

Fractures ouvertes de jambe traitées par fixateur externe

Principes de rééducation

J. VAILLANT (1), J. EVRARD (2)

(1) MK, Service rééducation (Pr. Revel); Hôpital Cochin, 27, rue du Fg-Saint-Jacques, F 75014 Paris.

(2) Chirurgien, Service A - Chirurgie Orthopédique.

La fracture ouverte de jambe est fréquemment retrouvée chez l'adulte jeune suite à un accident de la voie publique. Elle est souvent associée à d'autres atteintes qui seront à prendre en compte dans le traitement rééducatif. La contention par fixateur externe est proposée pour les cas les plus graves.

Les techniques rééducatives sont adaptées à la rigidité offerte par le montage.

Les problèmes liés à la non couverture cutanée ou à l'infection influent notablement sur la durée du traitement.

La jambe est la localisation la plus fréquente des fractures ouvertes de l'adulte (50 % des cas (15)).

L'ouverture du foyer est la complication de 20 à 30 % des cas (3, 12).

La classification des fractures en 3 types (4) permet de définir différents types de traitement en fonction de l'ouverture du foyer. Quelque soit le type de fracture, le traitement des parties molles, avec parage du foyer occupe le premier temps chirurgical.

Pour les fractures de type I (plaie cutanée simple facile à suturer après excision économique des berges), il se limite à la fermeture cutanée.

Pour les fractures de type II (fermeture cutanée possible, mais risque de nécrose secondaire des téguments), ce premier temps est

complété soit par une ostéosynthèse, soit par la pose d'un fixateur externe.

Pour les fractures de type III (fermeture cutanée impossible) la mise en place d'un fixateur externe est le plus souvent proposée.

Dans un second temps, des gestes chirurgicaux visant soit à compléter la couverture cutanée, soit à pallier les pertes de substances osseuses peuvent être réalisés.

La rééducation, intégrée à ce traitement, permet d'assurer la réhabilitation fonctionnelle de la jambe lésée et la conservation de l'intégrité physique de ces sujets, généralement en pleine période d'activité sociale et professionnelle (34 ans d'âge moyen (12, 18). Touchant trois fois plus souvent l'homme que la femme (9, 18), la fracture ouverte de jambe survient dans 73 à 90 % des cas à la suite d'un accident de la voie publique (12, 18, 22). Les autres circonstances se répartissent entre les accidents du travail, les accidents agricoles et à un niveau moindre, les accidents du sport et les accidents domestiques.

Malgré la longueur du traitement, la répétition de interventions chirurgicales pour les cas les plus complexes, la motivation des patients en dehors de quelques périodes de lassitude est toujours maximale. Ce facteur, facilitant la progression kinésithérapique ne doit pas, néanmoins, pousser le kinésithérapeute à brûler les étapes.

Le fixateur externe

Parmi les 30 modèles de fixateurs externes disponibles sur le marché, le choix du fixateur

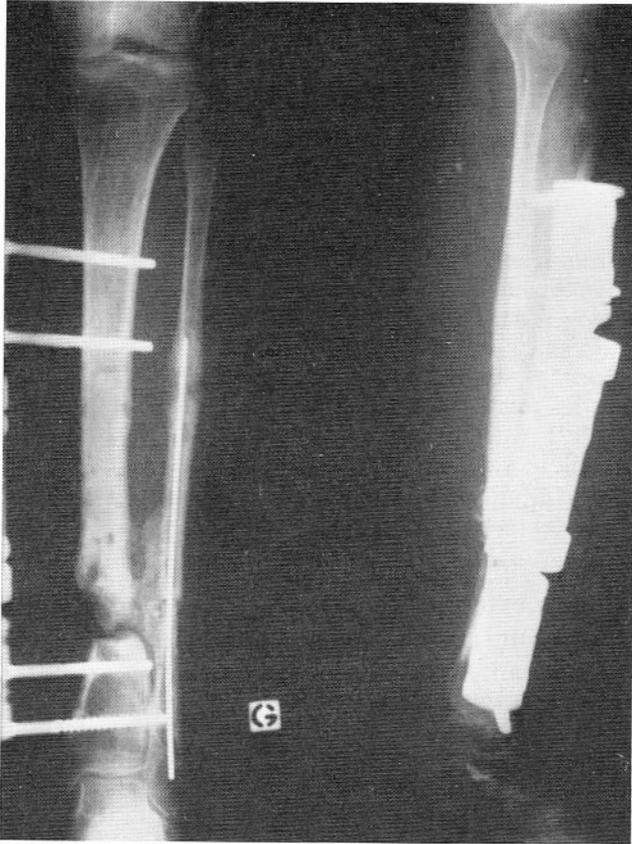


FIG. 1. - Ostéite postfracturaire traitée par GTP et Papineau. L'ostéosynthèse est assurée par un fixateur Orthofix.

