

Traumatismes de l'avant-bras et du poignet

J. Allain, S. Pannier, D. Goutallier

Les fractures diaphysaires des deux os de l'avant-bras sont fréquentes. Si le traitement des fractures non compliquées de l'adulte est bien établi, la survenue de plus en plus fréquente de fractures complexes (largement ouvertes et comminutives) par traumatismes à haute énergie aboutit à des difficultés thérapeutiques importantes. Un risque fonctionnel domine l'évolution de ces fractures : l'enraidissement de la pronosupination. Ceci explique la nécessité d'une réduction anatomique des fractures diaphysaires associée à une rééducation la plus précoce possible du membre traumatisé. Néanmoins, chez l'enfant où ces fractures sont particulièrement fréquentes, le traitement reste presque toujours orthopédique. Les fractures isolées du radius et de l'ulna sont exceptionnelles. Elles doivent systématiquement faire rechercher des lésions associées des articulations radio-ulnaires supérieures (fracture de Monteggia) ou inférieures (fracture de Galeazzi). Les traumatismes du poignet peuvent aboutir à différents types de lésions ostéoligamentaires (fracture de l'extrémité inférieure du radius, fracture du scaphoïde, luxation périlunarienne du carpe...). La fracture de l'extrémité inférieure du radius en est la forme la plus souvent rencontrée et correspond probablement à la fracture la plus fréquente (15 % de l'ensemble des traumatismes fracturaires). Elle atteint le plus souvent le sujet âgé de sexe féminin (ostéoporotique) après une chute. Néanmoins, elle survient aussi lors de traumatismes à haute énergie chez le sujet jeune (accident de la voie publique) et de nombreuses variétés fracturaires existent. Son traitement a été longtemps controversé. Aujourd'hui, les indications du brochage (selon différentes techniques) après réduction du déplacement initial se sont largement répandues.

© 2007 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Fracture ; Luxation ; Avant-bras ; Poignet

Plan

■ Traumatismes de l'avant-bras	1
Introduction	1
Rappel anatomique	1
Fractures diaphysaires de l'avant-bras chez l'adulte	2
Traitement	4
Fractures diaphysaires de l'avant-bras chez l'enfant	6
■ Traumatismes du poignet	6
Rappel anatomique	6
Fractures de l'extrémité inférieure du radius de l'adulte	7
Traitement	10
Fractures de l'extrémité inférieure des deux os de l'avant-bras de l'enfant	11
Fractures de l'extrémité inférieure de l'ulna	11
Fractures du scaphoïde	12
Luxation périlunarienne	13

■ Traumatismes de l'avant-bras

Introduction

Les traumatismes de l'avant-bras exposent tout particulièrement au risque de fractures de la diaphyse du radius et de l'ulna. Celles-ci sont de pronostic fonctionnel réservé car elles

mettent en jeu la pronosupination du membre supérieur traumatisé. Une conduite diagnostique et thérapeutique adaptée est donc indispensable à la prise en charge de ces urgences. Le bilan initial doit systématiquement éliminer, chez l'enfant comme chez l'adulte, l'existence d'une lésion associée des articulations radio-ulnaires proximale ou distale, en particulier en cas de fracture isolée d'un des deux os de l'avant-bras. La restitutio ad integrum de l'anatomie est le but du traitement afin de restaurer la fonction du membre supérieur.

Rappel anatomique

L'avant-bras est la région anatomique séparant le coude du poignet. Ses limites sont définies par deux lignes circulaires, la ligne supérieure située deux travers de doigt sous le pli du coude, et la ligne inférieure passant juste au-dessus de la tête de l'ulna.

Elle est séparée en deux régions, l'une antérieure, l'autre postérieure, par le squelette osseux et la membrane interosseuse.

Anatomie fonctionnelle

Le radius et l'ulna sont le support fonctionnel de la pronosupination. Celle-ci correspond à la rotation de l'avant-bras autour de son axe longitudinal, le radius tournant autour de l'ulna. Elle met donc en jeu les articulations radio-ulnaires supérieure et inférieure.

La pronosupination est indispensable à la fonction du membre supérieur afin de positionner la main lors de la

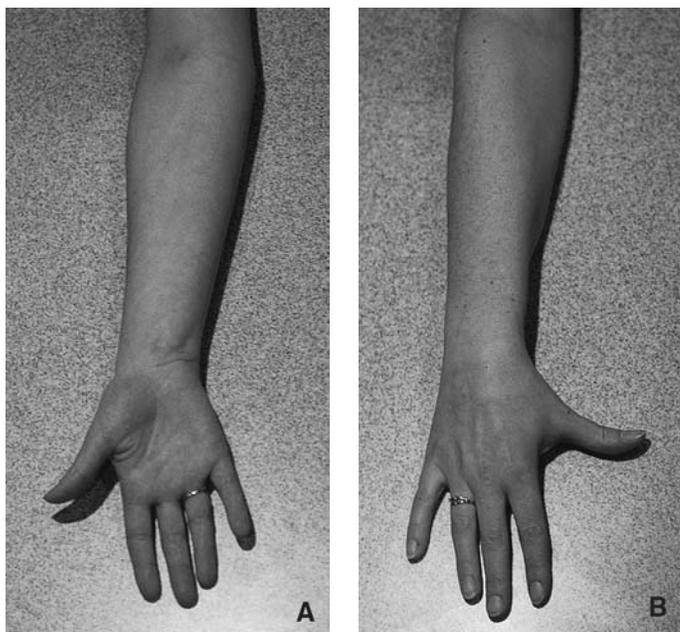


Figure 1. La supination est définie comme la position de la main paume en l'air, et inversement pour la pronation. A. Supination. B. Pronation.



