [5, 17], pour le fixateur externe circulaire type Ilizarov. Nous pensons que l'arthrodèse, quelque soit son indication et quelque soit l'état du genou, reste difficile à accepter et adopter par le chirurgien et par le patient. Il faut donner toutes les chances pour que la fusion se fasse dans des bonnes conditions et dans les meilleurs délais et éviter au patient des changements de technique opératoire ou de ré-hospitalisations pour des gestes complémentaires.

CHARNLEY [15] a été le pionnier de la fixation externe en matière d'arthrodèse du genou. Les études biomécaniques ont montré que son fixateur pouvait fournir des forces de compressions assez importantes mais ne permettait la fixation rigide que dans un seul plan de l'espace [15]. Le fixateur d'Ilizarov permet une fixation, à la fois, solide et dynamique en compression, évite les mouvements rotatoires et autorise une mise en charge précoce. La distraction progressive et la compression, qu'il autorise, améliorent la qualité de l'os qui se forme. Il s'agit d'un cadre circulaire, assurant une fixation rigide tridimensionnelle. Grâce à sa géométrie variable, le fixateur d'Ilizarov offre au chirurgien la capacité d'augmenter ou de diminuer la rigidité du matériel. Il apparaît comme une méthode simple et répond aux impératifs techniques de l'arthrodèse du genou et en particulier dans les cas septiques. En cas de perte de substance osseuse importante, fréquente dans les sepsis sur PTG, il permet d'associer un allongement progressif. Le montage utilisé est variable selon les auteurs : tibial long et fémoral court pour MANZOTTI [5, 17], court en fémoral et tibial dans notre série et celle de CALIF [15]. Actuellement nous utilisons un montage segmentaire long au niveau du fémur avec système de fiches trochantériennes identique à celui utilisé par MANZOTTI [5, 14, 17], mais au niveau du fémur. Ce montage donne plus de solidité au montage et évite les fractures du fémur surtout dans les séquelles de sepsis sur PTG où l'os est très fragile. Au niveau du tibia, quelque soit la longueur du montage, deux anneaux sont utilisés. Au niveau du fémur, on peut utiliser deux anneaux ou un anneau et un arceau. Nous avons associé des broches croisées au niveau du genou, elles n'ont pas montré une supériorité sur le plan temps de fusion osseuse. Par contre, l'adjonction des fiches filetéées donnait plus de solidité au montage et nous permettait de centrer le système autour du membre ce qui nous permettait de ne pas se soucier de ce centrage lors du passage des broches. Nous ne préparons pas nos montages en préopératoire, nous les conféctionnons sur place pour une meilleure adaptabilité et plus de liberté.

Sur le plan technique nous préférons, comme certains auteurs [5, 15, 17], installer nos patients sur table orthopédique ce qui permet d'aligner fémur et tibia dans l'espace, de faciliter le passage des broches, et de faire des contrôles scopiques ; cependant, les gestes intra-articulaires deviennent difficiles.

La synovectomie est nécessaire, elle peut être faite au même temps opératoire ou le précéder. Dans notre série, elle a été réalisée pour 7 patients de façon isolée et avant l'arthrodèse ; c'est souvent le cas dans les arthrites septiques multi opérées ou dans les séquelles de sepsis sur prothèse. Dans ces cas, la destruction du cartilage articulaire est tellement importante qu'on n'a pas besoin de faire des recoupes osseuses. L'avantage de cette technique est la possibilité de faire l'arthrodèse sans avoir à aviver les extrémités osseuses ni à aborder l'articulation. La fusion est assurée par la compression, la compression distraction et la dynamisation qu'autorise le fixateur d'Ilizarov. La manipulation des différentes tiges permet de

corriger les défauts d'axes : dans le plan frontal ou sagittal. La distraction permet d'allonger le membre, de décider et de prévoir le raccourcissement résiduel, élément souvent recherché, pour permettre le passage du pas.