par l'équipe chirurgicale s'effectue selon le type de la fracture, sa stabilité et selon la rigidité requise pour le montage. Le fixateur d'Hoffmann est en France le plus utilisé (26). C'est le cas à l'Hôpital Cochin, où le fixateur orthofix, voire l'Iizarov peuvent lui être préférés dans certains cas particuliers.

Différents montages peuvent être réalisés :
- en hémicadre (fig. 1) .

Ils sont à réserver aux fractures stables et simples (16). Le fixateur est placé sur la face antéro-interne du tibia dans un plan compris entre 30° et 45° par rapport au plan sagittal. Il ne gêne absolument pas la déambulation.

- en double hémicadre monté en « V » solidarisé ou non (fig. 2).

L'un des hémicadres est placé comme précédemment, l'autre sur la face externe du tibia (les broches passant en avant du jambier antérieur, respectant ainsi la loge antéro-externe (14)).

Les deux hémicadres forment entre eux un angle de 60° à 90°.

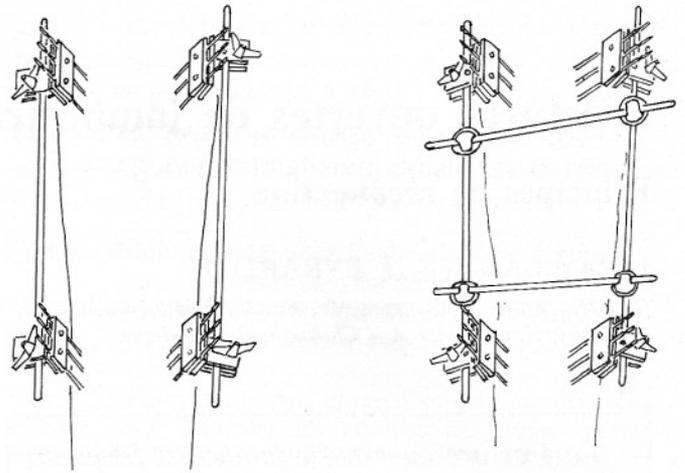


FIG. 2. - A gauche, montage en double hémicadre en « V », à droite même montage avec solidarisation des deux hémicadres. Ce dernier montage a une meilleure résistance vis-à-vis des contraintes en rotation.

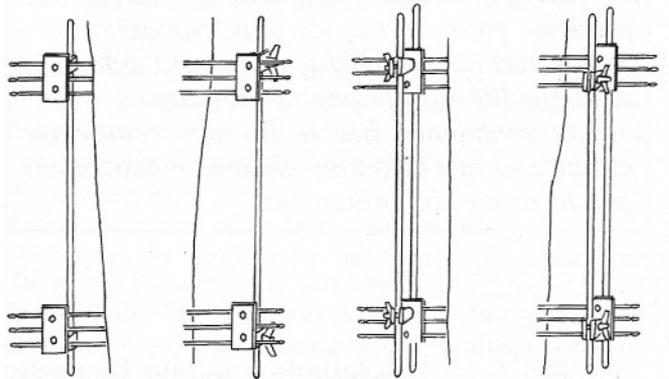


FIG. 3. - Fixateur d'Hoffmann monté en cadre à gauche et en double cadre à droite. La rigidité de ces types de montage vis-à-vis des contraintes en flexion-extension est limitée.

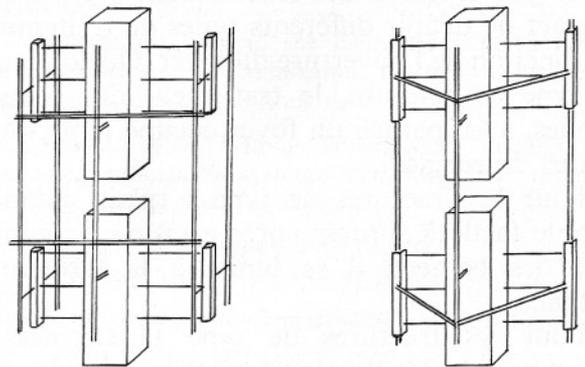


FIG. 4. - Montages en triple cadre, quadrangulaire à gauche et triangulaire à droite, ceux-ci ont une rigidité en flexion-extension respectivement 10 fois et 14 fois supérieure à celle obtenue par un montage en double cadre.