Figure 2. Le radius et l'ulna en supination ont un axe parallèle. Lors de la pronation, ils vont venir se croiser, le radius passant devant l'ulna.

préhension. La supination est définie comme la position de la main paume en l'air et inversement pour la pronation (Fig. 1). L'amplitude de la pronosupination est normalement de 170 à 180°.

La morphologie en forme de manivelle du radius autorise la pronosupination.

Il comprend en effet un col oblique en bas et en dedans, un segment moyen oblique en bas et en dehors, et enfin un segment inférieur à nouveau oblique en bas et en dedans. Il existe ainsi une double courbure autorisant la rotation du radius autour de l'ulna. Des moyens d'union solidarisent le squelette antibrachial sur toute sa hauteur : le ligament annulaire de la radio-ulnaire supérieure, la membrane interosseuse, et enfin le ligament triangulaire du carpe. Lors de la pronation, le radius et l'ulna, qui ont en supination un axe parallèle, vont venir se croiser, le radius passant devant l'ulna (Fig. 2).

Ce rappel anatomique démontre la nécessité de la restitution anatomique du squelette antibrachial en cas de fracture de celui-ci. En effet, toute déviation axiale entraîne un dysfonctionnement des articulations radio-ulnaires supérieure et inférieure et un déficit de la pronosupination. Pour rétablir cette fonction après une fracture de l'avant-bras, il faut retrouver la longueur initiale des deux os en plus de la courbure pronatrice du radius. Il est important de rappeler que la pronation peut être compensée par une abduction de l'épaule, alors que le

déficit de supination ne possède aucun moyen de compensation. Donc, plus ici qu'ailleurs, le pronostic fonctionnel est sous la dépendance d'une réduction anatomique.

Fractures diaphysaires de l'avant-bras chez l'adulte

Fracture diaphysaire non compliquée des deux os

Mécanisme

Il est le plus souvent indirect lors d'une chute sur la main entraînant une flexion forcée des deux os de l'avant-bras. La fracture peut également résulter d'un traumatisme direct, favorisé par le caractère sous-cutané du radius et de l'ulna.

Diagnostic

Le diagnostic en urgence est dans la grande majorité des cas très facile à réaliser devant l'impotence fonctionnelle absolue et la déformation de l'avant-bras, le patient se présentant dans la position classique des traumatisés du membre supérieur.

Néanmoins, l'interrogatoire s'attache à préciser l'heure et les circonstances du traumatisme (lésion des parties molles en cas de traumatisme direct), et certaines caractéristiques du traumatisé (côté dominant et activité professionnelle tout particulièrement).

“ Point important

À l'examen clinique, une déformation le plus souvent évidente apparaît, associée à une ecchymose et un œdème. La palpation est parfaitement inutile dans la grande majorité des cas. En cas de fracture non déplacée, elle permet de retrouver la douleur exquise en regard du foyer de fracture. Toute pronosupination est strictement impossible, car excessivement douloureuse. Il est en revanche indispensable de vérifier l'absence d'anomalie clinique des articulations sous- et sus-jacentes.

Le bilan locorégional comprend la vérification de l'absence de complications cutanées, vasculaires et neurologiques par vérification des pouls distaux, de la sensibilité et de la mobilité des doigts.

Un examen radiographique doit ensuite être effectué.

Celui-ci comprend un cliché de face et de profil, prenant les articulations sus- et sous-jacentes. Le trait de fracture est le plus souvent situé au même niveau sur les deux diaphyses, du radius et de l'ulna (Fig. 3). Le plus souvent, le déplacement se fait avec une angulation ouverte en avant et une déformation en baïonnette associée à un chevauchement qui prédomine sur le radius. Un décalage par rotation des deux fragments survient le plus souvent. Le sens de cette rotation est déterminé par le siège de la fracture par rapport à l'insertion du muscle rond pronateur.

Évolution

Évolution favorable. Elle est le plus souvent favorable si la réduction a été anatomique. Néanmoins, la guérison est le plus souvent longue, le temps de consolidation des fractures diaphysaires des deux os de l'avant-bras étant en moyenne de 3 mois.

Complications immédiates. Une ouverture cutanée peut s'associer à la fracture, soit par traumatisme direct, soit par la saillie du squelette fracturé (ouverture moins septique car de dedans en dehors).

Les complications vasculonerveuses sont exceptionnelles. Leur taux varie entre 2 et 10 % et elles intéressent essentiellement le nerf radial (neuf fois sur dix), soit sa branche postérieure (motrice), soit sa branche antérieure (sensitive).

