

# CONSIDÉRATIONS À PROPOS DU TRAITEMENT DES PSEUDARTHROSES DE L'HUMÉRUS

par J. M. BEGUIN\*, P. PLENEVAUX\* et G. POILVACHE\*

**La fracture diaphysaire d'humérus se solde par une pseudarthrose dans moins de 10% des cas, quelle que soit la technique utilisée.**

**Le traitement doit faire appel à une technique différente de celle utilisée en première intention.**

**Dans les pseudarthroses médiadiaphysaires intéressant une fracture à trait transversal ou oblique court, le bourrage médullaire par un faisceau de clous de Hackethal ou par un clou de Küntscher suffit. Dans les formes où le trait de fracture est une longue oblique, spiroïde, pluri-fragmentaire ou s'écarte du sablier médio-diaphysaire, le verrouillage d'un clou centro-médullaire modifié est recommandé.**

**Keywords :** fracture ; humerus ; nonunion ; intramedullary nailing.

**Mots-clés :** fracture ; humérus ; pseudarthrose ; enclouage centromédullaire.

## SUMMARY

*J. M. BEGUIN, P. PLENEVAUX and G. POILVACHE. Considerations concerning the treatment of humeral pseudarthroses.*

A humeral shaft fracture results in a nonunion in less than 10% of cases, regardless of the technique used. The treatment of such cases must be different from the initial treatment. In a pseudarthrosis of the medial shaft of the humerus with a transverse or short oblique line, a suitable procedure is medullary filling with Hackethal nails or a Küntscher nail. If the fracture line is long and oblique, spiral, fragmented or distant from the narrow part of the humeral shaft, a modified interlocking intermedullary nail is recommended.

## SAMENVATTING

*J. M. BEGUIN, P. PLENEVAUX en G. POILVACHE. Over de behandeling van de humerus-pseudarthrose.*

De fracturen van de humerusdiaphysen evolueren, in minder dan 10% van de gevallen naar een pseudarthrose en dit geldt voor alle behandelingstechnieken. Bij het benaderen van een pseudarthrose moet een andere chirurgische techniek gebruikt worden dan de primaire. Bij mediadiaphysaire pseudarthrose met een dwarse of korte schuine fractuurlijn, volstaat de centro-médullaire verpenning volgens Hackethal of met een Küntschernagel. Voor een lange spiraalvormige, een multifragmentaire of een dwarse fractuur, gelegen buiten het smal medullair kanaal, komt een grendelpen in aanmerking.

## INTRODUCTION

Devant le choix du traitement de la fracture d'humérus, l'option *orthopédique* (tabl. I) avec ses différentes modalités reste d'actualité, compte tenu des résultats enregistrés. La consolidation osseuse est acquise de manière habituelle (5, 7, 26) malgré parfois une réduction approximative, voire un défaut d'axe, les cals vicieux inférieurs à 20° étant

\* Institut des Deux Alice, Département Orthopédie-Traumatologie, Bruxelles (Belgique).

en général bien tolérés sur le plan clinique (2, 17, 20). Elle se complique cependant d'un pourcentage non négligeable de raideur articulaire intéressant l'épaule et le coude.

Le traitement *chirurgical* (tabl. I) permet de garantir un alignement correct de la fracture, d'assurer une meilleure stabilité de celle-ci et, dès lors de favoriser une mobilisation plus précoce ce qui doit avoir pour effet de diminuer la raideur articulaire de l'épaule.

Les complications habituellement rencontrées sont la pseudarthrose et la paralysie radiale.

En ce qui concerne la pseudarthrose, l'étude de la littérature nous apprend que le pourcentage est relativement constant selon les séries (tabl. II). Healey relève un pourcentage allant de 0 à 8% pour le traitement orthopédique et de 0 à 13% pour le traitement chirurgical. Beck, dans une série viennoise, ne déplore aucune pseudarthrose sur 300 fractures traitées orthopédiquement, tandis que André *et al.*, sur une série de 126 fractures

traitées de manière conservatrice à l'Hôpital Cochin, ainsi qu'aux hôpitaux de Villeneuve Saint Georges et de Montfermeil en déplorent 6,3%.

Tableau I. — Propositions thérapeutiques pour la fracture de l'humérus relevées dans la littérature

Traitement orthopédique Dujarier avec attelle plâtrée directionnelle Plâtre pendant (CALDWELL) Plâtre thoraco-brachial Extension continue par broche transolécrânienne Appareillage de SARMIENTO	
Traitement chirurgical Cerclage Vissage Plaque simple (Shermann, Egger) Plaque à compression Greffe cortico-spongieuse vissée Enclouage centro-médullaire par clou de Küntscher, Clou de Rush ou Ender Embrochage fasciculé de Hackethal Fixateur externe	

Tableau II. — Étude comparative de la littérature rapportant les pseudarthroses observées dans des séries homogènes de fractures de l'humérus et traitées par méthode orthopédique ou chirurgicale