L'encombrement frontal limité permet une marche aisée, le travail des muscles de la loge antéro-externe, bien que parfois douloureux, est toujours possible.

La rigidité de ce type de montage est bonne en flexion-extension mais faible en valgus-varus. Pour obtenir une rigidité correcte en rotation une solidarisation des deux hémicadres est parfois nécessaire (14, 26).

– en cadre ou en double cadre (fig. 3).

Placé dans le plan frontal, les broches internes peuvent entrer en conflit avec la jambe opposée lors de la déambulation. Pour prévenir toute blessure, des bouchons en liège sont disposés sur les broches.

La rigidité de ces montages est excellente dans le plan frontal mais plus faible dans les plans sagittal et horizontal.

– en triple cadre triangulaire ou quadrangulaire (fig. 4).

Préconisés par l'école de Montpellier, ces montages lourds assurent une stabilité absolue dans tous les plans. La rigidité de ces montages permettrait une mise en charge anticipée (22, 23).

– circulaire (Ilizarov) (fig. 5).

Seul fixateur élastique il a la particularité d'absorber toutes les contraintes de rotation et de cisaillement et un tiers des contraintes verticales en compression. Rappelons que l'ouverture du foyer de fracture entraîne l'écoulement de l'hématome fracturaire qui contenait tous les éléments qui assurent dans un premier temps la reconstruction osseuse. Le seul élément restant disponible (du moins quand le délabrement osseux reste modéré) est le périoste. Or, si les sollicitations en rotation déchirent le cal périosté, les contraintes en pression-dépression stimulent, au contraire, le développement de celui-ci. L'autre effet favorable de ces contraintes est l'augmentation de la polarisation électro-négative habituellement retrouvée au niveau du foyer facilitant ainsi la fixation des ions-calciques électro-positifs (21). Le fixateur d'Ilizarov répond parfaitement à ces nécessités, ce qui justifie les espoirs qui ont été portés sur lui au début des années 80. Malheureusement, l'encombrement important de ce fixateur, les douleurs non négligeables au niveau des broches qui transper-

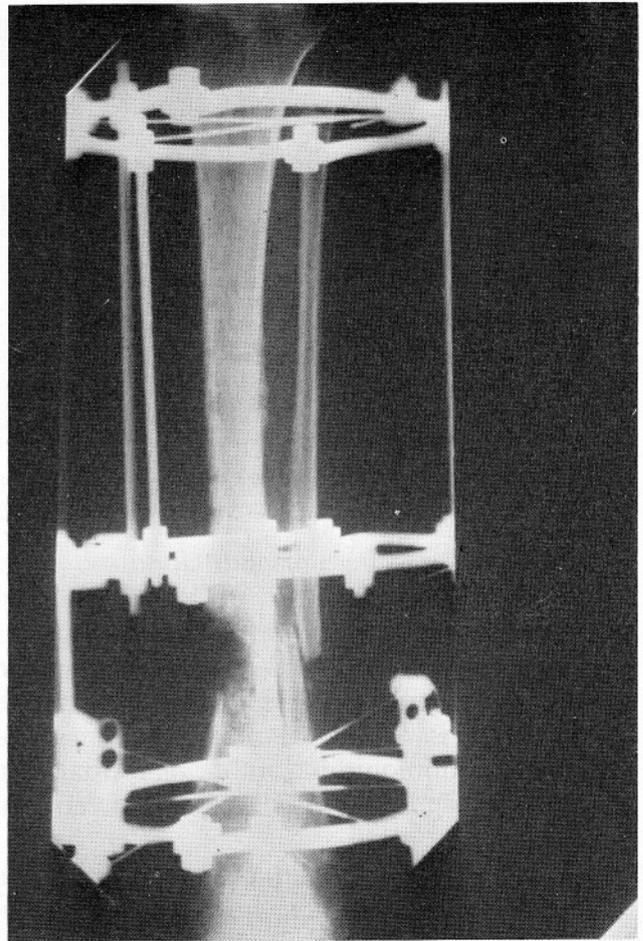


FIG. 5. – Fixateur d'Ilizarov composé de plates-formes cylindriques reliées par de fines broches. Image radiologique d'une pseudarthrose infectée avant reprise chirurgicale. Voir fig. 1.

cent les masses musculaires, ne prédispose pas à la marche avec appui qui est la justification même de ce fixateur.