Le bilan initial doit donc systématiquement vérifier l'absence de déficit neurologique (mais l'examen dans le contexte de



Figure 3. Fracture diaphysaire des deux os de l'avant-bras.

l'urgence est souvent difficile). La section anatomique du tronc nerveux du nerf radial est exceptionnelle. Il s'agit le plus souvent d'une neurapraxie dont la récupération spontanée se fait dans les mois qui suivent le traumatisme. Les complications vasculaires sont l'apanage des fractures comminutives par traumatisme à haute énergie (traumatisme balistique).

La complication précoce la plus grave est l'apparition d'un syndrome de loge (syndrome de Volkmann). Le taux de survie de cette complication est diversement apprécié selon les auteurs [1]. Une prévention de cette complication doit être systématiquement instituée (Cf. infra).

Complications secondaires. Le taux global de complications secondaires varie suivant les séries de 5 à 15 %. Quatre risques évolutifs particuliers émaillent l'évolution de ces fractures.

Déplacement secondaire. Il est en général secondaire à une ostéosynthèse de stabilité insuffisante associée à une rééducation précoce. L'ostéosynthèse quasi systématique de ces fractures a rendu cette complication exceptionnelle.

Cal vicieux. Il est le plus souvent dû à un déplacement secondaire et est donc de plus en plus rare. Ce cal vicieux peut être de tout type (baïonnette, chevauchement, angulation ou décalage). Si les cals en baïonnette sont le plus souvent bien tolérés, surtout s'ils intéressent les deux os de l'avant-bras, les autres déformations mènent à la limitation de la pronosupination dont on a vu le retentissement fonctionnel pour le membre supérieur. La lutte contre cette complication est donc le principal but du traitement de cette affection (qualité de l'ostéosynthèse et surveillance radiographique).

Synostose interosseuse. Il s'agit d'une ossification de la membrane interosseuse aboutissant à un blocage complet de tout mouvement de pronosupination par perte de la mobilité entre les deux os de l'avant-bras [2-5]. Cette complication est rare, atteignant environ 2 % des fractures diaphysaires des deux os de l'avant-bras, et siège le plus fréquemment au tiers moyens-proximal de l'avant-bras. Elle est favorisée par l'existence d'une fracture siégeant au même niveau sur les deux os, par l'existence de lésions de la membrane interosseuse, par les fractures comminutives, et enfin par l'existence de lésions associées, en particulier un traumatisme crânien.

Pseudarthrose et retard de consolidation. Il s'agit de la complication la plus fréquente de ces fractures. En effet, elle survient dans 3 à 10 % des cas selon les auteurs. Leur survenue est favorisée par le caractère comminutif de la fracture ou l'existence d'un troisième fragment. Cette complication semble le plus souvent liée à une insuffisance technique lors de l'ostéosynthèse de la fracture (Fig. 4). Sa symptomatologie est faite de



Figure 4. Pseudarthrose du cubitus après ostéosynthèse insuffisante par plaque vissée.



Figure 5. Fracture proximale de l'ulna, associée à une luxation de la tête radiale.

douleurs dans l'avant-bras, associées à une impotence fonctionnelle avec manque de force. Radiographiquement, le diagnostic est confirmé par la persistance de traits de fracture et l'absence de cal osseux. Il est à noter que la présence des plaques vissées peut rendre difficile l'interprétation radiologique. Parfois, le débricolage du matériel d'ostéosynthèse confirme aisément le diagnostic.

Fracture de Monteggia

Il est essentiel de se souvenir que les fractures isolées du radius ou de l'ulna sont exceptionnelles. L'existence d'une fracture isolée de l'ulna doit faire rechercher de façon systématique une luxation de la tête radiale (Fig. 5).

En effet, cette lésion, décrite par Monteggia en 1815, correspond à un piège classique de la traumatologie du membre supérieur [6]. Dans sa forme typique, elle associe une fracture du tiers supérieur de l'ulna déplacée (avec une concavité postérieure) à une luxation de la tête radiale, le plus souvent en avant. Son mécanisme est un traumatisme direct sur l'ulna dont l'énergie se termine dans la radio-ulnaire supérieure avec rupture ligamentaire. Malgré cette description classique, le mécanisme le plus fréquent semble être indirect, par une chute sur la paume de la main alors que l'avant-bras est en pronation forcée et le coude fléchi.

Le diagnostic de la fracture de l'ulna est le plus souvent évident, mais il faut s'attacher à dépister la luxation radio-ulnaire supérieure proximale (Fig. 6, 7). Il n'est pas inutile de rappeler que la luxation de la tête radiale passe inaperçue dans un grand nombre de cas (un tiers des cas chez l'enfant selon Rigault).

Les complications de ces lésions sont du même type que celles des fractures des deux os de l'avant-bras, mais il est à noter la fréquence des complications neurologiques [7] qui est en



Figure 6. De profil, l'axe de la diaphyse du radius coupe normalement l'épiphyse distale de l'humérus en son milieu.



Figure 7. Fracture de la diaphyse de l'ulna avec fracture luxation postérieure de la tête radiale. De profil, l'axe de la diaphyse du radius passe sous l'épiphyse distale de l'humérus.

moyenne de 7 %, survenant le plus souvent sur le nerf radial. Là encore, une récupération spontanée survient le plus fréquemment et aucune exploration chirurgicale ne doit être indiquée en urgence.