Méthode	Auteur	Nombre de Fract Humérus	Nombre de Pseudarthrose	
<b>1. Orthopédique</b> <i>Plâtre pendant</i>	Stewart & Hundley (1955) (2)	107	2	
	Kennedy & Wyatt (1957) (19)	78	1	
	Klenerman (1966) (20)	87	10	
	Beck (1973) (4)	300	0	
	de Mourgues (1975) (10)	107	4	
	Babin (1978) (3)	74	3	
	Abdel Fattah (1982) (1)	312	18	
	André (1984) (2)	126	8	
<b>2. Chirurgicale</b> <i>E. intra médullaire</i>	Van der Ghinst (1974) (30)	54	2	
	Champetier (1975) (8)	11	1	
	Letoublon (1976) (2)	46	1	
	Putz <i>et al.</i> (1984) (23)	106	4	
	André (Fasciculé) (1984) (2)	29	8	
	(ECM)	38	3	
	Hall (Ender) (1987) (15)	89	1	
	<i>Fixateur externe</i> <i>Plaque vissée</i>	Burny (1979) (6)	62	3
		André (1984) (2)	50	3
		Vander Griend (1986) (31)	36	1-
Reignier (1987) (27)		36	3	

Si l'on se penche sur les résultats des différentes techniques chirurgicales, il apparaît que le tribut payé par chacune d'elles est pratiquement similaire qu'il s'agisse d'enclouage intra-médullaire, de plaque vissée ou de fixateur externe.

Pour certains (2, 23, 30), la préférence pour le traitement des fractures du tiers supérieur et du tiers moyen doit aller à la synthèse intra-médullaire et notamment pour les fractures transversales, en sachant que l'enclouage centro-médullaire par clou de Küntscher fait courir le risque de la raideur de l'épaule tandis que l'enclouage fasciculé de Hackethal augmente le risque de pseudarthrose. Les fractures du tiers inférieur, instables, doivent préférentiellement faire l'objet d'une synthèse par plaque vissée.

Tandis que pour d'autres (13, 17) la synthèse par plaque à compression assurant une meilleure stabilité est garante d'une consolidation donnant peu de risques de pseudarthrose surtout si une greffe y est associée. Pourtant Bonneville et Mansat retrouvent de 7 à 10% de pseudarthroses aseptiques dans les séries françaises (5) et Hall et Pankovich, dans la littérature anglaise colligent 10,2% de pseudarthroses pour les synthèses par plaques et seulement 7,1% pour l'enclouage centro-médullaire (15). Quoiqu'il en soit, cette technique d'ostéosynthèse par plaque permet d'éviter les problèmes de la raideur articulaire, mais présente l'inconvénient d'augmenter le risque d'infection et surtout de lésion du nerf radial (13, 25).

L'enclouage intra-médullaire peut se faire, soit par un clou CM, sans ou après alésage par abord proximal ou distal ; soit par enclouage fasciculé de type Hackethal par un abord distal, soit par embrochage bipolaire ascendant dit "en tour Eiffel" (22, 33) au moyen de 2 clous de Rush (13) ou 2 clous de Ender (15) ou dérivés de ceux-ci.

L'abord proximal préféré par la majorité des auteurs pour l'introduction du clou centro-médullaire nécessite une technique rigoureuse avec abord au niveau du trochiter. Afin de ne pas léser le complexe fonctionnel de l'épaule au cours de la mobilisation, il est impérieux que le point d'entrée du clou soit extra-articulaire en dessous du sommet de la grosse tubérosité et de l'insertion du sus-épineux mais en dehors de la gouttière bicipitale

(5) et que l'enfouissement de celui-ci soit parfait. Malgré ces précautions "l'impingement syndrome" est fréquemment observé (1, 3, 7, 13, 21).

L'abord distal nécessite une mobilité parfaite du coude en flexion pour introduire le clou de Küntscher ; par contre, les clous plus élastiques de Hackethal s'accommodent facilement d'un déficit de mobilité.

Le traitement des pseudarthroses s'inspire des mêmes techniques chirurgicales que celles utilisées pour les fractures simples. Il doit cependant tenir compte de facteurs neufs tels l'ostéoporose (14, 29) ou l'infection. Il fait appel à la plaque à compression soit avec greffe cortico-spongieuse autologue ou homologue (34), soit avec adjonction de méthacrylate de méthyle inséré dans la diaphyse en cas d'ostéoporose marquée (29), à l'enclouage intra-médullaire par clou de Küntscher associé ou non à une greffe, à l'enclouage fasciculé de Hackethal ou dérivé, soit au fixateur externe.

De la même manière que pour le traitement de la fracture primaire, les avis divergent quant à l'utilisation de la fixation intra-médullaire ou de la plaque vissée associée ou non à une greffe, en cas de retard de consolidation.

Lorsque la pseudarthrose est la conséquence d'un échec orthopédique la question reste posée. Pour Merle d'Aubigné, l'enclouage par clou de Küntscher doit être associé à une greffe cortico-spongieuse iliaque vissée, le greffon apposé de Phemister étant jugé insuffisant (26).

Dans une étude comparative, Harms et Arens ont montré la similitude des résultats dans le traitement de 30 pseudarthroses (18 clous de Küntscher et 12 plaques à compression et greffe) (16).

Le clou centro-médullaire donne un meilleur pourcentage de consolidation que la plaque mais demande plus de temps pour l'obtenir. La consolidation avec plaque est généralement acquise en moins de 6 mois, alors que la fixation intra-médullaire en demande en moyenne plus de 6 (1, 7, 14, 18, 27, 29, 32).

Dans la pseudarthrose infectée le rôle du fixateur externe, déjà souligné en 1967 par de Mourgues (9), est confirmé par les travaux d'Ilizarov.

Le traitement chirurgical de la fracture ou la cure de pseudarthrose n'est pas toujours couronné de

succès et l'étude de la littérature nous apprend que de nombreux cas sont opérés à de multiples reprises (18, 29) (fig. 1).

Dans ces cas nous pensons que la technique doit être modifiée.