Les lésions associées

Dans la majorité des cas, le traumatisme est violent et entraîne 7 fois sur 10 des lésions associées obligeant le kinésithérapeute à concilier les différentes rééducations spécifiques. Dans 30 % des cas, il existe une ou plusieurs autres lésions osseuses (18). Parmi les plus fréquentes :

– les fractures du fémur homolatéral peuvent nécessiter une extension du fixateur externe avec

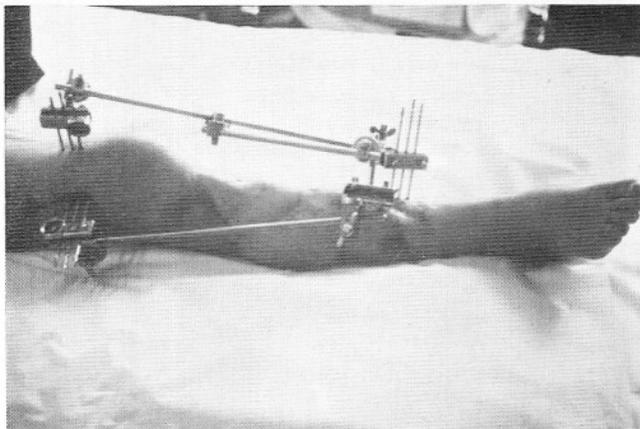


FIG. 6. – *Fracture haute du tibia ayant nécessité un pontage du genou. Les traces de greffes cutanées et myocutanées sont encore visibles.*

pontage du genou (*fig. 6*) (de même pour les fractures hautes du tibia (20)). La conservation de la mobilité rotulienne et de la contractilité du quadriceps sont prioritaires malgré les phénomènes douloureux lors de la rééducation liés au passage des broches au travers du quadriceps.

– les fractures du bassin, selon leur situation, et les fractures du membre inférieur controlatéral peuvent nécessiter un décubitus prolongé qui retardera à la fois la verticalisation et le béquillage.

– les atteintes nerveuses et vasculo-nerveuses associées (13 % des cas (18) aggravent le dysfonctionnement des muscles jambiers). Elles transforment, pour le kinésithérapeute, la rééducation en casse-tête. Celle-ci veillera à harmoniser et non à obtenir l'hyper-développement de tel ou tel muscle. Tout déséquilibre se traduisant inmanquablement par une déformation de la cheville ou du pied.

– les atteintes isolées du sciatique poplité externe (3 % des cas (18)) nécessitent l'installation d'une semelle anti-équin (*fig. 7*) et la mobilisation passive de la cheville et du pied.

– l'entorse du genou (homo ou controlatérale) produit soit une hyperlaxité soit une limitation réactionnelle de l'extension, soit un blocage par atteinte méniscale.

– le traumatisme crânien, avec perte de connaissance, ne réduit pas comme il a été longtemps prétendu les délais de consolidation.



FIG. 7. – *Montage en suspension réalisé sur cadre « Kinetec » ; il permet de réaliser une décharge du plan postérieur. Notons également le dispositif anti-équin.*

Le grave risque de flessum de genou est prévenu par une rééducation suivie menée sans brutalité. Les troubles psychologiques fréquemment associés entravent la rééducation par manque de collaboration du sujet.

Plus que jamais, pour les polytraumatisés (11 % des cas (18)) la rééducation traitera le patient dans sa globalité.

Le problème cutané

Considéré, depuis 1957, à la suite de Cauchoux et Duparc comme l'élément de pronostic essentiel, l'état de délabrement cutané ne peut être mis en corrélation directe avec la durée de consolidation. Par contre, une bonne qualité des téguments est indispensable à la verticalisation. Pour les fractures de type I, ce problème n'existe

pas. Elles ne sont qu'exceptionnellement traitées par fixateur externe (24, 26). La verticalisation sans appui est autorisée dès la 48^e heure. Les problèmes circulatoires et trophiques sont toujours minimes.

