

Fixation externe au poignet et à la main

External fixation at the wrist and hand

F. Schuind, W. El Kazzi, K. Cermak, M. Donkerwolcke et F. Burny

Service d'Orthopédie-Traumatologie, Cliniques Universitaires de Bruxelles, hôpital Erasme

RESUME

Au poignet, le fixateur externe radio-métacarpien en distraction est une excellente technique d'ostéosynthèse des fractures de l'extrémité distale du radius, en particulier des fractures articulaires comminutives. L'alternative est la plaque verrouillée palmaire, une technique plus difficile. Les éléments factuels publiés ne permettent pas de conclure à la supériorité éventuelle d'une méthode sur l'autre. Les autres principales indications possibles de la fixation externe au poignet sont les fractures comminutives de la base du premier métacarpien, les ostéotomies du radius distal, et les arthrodèses du poignet. A la main, la minifixation externe, excellente technique d'ostéosynthèse, offre une bonne stabilisation de la fracture permettant la remobilisation active précoce des doigts. La technique est particulièrement indiquée pour le traitement des traumatismes ouverts et pour les allongements ; nous utilisons également le minifixateur externe pour l'ostéosynthèse de fractures fermées, ou en cas d'arthrodèse ou de cure de pseudarthrose, et pour maintenir la longueur de la colonne du pouce après trapézectomie pour arthrose.

Rev Med Brux 2011 ; 32 : S 71-5

ABSTRACT

Distraction radio-metacarpal external fixation is an excellent technique for the osteosynthesis of distal radius fractures, in particular of comminuted articular fractures. The alternative is the locked palmar plate, a more demanding technique. The published literature does not allow concluding if one method is better than the other. The other main possible indications of external fixation at the wrist are comminuted fractures of the base of the thumb metacarpal, distal radius osteotomies, and wrist arthrodeses. At the hand, external minifixation is an excellent technique of osteosynthesis. Stable bone fixation is obtained, allowing early active mobilization of the fingers. The technique is especially indicated to treat open lesions or to perform lengthening, but we use also external minifixation to treat closed fractures, to perform arthrodesis or to cure non-unions, and to maintain the length of the thumb after trapeziectomy for osteoarthritis.

Rev Med Brux 2011 ; 32 : S71-5

Key words : external fixation, external minifixation, distal radius fractures, hand fractures.

FRACTURES DE L'EXTREMITÉ DISTALE DU RADIUS AU POIGNET

L'usage de la fixation externe au poignet est relativement récent. A la fin des années 1970, deux équipes proposent simultanément l'ostéosynthèse en distraction des fractures du radius distal par fixateur externe radio-métacarpien, Jacques Vidal en France¹ et Franz Burny en Belgique². Le principe est d'appliquer pendant la durée de consolidation fracturaire une traction continue sur les structures capsulo-ligamentaires préservées, maintenant la réduction obtenue par manœuvres externes. Vidal a nommé cette méthode « taxis ligamenaire » ou « ligamentotaxis »¹. La technique permet d'obtenir une très bonne réduction, voire une réduction anatomique, même de fractures extrêmement comminutives (fig. 1). On considère habituellement que c'est la traction exercée sur les structures capsulo-ligamentaires préservées qui permet de réduire les fragments articulaires donnant insertion à une structure ligamentaire. Cependant, les ligaments extrinsèques du poignet ont une orientation oblique, ne s'insèrent pas sur toute la périphérie de l'extrémité distale du radius et, en cas de fracture, sont souvent lésés. Nous avons émis l'hypothèse que lors de la manœuvre de réduction de la fracture, la distraction occasionne une diminution significative de la pression intraarticulaire,