Fracture en flexion de Watson-Jones

Cette lésion associe également une fracture de l'ulna à une luxation de la tête radiale. Néanmoins, ici, la luxation de la tête radiale se fait en arrière, la fracture de l'ulna se déplaçant avec une concavité antérieure.

Luxation-fracture de Galeazzi

À l'inverse de la fracture de Monteggia, cette lésion associe une fracture du radius à une luxation de l'articulation radio-ulnaire inférieure. Elle est rare et la luxation de la radio-ulnaire inférieure peut être remplacée par une entorse ou une subluxation de la tête de l'ulna. Le déplacement de la tête de l'ulna se fait le plus souvent en arrière. L'examen clinique, en dehors du diagnostic de la fracture du radius, doit systématiquement rechercher l'instabilité antéropostérieure de la tête de l'ulna qui est évidente en cas de luxation. C'est l'incidence de profil strict du poignet, comparatif au côté opposé, qui confirme la subluxation ou la luxation de la tête de l'ulna.

Fractures isolées du radius ou de l'ulna

Comme nous l'avons vu précédemment, ces entités traumatiques sont exceptionnelles. Leur pronostic, en cas de prise en charge thérapeutique adaptée, est bon. Néanmoins, elles imposent de s'acharner à dépister une luxation de la tête radiale ou de la tête de l'ulna.

Fractures comminutives

Elles sont de plus en plus fréquentes, liées soit à des accidents de la voie publique, soit à des traumatismes par arme à feu [8]. Il existe souvent des lésions cutanées, musculaires et vasculo-nerveuses associées. Elles imposent une prise en charge thérapeutique adaptée afin de traiter l'ensemble de ces lésions.

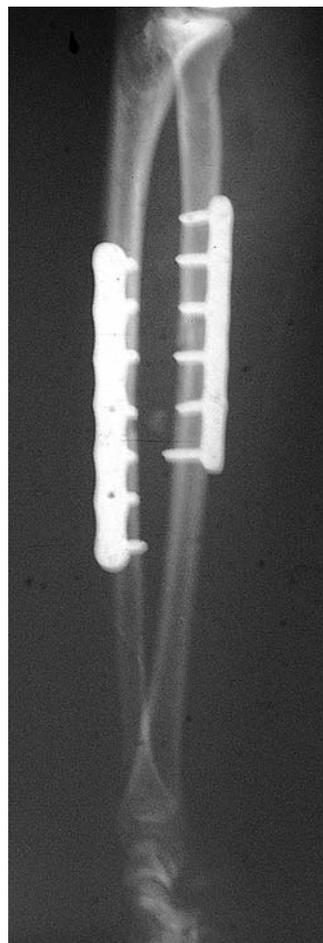


Figure 8. Fracture de la diaphyse des deux os de l'avant-bras. Ostéosynthèse par plaque vissée.

Traitement

“ Point important

Sur les lieux de l'accident, une immobilisation antalgique temporaire doit être instaurée une fois l'examen local et régional effectué. En cas de fracture ouverte, une couverture par un pansement stérile doit être effectuée, associée à une prévention antitétanique.

Différentes méthodes thérapeutiques

Traitement orthopédique

Il s'agit de la contention par plâtre ou résine de type brachio-antibrachio-palmaire, coude à angle droit, jusqu'à consolidation de la fracture. La durée de l'immobilisation est en moyenne de 3 mois.

Traitement chirurgical

Il a pour but une réduction anatomique de la fracture associée à une ostéosynthèse stable [9] afin de permettre, aussi souvent que possible, une rééducation précoce de la pronosupination.

Ostéosynthèse par plaque vissée

Il s'agit du traitement le plus souvent préconisé dans les fractures diaphysaires des deux os de l'avant-bras [10]. Trois vis doivent être utilisées de part et d'autre du foyer de fracture afin d'avoir une stabilité suffisante (Fig. 8). Devant le risque de syndrome de Volkmann postopératoire, les aponévroses musculaires sont laissées ouvertes en fin d'intervention afin d'éviter toute hyperpression dans les loges musculaires.



Figure 9. Fracture de la diaphyse des deux os de l'avant-bras. Ostéosynthèse par embrochage centromédullaire.

Brochage centromédullaire

Il s'agit d'une méthode chirurgicale permettant d'obtenir une ostéosynthèse fracturaire à foyer fermé [11, 12]. Les broches sont en effet introduites à distance du foyer de fracture, la broche ulnaire par l'olécrane et la broche radiale par la styloïde distale (Fig. 9). L'intervention est menée sous contrôle peropératoire à l'amplificateur de brillance.

Indications thérapeutiques

Le traitement orthopédique d'une fracture des deux os de l'avant-bras est d'indication exceptionnelle. Il ne peut être proposé qu'en cas de fracture non déplacée et sous couvert d'une surveillance clinique et radiographique attentive. En effet, le traitement de ces fractures est résolument chirurgical, afin de rétablir les bases anatomiques de la pronosupination. L'ostéosynthèse par plaque vissée est le plus souvent indiquée car répondant au mieux à ces impératifs. Néanmoins, certaines équipes utilisent la technique de l'embrochage centromédullaire [13]. L'avantage de cette technique chirurgicale est l'absence d'ouverture du foyer de fracture, d'où le respect de l'hématome périfracturaire favorisant la consolidation osseuse. Elle a toutefois pour inconvénient l'imperfection dans la réduction du site fracturaire, et en particulier la difficulté à contrôler les rotations dans le foyer de fracture.