Les fractures de type II et les fractures de type III représentent respectivement 55 % et 10 % des fractures ouvertes. Elles sont, pour beaucoup, l'indication du traitement par fixateur externe. Dans un premier temps, la fragilité ou la perte de substance cutanée nécessite le strict maintien en décubitus. Les fractures de type II bénéficient généralement d'une couverture immédiate. Les fractures de type III sont couvertes secondairement (18).

Les différentes techniques de couverture

Elles poursuivent le même but : la couverture du plan osseux.

TECHNIQUE DE CICATRISATION DIRIGÉE

Elle n'est employée que pour les plaies ne mettant à nu qu'une petite surface osseuse. Elle est réalisée soit par pansements renouvelés tous les deux jours (tulle gras dans un premier temps pour stimuler le bourgeonnement puis cortico tulle pour le freiner dans un second temps), soit pour les plaies dont le nettoyage chirurgical n'a pas totalement annihilé le potentiel septique par mise en irrigation continue (sérum physiologique avec ou sans antibiothérapie adaptée) (fig. 8).

Cette technique n'impose aucune limitation particulière à la rééducation.

TECHNIQUE DE COUVERTURE PAR GREFFE CUTANÉE

Elle peut être utilisée en première intention ou après échec de la cicatrization dirigée.

La rééducation proscrit pendant dix jours tout mouvement ou tout exercice susceptible d'étirer le plan cutané greffé. Au niveau de la prise de greffe (généralement cuisse homo-latérale), le travail est repris au 5^e jour. La mise au fauteuil

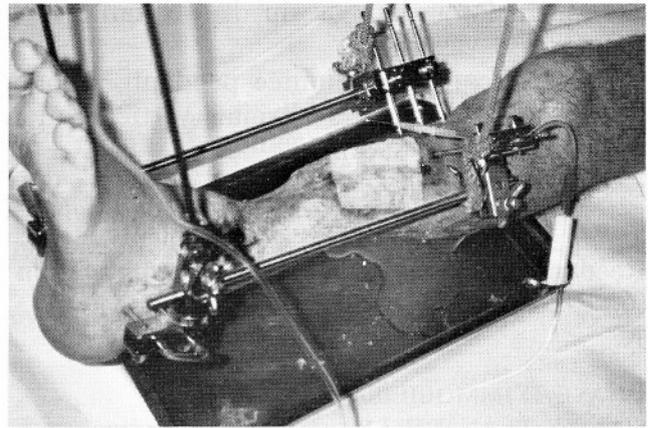


FIG. 8. - Irrigation continue effectuée pour faciliter le bourgeonnement du Papineau. Fixateur d'Hoffmann pontant la cheville sur fracture comminutive du tibia et du péroné.

et la déambulation sont autorisées respectivement au 10^e et au 21^e jour.

Rappelons que les plaies postérieures récemment greffées imposent une mise en décharge du membre inférieur par une suspension. En cas d'association avec de larges plaies antérieures et longitudinales, l'installation d'un hamac évite le « déchaussage » des muscles jambiers.

L'INCISION DE DÉCHARGE DU PLAN POSTÉRIEUR

Elle est principalement utilisée pour les plaies longitudinales antérieures isolées afin de permettre une suture antérieure qui recouvrira la face interne du tibia.

LAMBEAUX A VASCULARISATION CUTANÉE

Ces lambeaux pédiculés peuvent être : musculaire, musculo cutané, ou cutané-aponévrotique. Extrêmement fragiles ils interdisent pendant 21 jours toute rééducation.

Il existe une variante très particulière : les lambeaux hétéro-jambiers (ou Cross-Leg) protégés par un plâtre (ou par un montage de fixateurs externes) qui solidarise les deux jambes.

LAMBEAUX LIBRES CUTANÉS OU MYOCUTANÉS

Par transposition de lambeaux d'origine inguinal, para scapulaire ou de la région du grand

dorsal, du fascia lata ou du droit interne avec anastomose vasculaire.

La rééducation est limitée pendant 21 jours puis reprend son cours normal (verticalisation autorisée à cette date).

Rééducation d'une fracture sans complication (6, 10, 11, 13, 17)

PHASE D'IMMOBILISATION SUR LE PLAN DU LIT

Imposée par les problèmes cutanés, cette phase peut durer jusqu'à 3 à 4 mois pour certaines fractures de stade III. Plus généralement elle dure entre 2 et 5 semaines. Elle nécessite une rééducation biquotidienne au lit du malade. Les buts de cette rééducation sont l'entretien articulaire, musculaire et de la condition physique générale.