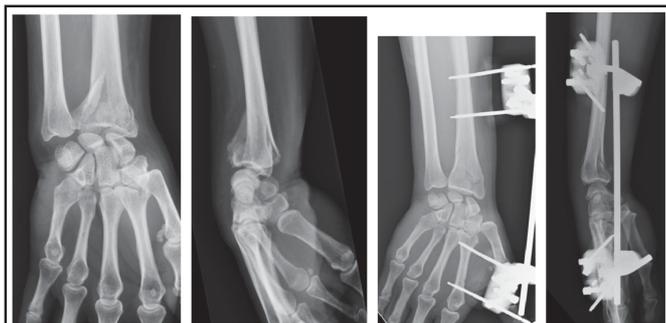


Figure 1 : Traitement par fixateur externe radio-métacarpien Hoffmann II d'une fracture articulaire comminutive fermée de l'extrémité distale du radius.

repositionnant les petits fragments articulaires par suction. Dans ce contexte, des mesures de pression articulaire ont été réalisées chez dix patients présentant une fracture de l'extrémité distale du radius et traités par fixateur externe radio-métacarpien : nous avons pu confirmer que la distraction transarticulaire entraîne une diminution très importante des pressions articulaires, susceptible de contribuer à la réduction d'une fracture récente³.

Série clinique

Plus de 1200 patients ont été opérés dans le Service d'Orthopédie-Traumatologie des Cliniques Universitaires de Bruxelles, hôpital Erasme. Une série prospective, comprenant les 225 premiers cas, a été publiée en 1989⁴. Les indications de la fixation externe étaient une fracture complexe de l'extrémité distale du radius (50 %), un échec du traitement non opératoire (60 %), une fracture ouverte (8 %), une fracture du radius distal dans le contexte d'un polytraumatisme (8 %) et/ou une circonstance de fracture bilatérale (7 %). Le fixateur externe de Hoffmann avait été utilisé dans tous les cas, avec deux fiches Apex[®] de 3mm implantées au niveau du tiers moyen du radius, à orientation postérolatérale, et deux fiches identiques avec la même orientation, implantées au niveau de la diaphyse du deuxième métacarpien. Un montage simple en demi-cadre était suffisant pour maintenir le poignet en position de réduction, habituellement avec une certaine flexion palmaire et inclinaison ulnaire (fig. 1). Après trois semaines, la distraction était relâchée et le poignet redressé. Le fixateur externe était laissé en place jusqu'à consolidation précoce de la fracture, en moyenne pendant 49 jours. Au terme du suivi, la réduction avait été jugée anatomique ou bonne dans 93.5 % des cas. Nous avons relevé diverses complications : enraidissement modéré des doigts (7 %), algodystrophie (CRPS) sévère (0.5 %), et syndrome du tunnel carpien (2.6 %). Il n'y avait eu aucun cas de rupture tendineuse, d'ostéomyélite ni de retard ou d'absence de consolidation fracturaire. Les complications de la fixation externe comprenaient quelques cas de fracture de métacarpiens ostéoporotiques (1.6 %), de névrome de la branche sensitive dorsale du nerf radial lié à une implantation trop distale des fiches radiales (2.1 %), et de déplacement secondaire avec perte de réduction (2.1 %). Des réactions aux fiches avaient été notées dans 12.8 % des cas, toujours résolutive après soins locaux et souvent antibiothérapie orale. Aucun fixateur n'a été enlevé pour raison infectieuse.

Discussion

Les déplacements secondaires des fractures de l'extrémité distale du radius sont fréquents après traitement conventionnel par réduction et immobilisation plâtrée ; même des fractures initialement non déplacées peuvent se déplacer sous plâtre⁵⁻⁸. Le cal vicieux est souvent mal toléré, en particulier le raccourcissement du radius entraînant d'une part un conflit ulno-carpien par allongement relatif de l'ulna, d'autre part des problèmes radio-ulnaires distaux⁹. La persistance d'une marche d'escalier articulaire radio-carpienne de 2mm ou plus est à l'origine d'une arthrose¹⁰, parfois cependant bien tolérée¹¹. Pour ces raisons, sauf chez le vieillard aux demandes fonctionnelles réduites, la majorité des fractures de l'extrémité distale du radius font désormais l'objet d'une ostéosynthèse. Pour les fractures extra-articulaires (de type A selon la classification AO), la plupart des techniques d'ostéosynthèse donnent de bons résultats : brochage, intra-focal ou non, plaque conventionnelle ou verrouillée, fixation externe radio-radiale ou radio-métacarpienne, voire même enclouage centromédullaire. Cependant les plaques dorsales sont pratiquement abandonnées, car à l'origine de complications tendineuses. L'embrochage intra-focal de Kapandji est moins populaire qu'il ne l'a été, du fait de complications spécifiques : synovite ou rupture de l'Extenseur long du pouce, risque d'hypo- ou surtout d'hyper-réduction (la réduction moyenne étant dans les séries publiées acceptable). Il y a un consensus général pour traiter les fractures marginales palmaires (dites de Barton palmaires) par plaque console antérieure, verrouillée ou non.