Protocole postopératoire

Celui-ci est controversé. Idéalement, une rééducation immédiate de la pronosupination doit être effectuée. Malheureusement, le caractère comminutif de certaines fractures ne permet pas d'obtenir une stabilité suffisante de l'ostéosynthèse. Dans ce cas, une immobilisation postopératoire par un brachio-antibrachio-palmaire en plâtre ou en résine doit être préférée pour éviter le risque de débricolage précoce. La durée de cette immobilisation est alors de 30 à 60 jours selon le type fracturaire.

L'adjonction d'un traitement par anti-inflammatoire (Indocid®) peut être proposée en postopératoire pour éviter l'apparition d'ossification de la membrane interosseuse.

Cas particuliers des fractures complexes de l'avant-bras

En cas d'ischémie aiguë du membre supérieur persistant après alignement des fragments fracturés, le rétablissement de la continuité des axes vasculaires doit être effectué en urgence. En

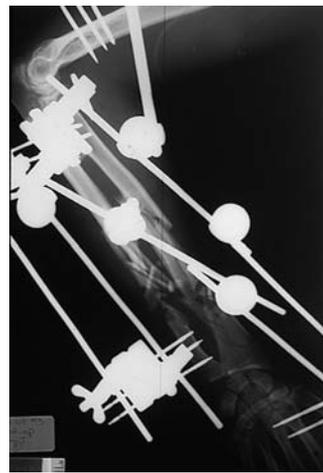


Figure 10. Contention par fixateur externe d'un traumatisme complexe du membre supérieur.

cas de lésions importantes des parties molles associées à la fracture, le traitement reste discuté. Il peut soit faire appel à une immobilisation par fixateur externe (Fig. 10), soit par embrochage centromédullaire, soit par simple immobilisation plâtrée initiale jusqu'à cicatrisation, suivie par une ostéosynthèse par plaque.

Problème du syndrome de Volkmann

Des mesures préventives à cette complication redoutable sont indispensables lors de la prise en charge initiale de ces traumatisés [14].

La non-fermeture des aponévroses lors de l'ostéosynthèse par plaque et le drainage systématique des sites opératoires sont fondamentaux.

Une immobilisation temporaire par attelle plâtrée ou en résine postopératoire doit également être préférée à la réalisation d'une contention circulaire qui risque d'aboutir à un syndrome compressif lié à l'œdème postopératoire.

Enfin, le membre supérieur traumatisé doit systématiquement être surélevé afin de favoriser le retour veineux. Ces différentes mesures doivent être associées à une surveillance stricte postopératoire de ces patients. Néanmoins, si les signes initiateurs d'un syndrome de Volkmann apparaissent, une aponévrotomie de décharge doit être réalisée sans retard.

Complications nerveuses

Comme on l'a vu précédemment, celles-ci ne doivent pas aboutir à une exploration chirurgicale des troncs nerveux. En effet, il s'agit le plus souvent d'une neurapraxie et la récupération spontanée est la règle.

Traitement des complications secondaires

La survenue d'un retard de consolidation ou d'une pseudarthrose avérée doit amener à la reprise chirurgicale du patient [15]. Différentes techniques existent, basées le plus souvent sur le changement du matériel d'ostéosynthèse associé à une greffe osseuse du foyer de pseudarthrose.

Le traitement des synostoses est beaucoup plus difficile [3]. Dans tous les cas, il ne doit jamais être réalisé de façon trop précoce. Le résultat des résections des synostoses étant toujours incertain, les indications chirurgicales doivent être posées avec prudence (taux de récurrence 30 à 50 %).

Traitement des cals vicieux

La réalisation d'une ostéosynthèse par plaque étant devenue quasi systématique, cette complication est exceptionnelle. Néanmoins, en cas de survenue, elle peut imposer la réalisation d'une ostéotomie de correction du cal, suivie d'une ostéosynthèse par plaque vissée.

Traitement des fractures de Monteggia

Le protocole thérapeutique de ces lésions est bien établi. Le premier geste à effectuer est la réduction puis l'ostéosynthèse de

la fracture de l'ulna. En effet, ce geste aboutit le plus souvent à la réduction spontanée de la tête radiale qui doit bien entendu être contrôlée par un cliché peropératoire. Ce n'est qu'en cas d'irréductibilité de la tête radiale après ostéosynthèse de la fracture de l'ulna qu'une exploration chirurgicale doit être proposée. Une immobilisation complémentaire par attelle postérieure brachio-antibrachio-palmaire en flexion à 90° du coude et en supination doit être réalisée. La rééducation du membre supérieur se fait le plus tôt possible, c'est-à-dire dès que la stabilité du coude l'autorise.

Traitement des luxations-fractures de Galeazzi

Ici aussi, la réduction première, suivie d'une ostéosynthèse anatomique du radius par plaque vissée, amène le plus souvent à la réduction de la radio-ulnaire inférieure. Une fois cette réduction obtenue et vérifiée radiographiquement, deux solutions sont possibles : soit un brochage temporaire de la radio-ulnaire inférieure en position de réduction, soit une immobilisation plâtrée pendant 2 mois en position de réduction de cette articulation (classiquement en supination). Une rééducation active de la pronosupination doit être réalisée à compter du 45^e ou 60^e jour postopératoire.