Une étude biomécanique (1) montre que, si les mobilisations actives libres ne sollicitent pratiquement pas la fracture, les contractions du triceps contre résistance engendrent des contraintes équivalentes à l'appui monopodal. Les contractions contre résistance des releveurs de pied produisent, quant à elles, des sollicitations de valeur similaire à celle de l'appui bipodal symétrique.

En conséquence, le travail musculaire contre résistance des releveurs n'est autorisé qu'à la phase d'appui partiel, quant au travail contre résistance du triceps, il n'est repris qu'à la phase d'appui total.

A la phase d'alitement et à la phase de déambulation sans appui, le travail musculaire réalisé en actif libre sans résistance facilitera la réorganisation vasculaire en regard des masses musculaires sollicitées. Cette capillarisation accrue permettra l'apport des éléments nécessaires à la consolidation du foyer de fracture, du calcium et aussi de l'oxygène dont le taux joue un rôle important pour le développement du cal (21).

Un entretien physique général permet d'améliorer les échanges pulmonaires, d'activer le flux sanguin et d'entretenir la force et le volume musculaire des autres membres.

Méthode

L'entretien articulaire, point clé de la rééducation, comprend une mobilisation manuelle analytique de toutes les articulations du pied et de la cheville, manœuvres d'étirement des arches plantaires, de micro-décoaptation de la sous-astragalienne et des articulations de l'arche interne. Ces dernières manœuvres, comme la mobilisation cutanée plantaire (plan superficiel par rapport aux plans musculaires et osseux) ont pour but une stimulation sensori-motrice.

Le genou et la hanche sont également mobilisés en actif ou en actif aidé (pour éviter certains gestes contraignants par leur bras de levier) dans des exercices analytiques, en chaîne série ou en chaîne parallèle.

Le dosage de travail des différents muscles de la jambe se fait de manière à obtenir une harmonie entre les groupes moteurs du pied et de la cheville.

L'entretien physique général peut être réalisé par un travail analytique ou global en chaîne fermée contre résistance manuelle ou instrumentale.

PHASE DE DÉAMBULATION SANS APPUI

C'est une phase de transition, très semblable à la phase précédente ayant pour but de redonner une autonomie au patient.

La verticalisation, maintenue progressivement jusqu'à trois heures par jour, permet de réduire nettement la calciurie (amélioration de la fixation calcique) (21).

Le travail contre résistance des muscles jambiers est toujours interdit à cette phase.

L'âge moyen des patients permet un facile apprentissage de la marche sans appui. La pose de petits bouchons de liège ou de mousse sur les broches internes du fixateur permet d'éviter les conflits avec la jambe opposée. Le retour veineux difficile lors des premières verticalisations entraîne, outre un changement de coloration du pied, des phénomènes douloureux imposant l'organisation de pauses fréquentes, jambe à l'horizontale. Pendant celles-ci, de petits mouvements actifs libres du pied (à type de

circumduction ou de flexion – extension) active-ront la circulation du retour veineux. Notons que de petits saignements peuvent se produire au niveau des greffes lors des premières verticalisations ; ils ne devront pas inquiéter.

PHASE D'APPUI PARTIEL

Correspondant à la consolidation clinique, elle survient vers la quinzième semaine en moyenne (18). L'appui soulagé entre deux cannes anglaises est autorisé jusqu'à concurrence de 5 à 10 kg (23) dans un premier temps. La mise en charge est progressivement augmentée au fil des semaines. Elle ne devra jamais engendrer de phénomènes douloureux dans les heures qui suivent la marche.

Un travail musculaire contre résistance progressivement croissante est entrepris.

Le fixateur est peu à peu « dérigidifié » par l'équipe chirurgicale (14). Le kinésithérapeute doit alors réadapter, à chaque fois, les résistances et l'appui de manière à obtenir une progression dans l'augmentation des contraintes mécaniques au niveau osseux.

Les montages avec fixateur d'Ilizarov permettent, théoriquement, un appui soulagé à la 24^e heure (25). Les montages en triple cadre triangulaire ou quadrangulaire autorisent cette même mise en charge après un mois (22). Ces appuis partiels rapides ont pour but de réduire le risque d'algodystrophie réflexe. Leur réalisation est rendue difficile par l'encombrement des montages.