Utilisant depuis plus de 10 ans la technique d'enclouage fasciculé déjà décrite, par Putz, pour les fractures médio-diaphysaires et de l'extrémité supérieure de l'humérus (23, 24), nous avons d'abord appliqué cette technique pour les cures de pseudarthrose après alésage et avec remplissage maximal de la diaphyse.

Le sablier médio-diaphysaire peut représenter un obstacle au remplissage dans certaines fractures,

ce qui explique dès lors que l'enclouage CM après alésage peut représenter une alternative procurant une meilleure stabilité que l'embrochage fasciculé. L'intérêt du clou verrouillé ressort de l'expérience acquise dans le traitement des fractures diaphysaires fémorales et tibiales. Appliquant le principe déjà décrit pour le traitement des pseudarthroses aseptiques du membre inférieur par Delefortrie *et al.* (11), nous avons imaginé d'utiliser un clou centro-médullaire verrouillé afin de répondre à l'insuffisance du clou isolé ou du faisceau de clous de Hackethal, notamment dans les fractures avec fragment intermédiaire ou spiroïdes.

### TECHNIQUE

Après avoir calculé la longueur du clou nécessaire en se basant éventuellement sur l'humérus controlatéral, le clou ordinaire de Küntscher est aisément modifié par forage à la mèche de 2 ou 3 trous qui permettront le verrouillage proximal et distal. Le clou est ensuite stérilisé et positionné classiquement sur le guide après alésage.

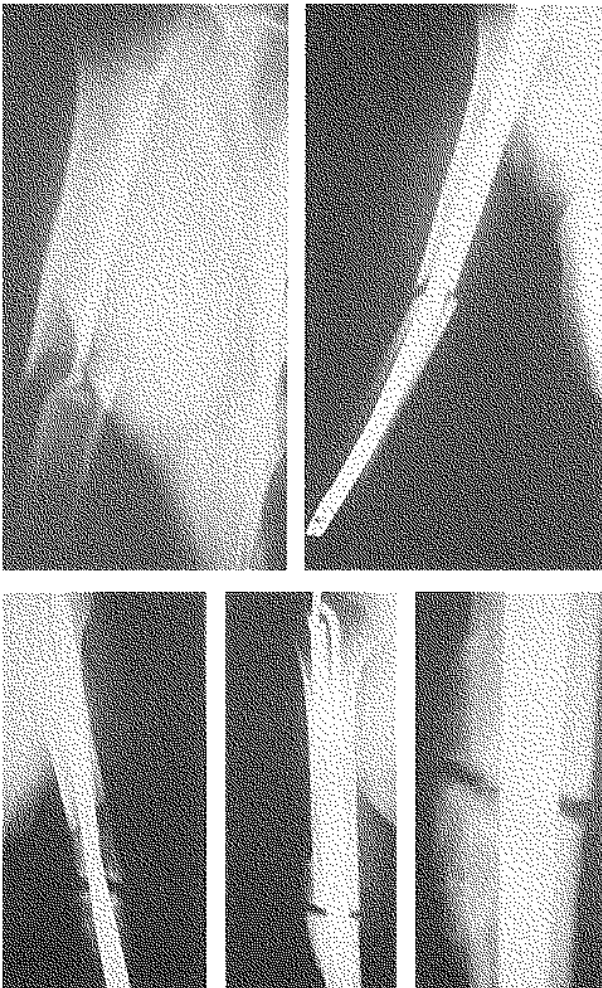
La superposition des 2 orifices à l'amplificateur de brillance permet de trouver très aisément l'axe de pose de la vis. L'expérience acquise dans le verrouillage des clous fémoraux ou tibiaux rend ce geste relativement mineur, en l'absence de viseur.

### CASUISTIQUE

Notre expérience porte sur 8 pseudarthroses d'humérus : 6 diaphysaires et 2 de l'extrémité supérieure, toutes ayant été traitées dans d'autres services.

Le traitement des *pseudarthroses de l'extrémité proximale de l'humérus* a été solutionné par la mise en place d'une prothèse humérale.

*Le premier cas.* Monsieur P. M. est âgé de 70 ans. Il présente en 1981 une fracture de l'extrémité supérieure de l'humérus gauche. Celle-ci est traitée par immobilisation plâtrée puis par kinésithérapie. Une ostéosynthèse par plaque vissée est nécessaire quelques mois plus tard et enfin un apport de greffe complète ce geste dans le courant de la même année. Il s'en suit un écoulement septique qui persiste pendant plusieurs semaines.



**Fig. 1.** — Fracture médio-diaphysaire de l'humérus droit. Mise en place de 2 clous de Ender puis reprise par enclouage fasciculé de Hackethal mais persistance de la pseudarthrose.

Le patient nous consulte en 1985 pour persistance de douleur et impotence fonctionnelle. La radiographie met en évidence une rupture du matériel avec pseudarthrose (fig. 2).

Compte tenu de l'importance de son passé chirurgical et de l'état septique, une résection à distance du foyer est proposée et une prothèse céphalo-diaphysaire est confectionnée sur mesure. Cette solution radicale permet d'obtenir la disparition immédiate de la douleur et une récupération progressive de la mobilité jugée très satisfaisante par l'intéressé. Objectivement cette mobilité se limite à des mouvements sous l'horizontale.