Fractures diaphysaires de l'avant-bras chez l'enfant

Comparativement à l'adulte, cette entité traumatique est beaucoup plus fréquente chez l'enfant, représentant 3 à 7 % des fractures selon les séries [16-21]. Les mécanismes sont les mêmes que chez l'adulte. Le diagnostic en est également le plus souvent évident en dehors des fractures peu ou pas déplacées (beaucoup plus fréquentes que chez l'adulte) où seule la palpation aboutit à la mise en évidence du foyer de fracture. Le bilan radiographique systématique en cas de suspicion clinique permet de confirmer le diagnostic.

Anatomie pathologique

En dehors des différents types vus chez l'adulte, il existe deux fractures spécifiques à l'enfant : les déformations plastiques et les fractures en « bois vert ». La structure de l'os cortical de l'enfant lui confère une grande déformabilité et explique les déformations plastiques parfois difficiles à diagnostiquer et dont la non-réduction peut altérer de façon durable la pronosupination.

L'os étant plus résistant en compression qu'en extension, la corticale rompt sur le versant convexe en tension et plie sur le versant concave en compression : c'est la fracture en « bois vert » avec rupture périostée sur le versant convexe.

Lorsque la fracture est complète, elle peut rester sous-périostée (le fourreau périosté étant très résistant chez l'enfant) ou non, autorisant alors des déplacements importants. Les luxations-fractures de Monteggia et de Galeazzi sont ici aussi très fréquentes [22-25]. Une place à part est à réserver aux fractures itératives qui représentent 5 à 10 % des séries, liées surtout à une durée d'immobilisation trop courte.

Traitement des fractures des deux os de l'avant-bras chez l'enfant

Traitement orthopédique

Le traitement orthopédique est le traitement de choix des fractures des deux os de l'avant-bras de l'enfant, le traitement chirurgical étant d'indication exceptionnelle [26, 27]. En l'absence de déplacement, une immobilisation par plâtre brachio-antibrachio-palmaire doit être réalisée pour une durée de 6 semaines pour les fractures en « bois vert » (qu'il ne faut pas hésiter à prolonger en cas de consolidation limite), et de 3 mois pour une fracture complète.

En cas de fracture complète déplacée, une réduction première sous anesthésie générale par traction prolongée dans l'axe du membre, coude fléchi à 90°, plus ou moins associée à des manipulations externes du foyer doit être effectuée sous contrôle à l'amplificateur de brillance. Une fois la réduction obtenue, avec restauration d'une bonne courbure pronatrice du

radius, une immobilisation plâtrée est effectuée par plâtre brachio-antibrachio-palmaire, coude à angle droit et poignet dans la position de réduction.

Pour les fractures en « bois vert » avec angulation importante, la réduction se fait sous anesthésie générale par manipulation douce. L'immobilisation se fait de la même façon par un plâtre antibrachio-palmaire.

Dans tous les cas, une surveillance postopératoire attentive doit dépister la survenue éventuelle d'un syndrome de Volkmann.

Une surveillance radiologique rapprochée doit être effectuée à j8, j14, j21, par une radiographie de contrôle sous plâtre de face et de profil strict afin d'éliminer tout déplacement secondaire.

Traitement chirurgical

Les indications chirurgicales sont rares [28]. Elles correspondent aux contre-indications du traitement orthopédique (complications cutanées ou vasculonerveuses, fractures ouvertes), aux échecs du traitement orthopédique (irréductibilité, instabilité de la fracture, déplacement secondaire sous plâtre) et aux complications (fracture itérative, cal vicieux). L'ostéosynthèse peut être réalisée par plaque vissée, tout comme chez l'adulte, ou par embrochage centromédullaire élastique selon Metaizeau.

Évolution

Évolution favorable

Le plus souvent, en cas de traitement adapté, ces fractures consolident sans séquelles.

Complications [29]

Complications immédiates. La fréquence des déplacements secondaires sous plâtre est évaluée entre 15 et 25 % selon les séries. D'autre part, tout comme chez l'adulte, la survenue d'un syndrome de Volkmann doit toujours être recherchée.

Complications secondaires. Les fractures itératives des deux os de l'avant-bras sont classiques chez l'enfant [30, 31]. Elles sont secondaires à une période d'immobilisation trop courte. Elles surviennent dans 5 à 10 % des cas selon les séries et peuvent être traitées soit orthopédiquement (en respectant une durée d'immobilisation suffisante), soit par brochage selon Metaizeau.

Les pseudarthroses de fractures des deux os de l'avant-bras chez l'enfant sont exceptionnelles et liées à des défauts thérapeutiques.

La survenue des cals vicieux, contrairement à l'adulte, aboutit rarement à une impotence fonctionnelle [32]. L'enfant a en effet des capacités de compensation que ne possède pas l'adulte. Néanmoins, le taux de survenue de cals vicieux apparaît très important (jusqu'à 65 % selon certaines séries) et leur fréquente bonne tolérance ne doit pas mener à une insuffisance dans la prise en charge thérapeutique de ces enfants. De plus, il est utile de se rappeler que les cals vicieux par rotation dans le foyer de fracture ne sont jamais corrigés par la croissance et entraînent régulièrement une perte de la pronosupination. Les capacités de récupération de l'enfant expliquent que le recours à une chirurgie de correction soit exceptionnel et n'intéresse que le grand enfant porteur de déformations importantes.