PHASE D'APPUI TOTAL

Possible dès le 2^e mois avec un fixateur d'Ilizarov (25) l'appui total n'est réalisé pour les autres modèles qu'après retrait du fixateur externe (c'est-à-dire à la consolidation clinique et radiologique obtenue en moyenne entre quatre mois et demi et 7 mois et demi (2, 6, 18, 19, 20, 22). Le retrait du fixateur peut être effectué plus tardivement un mois après consolidation radiologique et être remplacé par une botte plâtrée de marche (5).

Les complications

Retards de consolidation (8, 21)

C'est un phénomène constant dû à l'évacuation de l'hématome postfracturaire contenant les éléments de consolidation apportés dans les premières heures.

Seules, quelques fractures stade I ont une évolution semblable à une fracture fermée.

Pseudarthroses aseptiques (25 % des cas (18, 22, 26))

Elles sont définies par l'absence totale des signes de consolidation osseuse (pas de cal périphérique – aucune travée osseuse ne franchit l'espace interfragmentaire (8)), sans signe infectieux. Ne changeant en rien les principes de la rééducation, elles modifient nettement la longueur des phases.

Le traitement chirurgical comporte soit une greffe cortico-spongieuse, soit une simple reprise de l'ostéosynthèse.

La prise de greffe est effectuée le plus souvent au niveau de la crête iliaque, entraîne des douleurs à la contraction des abdominaux, du carré des lombes et du psoas iliaque qui imposent une diminution du travail des muscles concernés pendant 7 à 10 jours.

Le problème infectieux

Privé de sa protection cutanée, l'os est soumis à un risque d'infection beaucoup plus important. L'infection peut entraîner une ischémie microrégionale potentiellement génératrice d'une lyse osseuse (18, 21). Le cas le plus grave est la pseudarthrose infectée (7 % des cas (18, 26)). L'analyse de prélèvements locaux permet au patient de recevoir une antibiothérapie adaptée qui sera complétée par un traitement chirurgical. Celui-ci comporte soit une greffe intertibio péronière (GITP), soit une greffe spongieuse à ciel ouvert (Papineau), soit l'association des deux.

Ces deux interventions imposent un strict décubitus de 15 à 21 jours, puis une marche sans appui jusqu'au 45^e jour. Suit un appui soulagé jusqu'à la consolidation qui, obtenue en moyenne 8, 9 mois après l'intervention (7), entraîne un temps total de traitement de 12,9 mois. La prise de greffe est effectuée le plus souvent au niveau de la crête iliaque (GITP) ou au niveau de l'extrémité supérieure du tibia (Papineau).

Les GITP ont longtemps été accusées de supprimer la flexion dorsale de la cheville. Certes, 40 % des patients traités présentent une perte totale de la flexion dorsale ; or, les études ont démontré que cet enraidissement est, non pas localisé à la seule tibio-tarsienne, mais étendu à toutes les articulations de l'arrière-pied (7) permettant de mettre en doute le rôle prépondérant de la GITP dans ces blocages. En tout état de cause, les patients traités par GITP et bénéficiant d'une rééducation immédiate, conservent leur mobilité articulaire (45 % de chevilles normales (5)). L'objectif prioritaire de la rééducation est la lutte contre l'équin.

Conclusion

Même si, dans le traitement des fractures ouvertes, la rééducation ne vient qu'au second plan après le traitement médico-chirurgical, elle ne doit pas être oubliée ni même négligée.

Une rééducation précoce respectant les principes précédemment énoncés diminue les risques d'enraidissement articulaire, améliore la récupération musculaire et optimise le pronostic fonctionnel. Les temps d'hospitalisation et d'arrêt de travail sont réduits, diminuant le coût social du traitement.

Références

1. ADREY J. – Le fixateur externe d'Hoffmann couplé en cadre. Étude biomécanique dans les fractures de jambe. *Thèse Méd. Montpellier*, 1970.
2. BODART A., SOMMELET J. et coll. – Le traitement des fractures ouvertes de jambe par ostéotaxie d'Hoffmann. *Rev. Chir. Orthop.*, 1964, 50, 23-28.