Pour le traitement des fractures articulaires comminutives fermées de l'extrémité distale du radius, seules deux techniques sont acceptables, le fixateur externe radio-métacarpien et la plaque verrouillée préformée palmaire ; le taux de complications et de réductions insuffisantes des autres techniques (embrochage, plaque dorsale, plaque non verrouillée) est en effet inacceptable (jusqu'à 50 %). Le fixateur externe radio-métacarpien est la technique la plus simple. Cette méthode élégante est particulièrement indiquée en cas de fracture extrêmement comminutive, traitée dans les premières heures ou jours après l'accident, en cas de fracture ouverte, en cas de lésion associée de l'avant-bras et/ou de la main, ou en cas de fracture de l'extrémité distale du radius chez un patient polytraumatisé. Les inconvénients sont les réactions cutanées et exceptionnellement osseuses aux fiches, une réduction qui n'est pas toujours parfaitement anatomique, et l'immobilisation pendant six à huit semaines (jusqu'à consolidation osseuse précoce) du poignet, violant un des principes de traitement de toute fracture articulaire, la remobilisation précoce sous ostéosynthèse stable.

Contrairement à la plaque conventionnelle utilisant la friction, la plaque verrouillée aux vis et/ou chevilles vissées à l'implant principal offre une grande stabilité. L'implant est dès lors susceptible de maintenir, même en cas d'ostéoporose importante, la réduction de fractures simples ou même comminutives de l'extrémité distale du radius. Les inconvénients sont la nécessité d'un abord chirurgical, la désinsertion habituellement nécessaire du tendon Brachioradial (sans apparemment de conséquences fonctionnelles), et la dévascularisation des fragments lors de la réduction sanglante de la fracture, qui pourrait être à l'origine de retards de consolidation. La technique nécessite une grande précision chirurgicale, sinon des complications sérieuses (jusqu'à 27 % selon les séries publiées) sont à craindre : rupture des tendons extenseurs en cas de vis distales bi-corticales, synovite des tendons fléchisseurs avec syndrome du tunnel carpien et parfois rupture du Fléchisseur long du pouce (en cas d'implantation trop distale de quelques millimètres de la plaque), perte de réduction, etc. Une ré-intervention pour ablation de la plaque est fréquemment – ou selon certains auteurs systématiquement – nécessaire après quelques mois^{12,13}.

Il est difficile de déterminer quelle est la meilleure méthode, la mode actuelle – promue par l'industrie – étant l'ostéosynthèse par plaque verrouillée palmaire. La littérature est pauvre en éléments factuels. Paksima et al. publient en 2004 une méta-analyse, basée sur 31 articles, et recommandent la fixation externe¹⁴. Margaliot *et al.* comparent, en 2005, 916 fixateurs externes à 603 plaques vissées (non verrouillées) et ne peuvent départager les deux méthodes¹⁵. Dans la première méta-analyse de la Cochrane, aucune des deux méthodes n'apparaît supérieure à l'autre¹⁶. Kreder *et al.* comparent en 2005 deux groupes, l'un avec réduction à foyer ouvert avec habituellement plaque vissée, l'autre à foyer fermé avec, dans la plupart des cas, fixation externe augmentée de broches de Kirschner¹⁷. Les résultats fonctionnels furent meilleurs à un et à deux ans après réduction à foyer fermé (et le plus souvent fixation externe), pour autant qu'une bonne réduction ait été obtenue. Les auteurs recommandent de choisir la fixation externe ; en cas de réduction insuffisante, de réaliser alors une reprise, avec ostéosynthèse par plaque vissée. En 2008, Leung *et al.* comparent l'ostéosynthèse par plaque conventionnelle dorsale ou palmaire à la fixation externe augmentée de broches de Kirschner et rapportent de meilleurs résultats et moins d'arthrose après ostéosynthèse par plaque ; les auteurs pratiquent l'ablation systématique des plaques dorsales à six mois¹⁸. Egol *et al.* comparent, en 2008, la