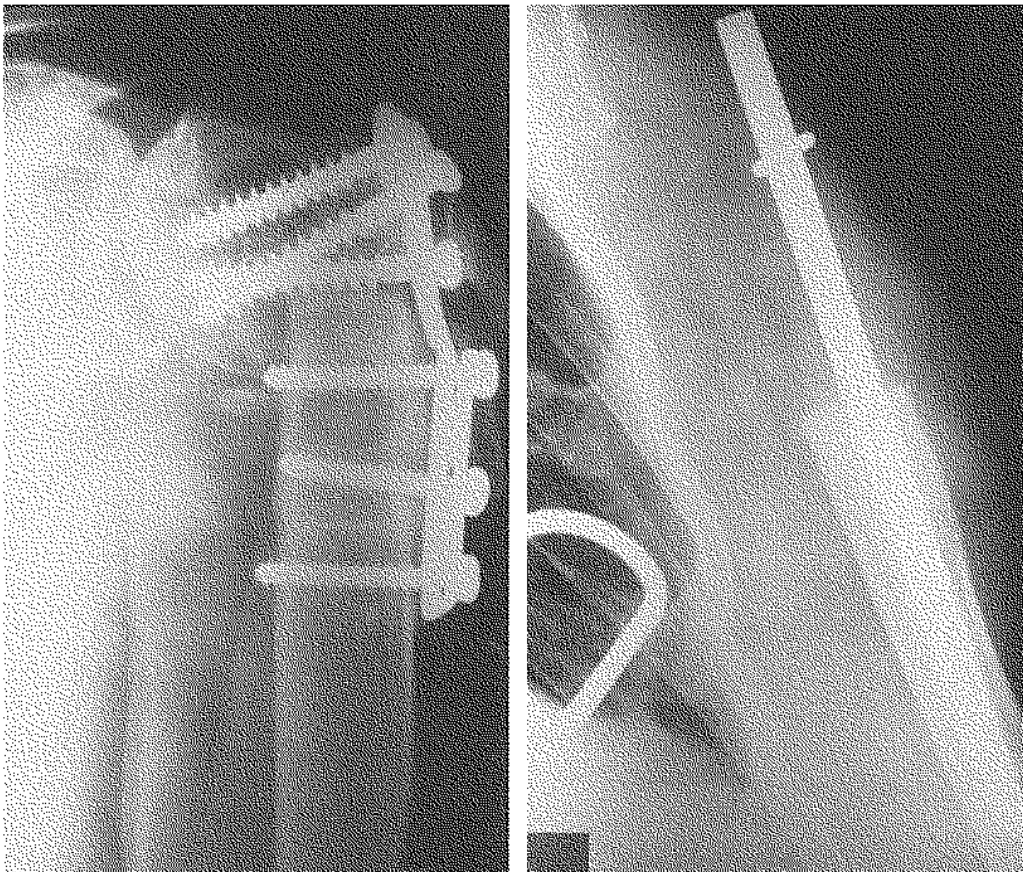
*Deuxième cas.* Monsieur P. D. B., âgé de 67 ans, présente à la suite d'une chute, une fracture articulaire de l'épaule droite traitée orthopédiquement à la Côte d'Azur. Il s'agit d'une fracture à 4 fragments selon la classification de Neer qui sont voués à la nécrose.

Il consulte quelques mois plus tard pour douleur permanente, absence quasi-complète de mobilité active et grosse limitation de la mobilité passive. La radiographie objective une fracture plurifragmentaire avec pseudarthrose, la tête paraissant peu viable.

Une prothèse céphalique sphérique isoélastique en résine de polyacétal est placée avec pour résultat la disparition complète de la douleur et la satisfaction totale de l'intéressé qui peut à nouveau conduire une voiture et bricoler.

Le traitement des *pseudarthroses diaphysaires* a fait l'objet de 2 enclouages avec clous de Hackethal de 3 mm après alésage et bourrage diaphysaire ; d'un enclouage avec clou de Küntscher après alésage et de 3 enclouages verrouillés.

*Cas 1.* Madame M. C., âgée de 68 ans, est polytraumatisée dans un accident de voiture en sep-



**Fig. 2.** - Rupture du matériel sur une pseudarthrose septique de l'extrémité supérieure de l'humérus. Mise en place d'une prothèse sur mesure.

tembre 1982. Elle présente une fracture du nez, de l'orbite, du maxillaire, un hémopneumothorax avec volet costal, une fracture de la main gauche et une fracture médiodiaphysaire de l'humérus droit, et se retrouve aux soins intensifs. Cette fracture fait l'objet, durant son coma de 3 semaines, d'un enclouage au moyen de 4 clous de Hackethal de 2,5 mm. L'évolution est défavorable, puisque, 3 mois après, le foyer est toujours mobile et douloureux. En réalité la stabilisation de cette fracture est insuffisante par cet enclouage que l'on peut qualifier d'alignement (fig. 3). Une reprise, en janvier 1983, par remplissage diaphysaire au moyen de 7 clous de Hackethal de 3 mm permet d'obtenir la consolidation peu de temps après. Ces clous sont retirés en octobre 1983, soit après 9 mois.