Les synostoses radio-ulnaires sont très rares chez l'enfant (cette particularité est en partie liée à l'absence de chirurgie à foyer ouvert chez l'enfant) et l'on retrouve les mêmes facteurs favorisants que chez l'adulte [5].

■ Traumatismes du poignet

Rappel anatomique

La région anatomique du poignet est celle qui répond à l'articulation radiocarpienne. Elle est délimitée par deux lignes circulaires, la limite supérieure passant au-dessus de la tête de l'ulna et la limite inférieure par une ligne passant immédiatement au-dessous du tubercule du scaphoïde et de l'extrémité inférieure du pisiforme. Le poignet se divise en une région antérieure, une région postérieure et l'articulation du poignet.



Figure 11. Radiographie de profil du poignet : la surface articulaire inférieure du radius regarde normalement en avant.

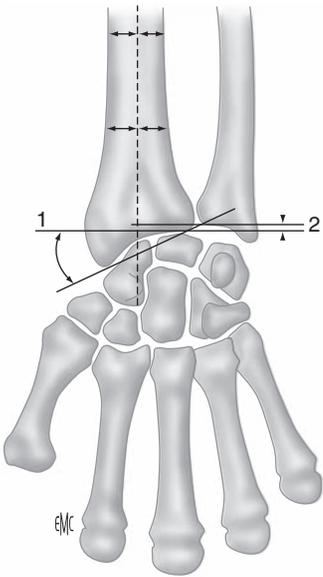


Figure 12. Sur une vue de face du poignet, l'inclinaison frontale de la glène radiale (1) est en moyenne de 25° et l'index radio-ulnaire inférieur de 2 mm (2).

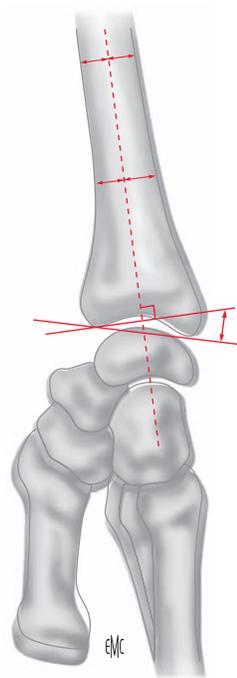


Figure 13. Sur une vue de profil du poignet, l'inclinaison sagittale de la glène radiale est en moyenne de 10°.



Figure 14. Les fractures de Pouteau-Colles sont dues dans la quasi-totalité des cas à un traumatisme indirect par chute en avant sur la main, alors que le poignet est en extension.

“ Point essentiel

Le traumatisme du poignet est probablement l'urgence le plus fréquemment rencontrée dans les services d'accueil de chirurgie orthopédique. Il atteint souvent la personne âgée, lors d'une chute de sa hauteur, mais également le sujet jeune travailleur manuel ou sportif. Il peut aboutir à de nombreuses entités traumatiques dont la forme la plus fréquente est la fracture de l'extrémité inférieure du radius. Néanmoins, il peut aussi être à l'origine de fractures du scaphoïde ou de luxations périlunaires du carpe. La démarche diagnostique, basée sur un examen clinique et radiographique adapté, doit éliminer chacune de ces lésions afin d'établir une thérapeutique spécifique aux différentes situations rencontrées.

L'articulation du poignet comprend l'articulation radiocarpienne et l'articulation radio-ulnaire inférieure. La surface articulaire inférieure du radius regarde normalement en bas, en avant et en dedans (Fig. 11) :

- sur le cliché de face du poignet, son inclinaison frontale est en moyenne de 25° (Fig. 12) ;
- sur le cliché de profil du poignet, son inclinaison sagittale est en moyenne de 10° : le secteur de flexion du poignet est plus important que celui de l'extension (Fig. 13).

De plus, la face inférieure de la tête de l'ulna est normalement plus haute que celle du bord ulnaire du radius : l'index radio-ulnaire inférieur a une valeur moyenne de 2 millimètres (Fig. 12). Cet espace est occupé par le ligament triangulaire disposé horizontalement sous la tête de l'ulna.

Fractures de l'extrémité inférieure du radius de l'adulte

Anatomie pathologique

Il existe plus de dix classifications des fractures de l'extrémité inférieure du radius ! Celle proposée par Castaing et le club des dix (1964) a le mérite d'être simple et facilement reproductible (contrairement à beaucoup d'autres). Elle reste la plus couramment utilisée en France.

Fractures à déplacement postérieur (ou fractures par compression-extension)

Il s'agit de la forme la plus fréquente de fractures de l'extrémité inférieure du radius [33]. Sa forme typique est la fracture de Pouteau-Colles [34, 35].