plaque verrouillée palmaire à la fixation externe augmentée. Malgré la randomisation, le groupe fixation externe comprenait plus de fractures comminutives. Les amplitudes articulaires étaient de quelques degrés supérieures (sans signification clinique) à un an après plaque verrouillée palmaire, mais il n'y avait pas de différence en termes de qualité de réduction ou de force de poigne. Les auteurs rapportent plus de ré-opérations dans le groupe plaque verrouillée¹⁹. Wei *et al.* comparent en 2009 l'ostéosynthèse par plaque palmaire ou radiale à la fixation externe augmentée. Ils observent un DASH²⁰ significativement meilleur à trois mois après ostéosynthèse par plaque vissée. A six et douze mois, les résultats radiologiques et cliniques sont excellents après les deux techniques, sans différence significative en termes de force de poigne, d'amplitudes articulaires ou de restauration anatomique²¹. Nous avons réalisé une étude prospective comparant deux séries de 25 patients, opérés d'une part à Courtaî par plaque verrouillée palmaire, d'autre part à Erasme par fixateur externe radio-métacarpien, appariés par sexe, groupe d'âge et type fracturaire²². La réduction obtenue était légèrement meilleure après plaque verrouillée, en particulier pour ce qui concerne la restauration de l'antéversion du radius distal. Les résultats fonctionnels étaient similaires, avec cependant une force de poigne légèrement supérieure à un an après plaque verrouillée. Le DASH était également nettement meilleur après ostéosynthèse interne. Cette étude présente un biais important, en ce sens que les patients n'ont pas été opérés dans le même centre. La revue de la littérature et notre essai prospectif ne permettant donc pas de déterminer quelle est la meilleure technique, nous continuons à Erasme de privilégier la fixation externe, une technique simple et efficace, bien maîtrisée par les assistants en formation. Cependant nous réalisons chez les patients jeunes, s'il y a le moindre doute concernant la qualité de la réduction, un CT-scan postopératoire ; si la réduction s'avère insuffisante, nous préconisons la reprise avec plaque verrouillée palmaire, en opérant sur os déjà bien réduit, longueur du radius regagnée - gardant le plus souvent le fixateur externe (fig. 2).

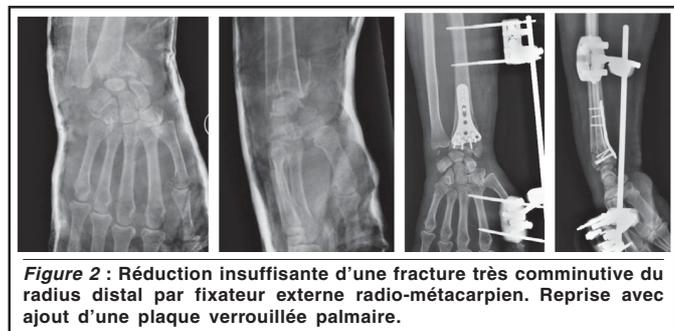


Figure 2 : Réduction insuffisante d'une fracture très comminutive du radius distal par fixateur externe radio-métacarpien. Reprise avec ajout d'une plaque verrouillée palmaire.