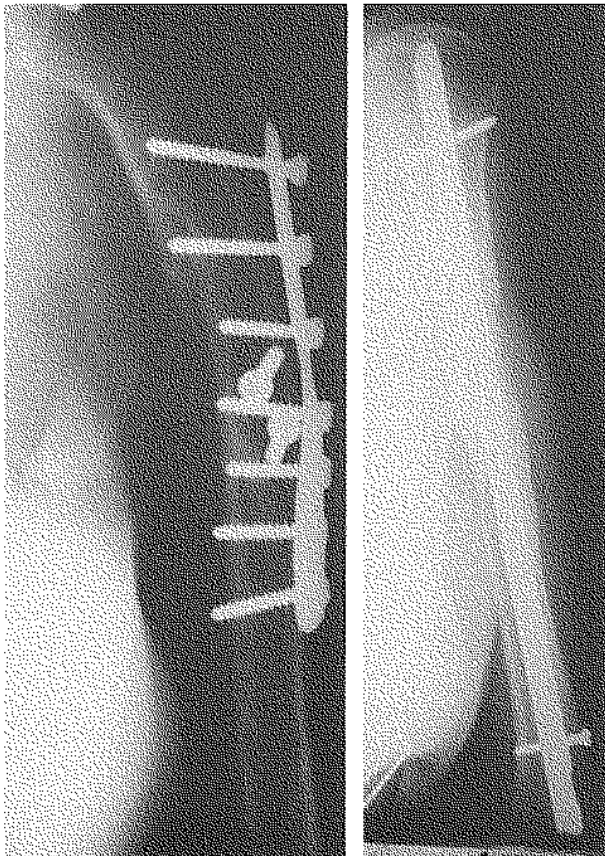


Fig. 3. Insuffisance de stabilisation par 4 clous de Hackethal. Reprise par 7 clous et consolidation après 6 mois.

Cas 2. Madame P. L., âgée de 72 ans lors d'une chute en 1986 présente une fracture médio-diaphysaire de l'humérus gauche. Celle-ci est traitée par plâtre durant 4 mois. L'absence de consolidation justifie une synthèse par plaque et vis mais le débricolage du montage confirme la pseudarthrose (fig. 4).

Un clou centro-médullaire de 27 cm/10 mm est introduit par voie distale après alésage et verrouillé par une vis proximale et une vis distale.

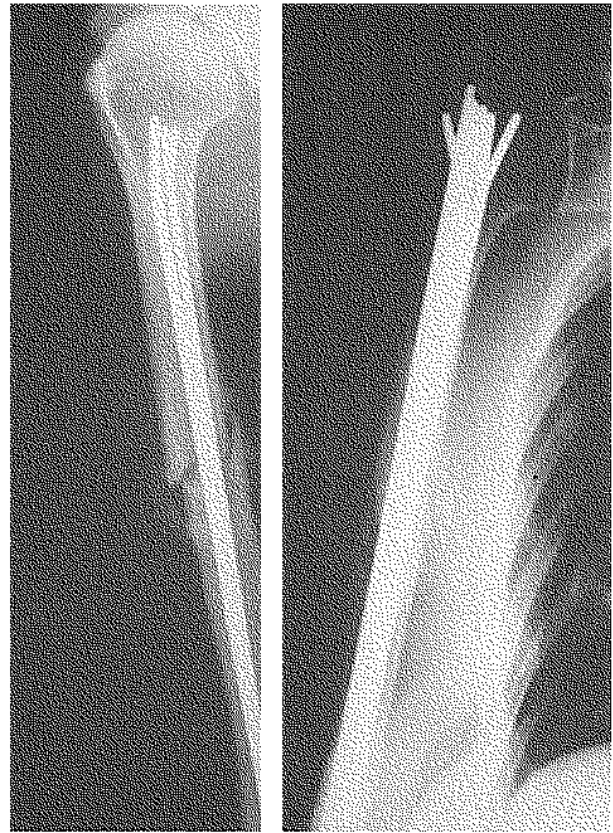
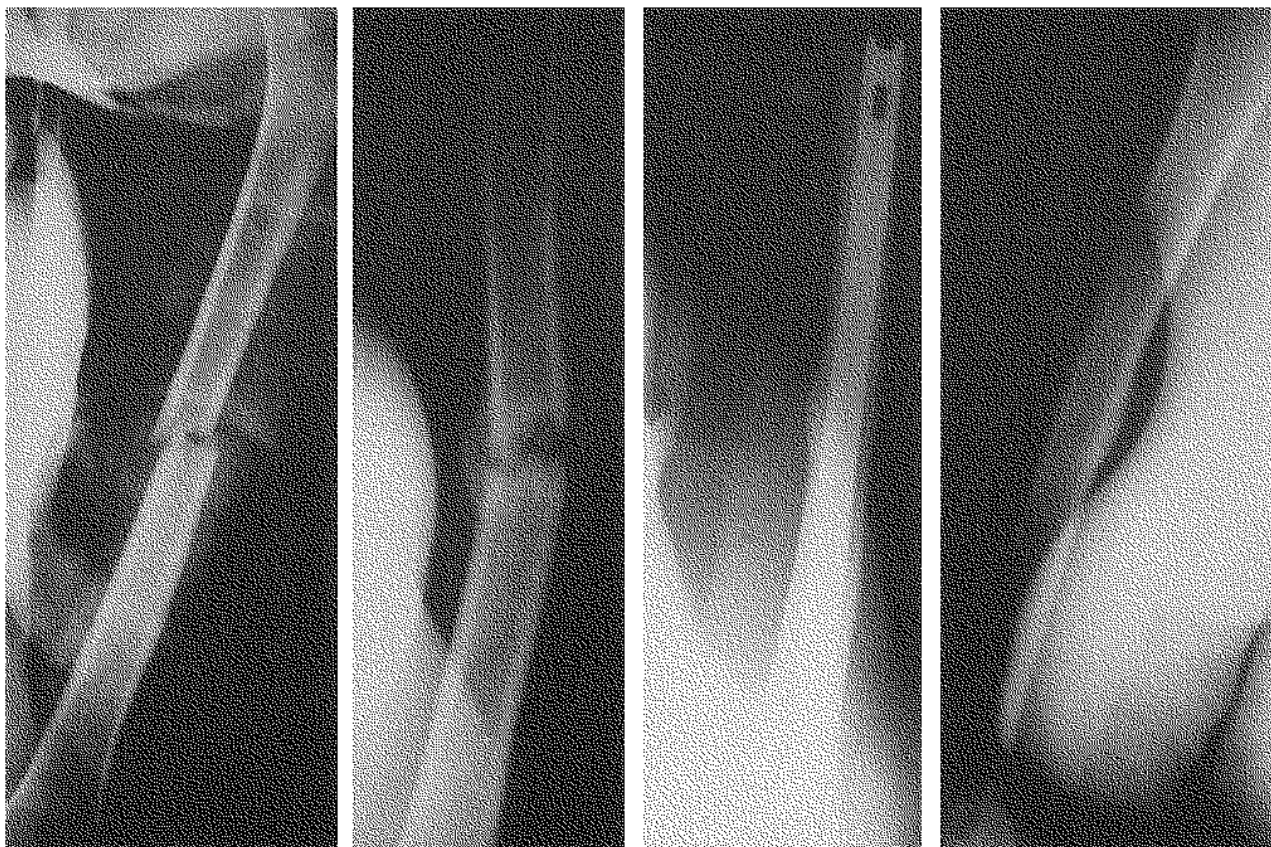