3. BONNET J. – Étude statistique comparative des traitements orthopédiques et sanglant des fractures diaphysaires de jambe. *Thèse Méd. Toulouse*, 1956.
4. CAUCHOIX J., DUPARC J., BOULEZ P. – Traitement des fractures ouvertes de jambe. *Mém. Acad. Chir.*, 1957, 83, 811-822.
5. CONNES J. – Le fixateur d'Hoffmann en double-cadre. Techniques, indications et résultats. *Thèse Méd. Montpellier*, 1973.
6. DECOULX P., DECOULX M. – Indications et résultats du fixateur externe d'Hoffmann dans les fractures ouvertes de jambe. *Rev. orthop.*, 1965, 5, 631-642.
7. ÉVRARD J. – Bilan de la greffe intertibia péronière. *Ann. Orthop. Ouest*, 1978, 10, 104-106.
8. ÉVRARD J., BURNY F. et coll. – Critères de consolidation des os longs de l'adulte. *Rev. Chir. Orthop.*, 1977, 63, 177-196.
9. FROMM F. – Contribution à l'étude du traitement des fractures ouvertes de jambe. Étude statistique de 184 cas vus au Centre de traumatologie de Strasbourg. *Thèse Méd. Strasbourg*, 1961.
10. HEULEU J. N., PERREIN D. – Généralités sur le traitement kinésithérapique et physiothérapique des fractures. *Encycl. Méd. Chir. Paris, Appareil locomoteur*, 14032 A¹⁰ 9 – 1982.
11. HEYRAUD J.-C. – Fractures à haut risque du squelette jambier. Moyens et limites du traitement conservateur. *Thèse Méd. Marseille*, 1978.
12. HYVRARD M. – Le traitement des fractures de jambe. *Thèse Méd. Marseille*, 1978.
13. JOSZ A. – Kinésithérapie après fixation externe suivant Hoffmann. *Ann. Kinésithér.*, 1987, 14, 109-114.
14. KEMPF I. – La fixation d'une fracture doit-elle être rigide ou élastique ? Symposium S.O.F.C.O.T. 1982. *Rev. Chir. Orthop.*, 1983, 69, 337-380.
15. MERLE D'AUBIGNE R., ÉVRARD J. – Les fractures de jambe. *Collection médico-chirurgicale à révision périodique. Traumatologie*, Ed. Flammarion.
16. MEYRUEIS J.-P., MINE J. et coll. – Étude mécanique comparative de fixateurs-externes. *Rev. Chir. Orthop.*, 1980, 66, 317-321.
17. MONET J.-L., MOINET Ph. et coll. – Fractures récentes de la jambe, du cou de pied et du pied. *Encycl. Méd. Chir. Paris Kinésithérapie*, 4.2.04. 26250 BIO et CIO.
18. MOREL M. – Étude multicentrique de 1 100 fractures ouvertes de jambe. Interprétation microvasculaire pronostique et thérapeutique. *Thèse Méd. Nancy*, 1986.
19. RAPATOUT M. – Utilisation du fixateur d'Hoffmann dans les fractures de jambe. *Thèse Méd. Bordeaux*, 1969.
20. SALLE J.-L. – Traitement chirurgical des pseudarthroses suppurées de jambe. *Thèse Méd. Paris-Ouest*, 1971.
21. SIMON L., BONNEL F., LEROUX J.-L. – Consolidation osseuse et médecine de rééducation. *Collection Pathologie Locomotrice n° 11*, Masson, Paris, 1986.
22. TER SCHIPHORST P. – Fractures et pseudarthroses de jambe traitées par fixateur d'Hoffmann en cadre. *Thèse Méd. Montpellier*, 1973.
23. VIDAL J., BUSCAYRET Ch. et coll. – Traitement des fractures ouvertes de jambe par le fixateur externe en double cadre. *Rev. Chir. Orthop.*, 1976, 62, 433-448.
24. WITVOET J. – Techniques d'ostéosynthèse des fractures diaphysaires de jambe. *Encycl. Méd. Chir. Paris Techniques chirurgicales orthop. traumatol.* 44870 3.24.10.
25. ZAHLAOUI J. – Fractures de jambe. *Encycl. Méd. Chir. Paris Ap. Locomot.*, 14086 A 10 11 – 1986 C.
26. ZAHLAOUI J., WITVOET J. – Fractures de jambe. *Encycl. Méd. Chir. Paris Ap. Locomot.*, 14086 A 10 9 – 1981.