En postopératoire, l'appui est autorisé précocement, mais il n'est possible réellement qu'après 3 à 4 semaines. C'est le temps nécessaire au patient pour accepter le système et pour que la douleur régresse. Les soins procurés sont minimes : nettoyage à l'alcool des différentes composantes du système et les soins des orifices des fiches au sérum et à la Bétadine.

Toute technique d'arthrodèse peut être à l'origine d'un certain nombre de complications spécifiques : fracture de stress avec l'utilisation des plaques, fractures de fémur ou du tibia avec l'utilisation de clou [4] et les infections avec les techniques internes [1, 15, 18-20]. Les complications de la technique avec Ilizarov sont l'infection sur orifices de broches : généralement sans conséquences et rapidement résolutive, l'intolérance au système et le conflit de la peau avec les anneaux qui peut être évité par l'utilisation des anneaux adaptés et plus larges [1, 15, 18, 19].

Le taux de fusion rapporté dans la littérature est de 80 à 100% [15]. Il était de 93% dans notre série et 100% dans celle de RIOUALLON [13]. La multiplicité des procédés de rattrapage et d'amélioration qu'offrent la technique (compression, compression-distraction, dynamisation, modification), rendent l'échec « absolu » rare, au prix d'un délai de fusion parfois très long. Ces délais sont de 7 mois en moyenne [13, 15], 11 mois pour les cas d'allongement associés [21]. DAVID et al. [18] relayait l'Ilizarov, 4 mois après, par un plâtre circulaire qu'il gardait pendant 2 mois. Nous pensons comme MANZOTTI [5, 17] qu'il faut profiter au maximum des possibilités qu'offre l'Ilizarov et ne l'enlever que quand il y a fusion. Le cas d'absence de fusion dans notre série est expliqué par une ablation précoce du matériel 4 mois ; la patiente était très plaintive. Nous pensons qu'il ne faut l'enlever qu'après une phase de dynamisation puis une phase de desserrage total du système intermédiaire.

Aucune greffe d'os spongieux n'a été réalisée dans notre série, ni rapporté dans la littérature, par opposition aux autres systèmes de fixation externe ou la greffe a été associée dans 20 à 40% des cas [5, 17].

Le raccourcissement résiduel obtenu, cherché par la majorité des auteurs est de l'ordre de 3 cm (1,5 à 5 cm) [14, 15, 18, 20, 21]. Ce raccourcissement permettait le passage du pas.

La technique offre par ailleurs, la possibilité d'un allongement simultané à l'arthrodèse, rapporté par ROZBRUCH [21] dans une série de quatre cas où le raccourcissement était de plus de 5 cm. Dans ce cas, le temps de fusion est beaucoup plus long.

V. CONCLUSION

Notre expérience de l'arthrodèse du genou montre que les séquelles de sepsis sur PTG deviennent actuellement la première indication. L'importance de la perte de substance osseuse et l'infection qui est souvent chronique

rendent l'utilisation d'un matériel interne est peu fiable. Le fixateur externe d'Ilizarov nous a permis de réussir la majorité de nos arthrodèses avec un délai moyen relativement court et un taux de complication faible.