Fig. 4. Après échec du traitement orthopédique, nouvel échec après ostéosynthèse par plaque vissée. Consolidation par clou verrouillé après 5 mois.

Cas 3. Madame M. C., âgée de 44 ans présente une fracture transversale médio-diaphysaire de l'humérus gauche à la suite d'une chute de chameau en Tunisie. Traitée par "hanging cast" durant 4 mois, l'évolution est défavorable et un enclouage simple après alésage par clou de Küntschner 24/10 permet d'obtenir la consolidation en quelques semaines (fig. 5).



*Fig. 5.* — Pseudarthrose après hanging cast. Consolidation en quelques semaines sur embrochage simple et alésage : avec et après ablation du matériel.

*Cas 4.* Madame B. H., 33 ans, victime d'un accident de la voie publique à la mi-octobre 1987, présente une fracture oblique courte médio-diaphysaire de l'humérus droit traitée par méthode orthopédique. En janvier 88 l'absence de consolidation est résolue par un faisceau de 6 clous de Hackethal de 3 mm après alésage. L'ablation des clous se fait 8 mois après pour gêne locale à l'émergence des clous.

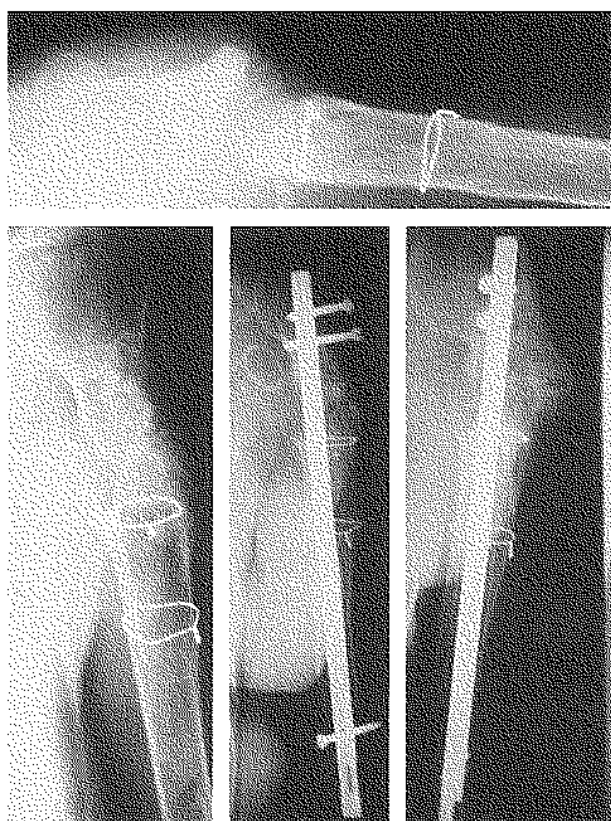
*Cas 5.* Madame G. D., née en 1929, diabétique et éthylique, hospitalisée en milieu psychiatrique nous est adressée pour pseudarthrose de l'humérus gauche en 1988. La fracture remonte à 1984 et a fait l'objet de multiples tentatives dans différents services. Elle a d'abord été traitée par tiges péri-humérales ensuite par fixateur externe de Hoffman et enfin par plâtre après ablation des broches. La situation anatomique n'est guère brillante, le ca-

pital osseux de mauvaise qualité et l'état général de la patiente lamentable.

Il s'agit d'une pseudarthrose atrophique du tiers supérieur de l'humérus (fig. 6). Un clou de Küntschner 10 mm est posé en avril 88 et verrouillé par 2 vis proximales et 1 vis distale. L'abord direct du foyer est réalisé pour permettre l'apport d'une greffe cortico-spongieuse iliaque et compléter l'avivement du foyer partiellement réalisé par l'alésage. L'indolence de cette fracture est rapidement obtenue et la consolidation peut être considérée comme acquise lors du contrôle réalisé 9 mois après.