Autres indications de la fixation externe au poignet

Le fixateur externe radio-métacarpien est la technique optimale pour l'immobilisation des traumatismes complexes ouverts du carpe. Si les lésions le permettent, le patient peut mobiliser immédiatement les doigts avec un poignet parfaitement stabilisé. Les fractures de l'extrémité distale de l'ulna peuvent être aisément traitées par un petit fixateur externe. Le fixateur externe permet également de maintenir une distraction carpo-métacarpienne, pour le traitement des fractures et des luxations ; nous avons à ce sujet publié notre expérience du fixateur externe en triangle pour le traitement des fractures comminutives de la base du premier métacarpien (dites de « Rolando »)²³. Le fixateur externe radio-radial est une excellente technique pour l'ostéotomie du radius distal ; l'implantation des fiches avec l'angulation

basée sur les calques pré-opératoires rend la technique particulièrement facile et élégante²⁴. Nous avons proposé également le fixateur externe pour les arthrodèses totales²⁵ ou partielles du poignet ; pour les arthrodèses partielles, le fixateur externe permet de maintenir ou de restaurer la hauteur du carpe ; pour l'arthrodèse totale, l'absence de volumineuse plaque dorsale permet d'éviter les problèmes tendineux habituels après ostéosynthèse dorsale d'apposition ; par ailleurs, le fixateur externe permet de positionner le poignet dans la position optimale d'arthrodèse. Le fixateur externe est également une excellente technique pour l'arthrodèse raccourcissante du poignet (spasticité, Volkmann). Dans la maladie de Kienböck, le fixateur externe radio-métacarpien en distraction permet de décharger le carpe, lors de la revascularisation du lunatum nécrotique ; dans d'autres cas d'ostéonécrose du lunatum, il est possible de pratiquer après lunarectomie l'allongement progressif du capitatum par minifixateur externe d'allongement (technique de Graner modifiée)²⁶. Enfin, le fixateur externe permet de maintenir la longueur squelettique en cas de reconstruction complexe (situation post-traumatique ou post-résection de tumeur). Occasionnellement, un minifixateur externe est utilisé pour l'ostéosynthèse d'un os du carpe ou pour arthrodèse trapézo-métacarpienne (fig. 3).

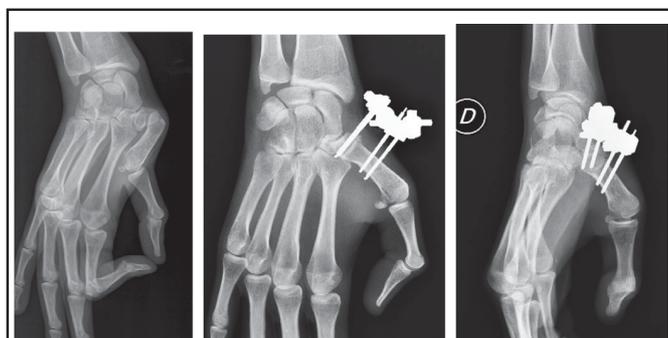


Figure 3 : Arthrodèse trapézo-métacarpienne à l'aide d'un minifixateur externe chez une patiente souffrant d'un syndrome de Marfan.

MINIFIXATION EXTERNE A LA MAIN

Le développement de la minifixation externe par Henri Jaquet remonte aux années 1975-1976. Les fractures de la main doivent être traitées dans le respect de quatre principes cardinaux : réduction anatomique, immobilisation dans la position de protection ou, si possible, remobilisation immédiate, et prévention de l'algodystrophie. On peut éventuellement tolérer une réduction non anatomique à la base du premier métacarpien ou au col du cinquième métacarpien, vu la compensation possible par les importantes amplitudes articulaires de voisinage. Ailleurs, et en particulier au niveau des phalanges proximale et moyenne, la réduction doit être anatomique. De nombreuses études ont démontré l'effet délétère de l'immobilisation, même de quelques semaines. Pour permettre une remobilisation rapide, il faut une ostéosynthèse stable, qui peut être réalisée par technique d'apposition (le plus souvent par vis isolées – les plaques vissées faisant chevalet sous l'appareil extenseur sont mal tolérées) ou par minifixateur externe. La minifixation externe est bien entendu la meilleure technique pour le traitement des fractures ouvertes et des pseudarthroses infectées ; la méthode est également très satisfaisante pour le traitement des fractures diaphysaires fermées des métacarpiens et des phalanges.