VI. RÉFÉRENCES

- 1) Acquitter Y., Hulet C., Souquet D., Pierre A., Locker B., Vielpeau C. Arthrodèse du genou sous arthroscopie : à propos de 4 cas. *Rev Chir Orthop* 2004; 90:65-70.
- 2) Barton T.M., White S.P., Mintowt-Czyz W., Porteous A.J., Newman J.H. A comparison of patient based outcome following knee arthrodesis for failed total knee arthroplasty and revision knee arthroplasty. *The Knee* 2008; 15:98-100.
- 3) Crockarell J.R., Mihalko M.J. Knee Arthrodesis Using an Intramedullary Nail. *J Arthroplasty* 2005; 20:703-8.
- 4) Hinarejos P., Gine's A., Monllau J.C., Puig L., Caceres E. Fractures above and below a modular nail for knee arthrodesis: A case report. *The Knee* 2005; 1:231-3.
- 5) Manzotti A., Pullen C., Guerreschi F., Catagni M.A. The Ilizarov method for failed knee arthrodesis following septic TKR. *The Knee* 2001; 8:135-8.
- 6) Hernandez-Vaquero D., Suarez-Vazquez A. Knee arthrodesis with navigation: A new indication for computer-assisted surgery? A case report. *The Knee* 2007; 14:162-3.
- 7) Rao M.C., Richards O., Meyer C., Spencer Jones R. Knee stabilisation following infected knee arthroplasty with bone loss and extensor mechanism impairment using a modular cemented nail. *The Knee* 2009; 16:489-93.
- 8) Sim J.A., Lee B.K., Kwak J.H., Moon S.H. Knee arthrodesis in failed total knee arthroplasty With severe osteolysis and ipsilateral long-stem Total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 2009; 24:319-22.
- 9) Jung K.A., Lee S.C., Song M.B. Arthrodesis of the knee using computer navigation in failed total knee arthroplasty. *Orthopedics* 2009; 32:209.
- 10) Kinik H. Knee arthrodesis with Ilizarov's bone transport method for large infected periarticular defects: a report of three cases. *J Trauma* 2009; 67:213-9.
- 11) Letartre R., Combes A., Autissier G., Bonneville N., Gougeon F. Arthrodèse du genou par enclouage centromédullaire modulaire sur mesure. À propos d'une série continue de 19 patients. *Rev Chir Orthop* 2009; 95:625-33.
- 12) Parratte S., Madougou S., Villaba M., Stein A., Rochwerger A., Curvale G. Arthrodèse du genou par double fixateur externe monobarre en contexte infectieux. À propos d'une série de 18 cas avec un recul moyen de 7 ans. *Rev Chir Orthop* 2007; 93:373-80.
- 13) Riouallon G., Molina V., Mansour C., Court C., Nordin J.Y. An original knee arthrodesis technique combining external fixator with Steinman pins direct fixation. *Orthop Traumatol Surg Res* 2009; 95:272-7.
- 14) Salem K.H., Keppler P., Kinzl L., Schmelz A. Hybrid external fixation for arthrodesis in knee sepsis. *Clin Orthop Relat Res* 2006; 451:113-20.
- 15) Calif E., Stein H., Lerner A. The Ilizarov external fixation frame in compression arthrodesis of large, weight bearing joints. *Acta Orthop Belg* 2004; 70:51-6.
- 16) Yeoh D., Goddard R., Macnamara P., Bowman N., Miles K., East D. A comparison of two techniques for knee arthrodesis: the custom made intramedullary Mayday nail versus a monoaxial external fixator. *The Knee* 2008; 15:263-7.
- 17) Manzotti A., Pullen C., Deromedis B., Catagni M.A. Knee arthrodesis after infected total knee arthroplasty using the Ilizarov method. *Clin Orthop Relat Res* 2001; 389:143-9.
- 18) David R., Shtarker H., Horesh Z., Tsur A., Soudry M. Arthrodesis with the Ilizarov device after failed knee arthroplasty. *Orthopedics* 2001; 24:33-6.
- 19) Oostenbroek H.J., Van Roermund P.M. Arthrodesis of the knee after an infected arthroplasty using the Ilizarov method. *J Bone Joint Surg* 2001; 83B:50-4.
- 20) Salem K.H., Kinzl L., Schmelz A. Circular external fixation in knee arthrodesis following septic trauma sequelae: preliminary report. *J Knee Surg* 2006; 19:99-104.
- 21) Rozbruch S.R., Ilizarov S., Blyakher A. Knee arthrodesis with simultaneous lengthening using the Ilizarov method. *J Orthop Trauma* 2005; 19:171-9.