*Cas 6.* Madame E. C. est née en 1910. Elle présente, fin septembre 1987, une fracture comminutive du tiers proximal de l'humérus droit et est traitée par Dujarier durant 10 semaines. Un an après, en septembre 1988, à la suite d'une chute,

une radiographie révèle un déplacement assez marqué d'une fracture transversale dont les berges présentent un aspect atrophique laissant supposer que cette fracture était mal consolidée, soit en pseudarthrose. L'état radiologique contraste en tous cas avec l'état clinique : la douleur n'étant qu'épisodique, la mobilité du bras étonnante et l'hématome quasi nul lorsqu'elle consulte 10 jours après.



**Fig. 6.** — Pseudarthrose atrophique de face et de profil consécutive à plusieurs tentatives infructueuses. Consolidation obtenue après mise en place d'un clou verrouillé associé à une greffe.

Un clou de Küntscher 23,5/10 est posé, en va-et-vient avec issue au niveau du trochiter, par abord direct du foyer de fracture, après alésage et décortication du foyer atrophique puis verrouillé par 2 vis proximales et 1 vis distale.

## RÉSULTATS

Dans tous les cas, la récupération fonctionnelle et la disparition des douleurs s'avèrent rapides. La consolidation est acquise et survient après un délai compris entre 6 et 12 mois. Ces résultats sont en tous points superposables à ceux décrits dans la littérature quant au délai d'acquisition. Le pourcentage de réussite, 100%, doit être interprété en fonction du nombre de cas traités et n'a aucune valeur statistique.

## CONCLUSION

Pour les pseudarthroses de l'extrémité proximale de l'humérus, la mise en place d'une prothèse céphalique permet d'obtenir assez rapidement une sédation de la douleur. Sur le plan de la mobilité les résultats sont moins bons que lorsque la prothèse est placée en première intention, mais la technique permet néanmoins d'obtenir une mobilité fonctionnelle assez satisfaisante.

Quant aux pseudarthroses diaphysaires, nous pensons que les techniques d'enclouage, peu invasives, mettent à l'abri des risques d'infection et de lésion iatrogène du nerf radial.

Lorsque la pseudarthrose est médio-diaphysaire, le bourrage médullaire par un faisceau de clous de Hackethal de 3 mm, ou par un clou de Küntscher simple est suffisant. Lorsque la fracture est oblique, spiroïde, pluri-fragmentaire, ou s'écarte du sablier médio-diaphysaire, le verrouillage d'un clou centro-médullaire aménagé permet de stabiliser avec efficacité le foyer de pseudarthrose, notamment s'il s'agit d'une forme atrophique, et permet l'incorporation de la greffe.

Les principes du traitement des pseudarthroses restent de rigueur. L'enclouage à foyer fermé dans les pseudarthroses hypertrophiques dispense de la greffe tandis que dans les pseudarthroses atrophiques, la décortication, préalable indispensable à l'incorporation de la greffe, implique l'ouverture du foyer. L'excellente stabilisation obtenue par le clou verrouillé permet de trouver, dans ce cas, sa meilleure application.