Serie clinique

Nous avons publié en 1990 une série prospective

portant sur 516 cas de minifixateurs externes²⁷. L'indication était une fracture dans 77.2 % des cas (fermée, 55.6 % ; ouverte, 21.6 %). Un montage trans-articulaire avait été réalisé dans 47.8 % des cas (fig. 4). La durée moyenne de fixation externe était de 40.4 jours. La consolidation osseuse avait été obtenue dans 95.3 % des cas, sans refracture. Malgré 5.5 % d'algodystrophie (CRPS), les résultats fonctionnels étaient bons ou excellents dans 96.4 %.



Figure 4 : Traitement par minifixateur externe transarticulaire métacarpo-phalangien d'une fracture comminutive de la tête du cinquième métacarpien. Possibilités de mobilisation active de l'auriculaire, minifixateur externe Hoffmann II en place.

Discussion

La minifixation externe est une excellente technique d'ostéosynthèse à la main, qui nécessite cependant une bonne organisation hospitalière car le matériel est onéreux. La technique est particulièrement indiquée pour le traitement des traumatismes ouverts et pour les allongements ; nous utilisons également le minifixateur externe pour l'ostéosynthèse de fractures fermées (fig. 4), ou en cas d'arthrodèse ou de cure de pseudarthrose, et pour maintenir la longueur de la colonne du pouce après trapézectomie pour arthrose (montage en demi-cadre premier – deuxième métacarpiens avec mobilisation précoce des doigts – fig. 5)²⁸. Les fractures déplacées du col du cinquième métacarpien sont le plus souvent traitées par embrochage en « bouquet » depuis la base de l'os (technique de Foucher).



Figure 5 : Usage du minifixateur externe pour maintenir la longueur du pouce après trapézectomie.

BIBLIOGRAPHIE

- Vidal J, Buscayret C, Fischbach C, Brakin B, Paran M, Escare P : Une méthode originale dans le traitement des fractures comminutives de l'extrémité inférieure du radius : le taxis ligamentaire. *Acta Orthop Belg* 1977 ; 43 : 781-9
- Rasquin C, Burny F, Andrienne Y, Quintin J : Traitement des fractures du poignet par fixateur externe. *Acta Orthop Belg* 1979 ; 45 : 678-83