## BIBLIOGRAPHIE

1. ABDEL FATTAH H., HALAWA E. E., SHAFY T. H. A. Non-union of the humeral shaft : a report on 25 cases. *Injury*, 1982, 14, 255-262.
2. ANDRE S., FEUILHADE DE CHAUVIN P., CAMILLERI A., BOMBART M., ASSELINEAU A. Les fractures récentes de la diaphyse humérale de l'adulte. Comparaison du traitement orthopédique et des traitements chirurgicaux. À propos de 252 cas. *Rev. Chir. Orthop.*, 1984, 70, 49-61.
3. BABIN S. R., STEINMETZ A., WUYTS J. L., KATZNER M., SCHVINGT E. Une technique orthopédique fiable dans le traitement des fractures diaphysaires humérales de l'adulte : le plâtre pendant. Analyse d'une série de 74 cas. *J. Chir. (Paris)*, 1978, 115, 653-658.
4. BECK E. Pathogenese und Behandlungsergebnisse der Oberarmschaftspseudarthrose. *Zbl. Chir.*, 1973, 98, 1048-1053.
5. BONNEVIALLE P., MANSAT M. *Chirurgie de la diaphyse humérale : voies d'abord, techniques opératoires*. Techniques chirurgicales Orthopédie, Encycl. Méd. chir., Paris, 1989, 44300, 4, 10 p.
6. BURNY F., DEMOLDER V., HINSENKAMP M., RASQUIN C. Traitement des fractures d'humérus par fixateur externe. Étude de 62 cas. *Acta Orthop. Belg.*, 1979, 45, 47-56.
7. CHAIX D., RAY A. À propos des pseudarthroses de la diaphyse humérale (Étude de 26 cas). *Lyon Chir.*, 1969, 65, 824-831.
8. CHAMPETIER J., BRABANT A., CHARIGNON G., DURAND A., LETOUBLON C., MIGNOT P. Traitement des fractures de l'humérus par «l'embrochage en bouquet». *J. Chir. (Paris)*, 1975, 109, 75-82.
9. DE MOURGUES G., RAY A., CHAIX D. Pseudarthrose fistuleuse de l'humérus guérie par la seule fixation d'un fixateur externe. *Lyon Chir.*, 1967, 63, 730-732.
10. DE MOURGUES G., FISCHER L. P., GILLET S. P., CARRET J. P. Fractures récentes de la diaphyse humérale. À propos d'une série continue de 200 observations dont 107 traitées uniquement par le plâtre pendant. *Rev. Chir. Orthop.*, 1975, 61, 191-207.
11. DELEFORTRIE G., TAGLANG G., MAHIEU Ch., VINCENT A. Apport de l'enclouage verrouillé dans le traitement des pseudarthroses diaphysaires aseptiques du membre inférieur. *Acta Orthop. Belg.*, 1986, 52, 651-660.
12. DEREUME J. P., VAN HOVE J. P., DANIS A. Le traitement des fractures humérales par enclouage centro-médullaire selon Hackethal. *Acta Orthop. Belg.*, 1973, 39, 561-571.
13. FOSTER R. J., DIXON G. L., BACH A. W., APPEYARD R. W., GREEN T. M. Internal fixation of fractures and nonunions of the humeral shaft. *J. Bone Joint Surg.*, 1985, 67-A, 857-864.
14. GUPTA R. C., GAUR S. C., TIWARI R. C., VARMA B., GUPTAR R. Treatment of un-united fractures of the shaft of the humerus with bent nail. *Injury*, 1985, 16, 276-280.
15. HALL R. F., PANKOVICH A. M. Ender nailing of acute fractures of the humerus. A study of closed fixation by intramedullary nails without reaming. *J. Bone Joint Surg.*, 1987, 69-A, 558-567.
16. HRMS J., ARENS W. Zur operativen Behandlung von Oberarmschaft-pseudarthrosen. *M Schr. Unfallheilk.*, 1973, 76, 40-46.
17. HEALY W. L., WHITE G. M., MICK C. A., BROOKER A. F., WEILAND A. J. Nonunion of the humeral shaft. *Clin. Orthop.*, 1987, 219, 206-213.
18. HINDMARSH J., UNANDER-SCHARIN L. Osteosynthesis in pseudarthrosis of the humerus diaphysis. *Acta Orthop. Scand.*, 1962, 32, 121-131.
19. KENNEDY J. C., WYATT J. K. An evaluation of the management of fractures through the middle third of the humerus. *Can. J. Surg.*, 1957, 1 : 26-33.
20. KLENERMAN L. Fractures of the shaft of the humerus. *J. Bone Joint Surg.*, 1966, 48-B, 105-111.
21. NORDIN J. Y., CHABOCHE P. *Fractures de la diaphyse humérale*. Appareil locomoteur, Encycl. Méd. chir., Paris, 1983, 14039 A 10, 2, 10 p.
22. PATTE D. *Traitement chirurgical des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus de l'adulte*. Encycl. Méd. chir. (Paris, France), Techniques chirurgicales Orthopédie 1987, 44290, 10, 15 p.
23. PUTZ Ph., LUSI K., BAILLON J. M., BREMEN J. Le traitement des fractures de la diaphyse humérale par embrochage fasciculé selon Hackethal. À propos de 194 cas. *Acta Orthop. Belg.*, 1984, 50, 521-538.
24. PUTZ P., ARIAS Ch., BREMEN J., DELVAUX D., SIMONS M. Le traitement des fractures de l'épiphyse proximale de l'humérus par embrochage fasciculé selon Hackethal. À propos de 136 cas. *Acta Orthop. Belg.*, 1987, 53, 80-87.
25. PRITCHETT J. W. Delayed union of humeral shaft fractures treated by closed flexible intramedullary nailing. *J. Bone Joint Surg.*, 1985, 67-B, 715-718.
26. RAMADIER J. O., BENOIT J. *Diaphyse humérale : techniques opératoires*. Encycl. Méd. chir. (Paris, France), Techniques chirurgicales Orthopédie, 1973, 44310, 6 p.
27. REIGNIER M., EL BANA S., HAYEZ J. P., STELMASZYK J., RAYNAL P. L'ostéosynthèse des fractures diaphysaires de l'humérus. *Acta Orthop. Belg.*, 1987, 53, 485-491.
28. STEWART M. J., HUNDLEY J. M. Fractures of the humerus. A comparative study in methods of treatment. *J. Bone Joint Surg.*, 1955, 37-A, 681-692.
29. TROTTER D. H., DOBOZI W. Nonunion of the humerus : rigid fixation, bone grafting, and adjunctive bone cement. *Clin. Orthop.*, 1986, 204, 162-168.
30. VAN DER GHINST M., DE GEETER L., THIRY A. Le traitement des fractures de la diaphyse humérale par l'embrochage centro-médullaire à minima. *Acta Orthop. Belg.*, 1974, 40, 85-95.

31. VAN DER GHINST M., DE GEETER L. Fracture de la tête et de la diaphyse humérale : du plâtre pendant à l'embrochage fasciculé selon Hackethal. Étude critique. *Acta Orthop. Belg.*, 1978, 44, 357-365.
32. VANDER GRIEND R., TOMASIN J., WARD F. Open reduction and internal fixation of humeral shaft fractures. *J. Bone Joint Surg.*, 1986, 68-A, 430-433.
33. VICHARD P., ARNOULD D. Les luxations-fractures postérieures de l'épaule. Étude anatomo-pathologique et thérapeutique à propos de 11 observations. *Rev. Chir. Orthop.*, 1981, 67, 71-79.
34. ZINGHI G. F., SPECCHIA L., GALLI G., SABALAT S. La pseudarthrose diaphysaire de l'humérus. Résultats cliniques et radiographiques sur 147 cas opérés. *Acta Orthop. Belg.*, 1986, 52, 19-35.

J. M. BEGUIN  
Av. Georges Lecointe 31  
B-1180 Bruxelles (Belgique)