- Schuind FA, Cantraine FR, Fabeck L, Burny F : Radiocarpal articular pressures during the reduction of distal radius fractures. *J Orthop Trauma*. 1997 ; 11 : 295-9
- Schuind F, Donkerwolcke M, Rasquin C, Burny F : External fixation of fractures of the distal radius: a study of 225 cases. *J Hand Surg (Am)* 1989 ; 14 (Pt 2) : 404-7
- Gartland JJ, Werley CW : Evaluation of healed Colles' fractures. *J Bone Joint Surg* 1951 (Am) ; 33 : 895-907
- Lafontaine M, Hardy D, Delincé P : Stability assessment of distal radius fractures. *Injury* 1989 ; 20 : 208-10
- Leone J, Bhandari M, Adili A, McKenzie S, Moro JK, Dunlop RB : Predictors of early and late instability following conservative treatment of extra-articular distal radius fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 2004 ; 124 : 38-41
- Nesbitt KS, Failla JM, Les C : Assessment of instability factors in adult distal radius fractures. *J Hand Surg (Am)* 2004 ; 29 : 1128-38
- Aro HT, Koivunen T : Minor axial shortening of the radius affects outcome of Colles' fracture treatment. *J Hand Surg (Am)* 1991 ; 16 : 392-8
- Knirk JL, Jupiter JB : Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults. *J Bone Joint Surg (Am)* 1986 ; 68 : 647-59
- Catalano LW, Cole RJ, Gelberman RH, Evanoff BA, Gilula LA, Borrelli J : Displaced intra-articular fractures of the distal aspect of the radius. Long-term results in young adults after open reduction and internal fixation. *J Bone Joint Surg (Am)* 1997 ; 79 : 1290-302
- Arora R, Gabl M, Gschwentner M, Deml C, Krappinger D, Lutz M : A comparative study of clinical and radiologic outcomes of unstable Colles type distal radius fractures in patients older than 70 years : nonoperative treatment versus volar locking plating. *J Orthop Trauma* 2009 ; 23 : 237-42
- Rampoldi M, Marsico S : Complications of volar plating of distal radius fractures. *Acta Orthop Belg* 2007 ; 73 : 714-9
- Paksima N, Panchal A, Posner MA, Green SM, Mehiman CT, Hiebert R : A meta-analysis of the literature on distal radius fractures: review of 615 articles. *Bull Hosp Jt Dis* 2004 ; 62 : 40-6
- Margaliot Z, Haase SC, Kotsis SV, Kim HM, Chung KC : A meta-analysis of outcomes of external fixation versus plate osteosynthesis for unstable distal radius fractures. *J Hand Surg (Am)* 2005 ; 30 : 1185-99
- Handoll HH, Madhok R : Surgical interventions for treating distal radial fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2003 ; : CD003209
- Kreder HJ, Hanel DP, Agel J, McKee M, Schemitsch EH, Trumble TE, Stephen D : Indirect reduction and percutaneous fixation versus open reduction and internal fixation for displaced intra-articular fractures of the distal radius: a randomised, controlled trial. *J Bone Joint Surg (Br)* 2005 ; 87 : 829-36
- Leung F, Tu YK, Chew WY, Chow SP : Comparison of external and percutaneous pin fixation with plate fixation for intra-articular distal radial fractures. A randomized study. *J Bone Joint Surg (Am)* 2008 ; 90 : 16-22
- Egol K, Walsh M, Tejwani N, McLaurin T, Wynn C, Paksima N : Bridging external fixation and supplementary Kirschner-wire fixation versus volar locked plating for unstable fractures of the distal radius: a randomised, prospective trial. *J Bone Joint Surg (Br)* 2008 ; 90 : 1214-21
- Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C : Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand). *Am J Ind Med* 1996 ; 29 : 602-8
- Wei DH, Raizman NM, Bottino CJ, Jobin CM, Strauch RJ, Rosenwasser MP : Unstable distal radial fractures treated with external fixation, a radial column plate, or a volar plate. A prospective randomized trial. *J Bone Joint Surg (Am)* 2009 ; 91 : 1568-77
- Libbrecht K, Schuind F, Vanhaecke J, Pottel H, Moest E, Putzeys G, El Kazzi E, Stockmans F : Prospective study comparing external fixation and volar locking plating of distal radius fractures. Oral presentation at AAOS congress, 2010
- Schuind F, Noorbergen M, Andrienne Y, Burny F : Comminuted fractures of the base of the first metacarpal treated by distraction-external fixation. *J Orthop Trauma* 1988 ; 2 : 314-21
- Baillon R, Gris M, Tollet P, Schuind F, Burny F : Ostéotomie correctrice pour cal vicieux extra-articulaire du radius distal ostéosynthésée par fixateur externe Hoffmann II. *Acta Orthop Belg* 2001 ; 67 : 500-4

25. El Kazzi W, Robert C, Mouraux D, Feipel V, Burny F, Schuind F :
Arthrodesis of the wrist with bone autograft and Hoffmann external
fixation. J Hand Surg, in press 2011
26. Schuind F, Eslami S, Ledoux P : Kienböck's disease.
J Bone Joint Surg (Br) 2008 ; 90 : 133-9
27. Schuind F, Burny F : New techniques of osteosynthesis of the hand.
Principles, clinical applications and biomechanics with special reference
to external minifixation. Karger, Basel, 1990
28. De Kesel R, Burny F, Schuind F : Mini external fixation for hand fractures
and dislocations : the current state of the art.
Hand Clin 2006 ; 22 : 307-15

Correspondance et tirés à part :

F. SCHUIND
Service d'Orthopédie-Traumatologie,
Cliniques Universitaires de Bruxelles,
Hôpital Erasme,
Route de Lennik 808
1070 Bruxelles
E-mail : frederic.schuind@erasme.ulb.ac.be

Travail reçu le 1^{er} août 2011 ; accepté dans sa version définitive le
1^{er} septembre 2011.