Elles sont dues dans la quasi-totalité des cas à un traumatisme indirect par chute en avant sur la main, alors que le poignet est en extension (encore appelée dorsiflexion) (Fig. 14). Lors de ce mouvement forcé, la compression brutale exercée par le condyle carpien sur l'épiphyse radiale est responsable des lésions osseuses. Le trait de fracture est extra-articulaire, siégeant 15 à



Figure 15. Dans les fractures de Pouteau-Colles, l'épiphyse radiale bascule vers l'arrière.



Figure 16. Aspect normal de face du poignet : la ligne bistyloïdienne est oblique en bas et en dehors d'une vingtaine de degrés.



Figure 17. Fractures de Pouteau-Colles : ascension et translation externe de la styloïde radiale responsable de la bascule dans le plan frontal de l'épiphyse, à l'origine d'une horizontalisation de la ligne bistyloïdienne.

20 millimètres au-dessus de l'interligne radiocarpien. Le déplacement se faisant en extension, l'épiphyse radiale bascule vers l'arrière (Fig. 15), déterminant un tassement de la corticale postérieure appelé comminution dont l'importance détermine la stabilité de la fracture et de sa réduction. S'associent à ce déplacement une ascension et une translation externe de la styloïde radiale, responsable de la bascule dans le plan frontal de l'épiphyse, à l'origine d'une horizontalisation de la ligne bistyloïdienne (Fig. 16, 17). Mais de nombreuses formes anatomiques fracturaires peuvent résulter de ces traumatismes en extension. L'épiphyse radiale peut en effet se fracturer (traits de refend articulaires) associant alors à la fracture sus-articulaire un trait de fracture articulaire soit dans le plan frontal (fracture dite en « T » frontal), soit dans le plan sagittal (fracture dite en « T » sagittal), soit dans les deux plans (fractures dites en « croix »). La

forme la plus fréquente de ces variations anatomopathologiques est la *dye punch fracture* des Anglo-Saxons libérant un fragment postéro-interne de l'épiphyse radiale qui est fracturée par la compression imposée à l'épiphyse par le semi-lunaire. L'analyse des clichés radiographiques doit être attentive afin de dépister ces traits articulaires pour adapter le traitement aux lésions anatomiques.

Fractures à déplacement antérieur (ou fractures par compression-flexion)

Leur fréquence est beaucoup moins grande que celle des fractures à déplacement postérieur. Il s'agit de fractures survenant soit au décours d'une chute sur le dos de la main, soit lors d'un traumatisme en flexion forcée (accident de moto) ou plutôt avec une extension modérée et une direction plus antérieure des contraintes liées au traumatisme.

Sa forme classique est la fracture dite de Goyrand-Smith, qui associe à un trait sus-articulaire un déplacement antérieur et une ascension avec translation externe de l'épiphyse radiale. Cette lésion est donc une fracture de Pouteau-Colles inversée. D'autres lésions fracturaires peuvent survenir suite à ce mécanisme. Elles ont en point commun leur caractère articulaire : le trait fracturaire atteint la surface articulaire inférieure du radius. Il s'agit des fractures marginales antérieures simples où persiste la corticale postérieure de l'épiphyse radiale ou des fractures marginales complexes où ce butoir postérieur a disparu. Le carpe est ici subluxé ou luxé en avant, imposant la réduction chirurgicale.

Fractures cunéennes externes

Elles ne sont ni à déplacement antérieur, ni à déplacement postérieur et correspondent à un trait antéropostérieur articulaire détachant tout ou partie de la styloïde radiale.

Fractures comminutives

Ces fractures résultent de traumatismes violents (accidents de la voie publique) et aboutissent à un véritable éclatement de l'épiphyse radiale. Elles surviennent souvent dans le contexte d'un polyfracturé (ou polytraumatisé). Il s'agit de fractures articulaires le plus souvent à grand déplacement atteignant à la fois l'interligne radiocarpien et radio-ulnaire inférieur. D'importantes lésions ligamentaires se surajoutent aux dégâts anatomiques et témoignent de la violence du traumatisme causal.

Lésions associées

L'association lésionnelle la plus classique aux fractures de l'extrémité inférieure du radius est la fracture de la styloïde ulnaire (20 à 65 % des cas selon les séries). Le retentissement de cette lésion sur le pronostic fonctionnel est très diversement apprécié selon les auteurs, et leur individualisation (fractures dites de Gérard Marchant) n'a pour certains aucun intérêt pratique, puisque ne modifiant pas le protocole thérapeutique, alors que d'autres prônent la réduction plus brochage de l'ulna. Cette fracture peut être remplacée par la survenue d'une luxation radio-ulnaire inférieure et doit être considérée comme le témoin de lésions ligamentaires associées.

Les autres associations sont surtout liées au complexe ligamentaire radio-ulno-carpien aboutissant au risque potentiel d'instabilité du poignet ou du carpe. Leur fréquence paraît être bien plus grande qu'initialement décrite. Leur diagnostic fait en effet appel à des techniques d'explorations modernes (arthrographie, arthroscanner, arthroscopie, imagerie par résonance magnétique [IRM]), expliquant les difficultés de dépistage par le passé. L'absence de mise en évidence de telles lésions explique peut-être les difficultés rencontrées pour définir les facteurs pronostiques des résultats fonctionnels après fracture de l'extrémité inférieure du radius.

Enfin, d'autres associations fracturaires peuvent intéresser le carpe : scaphoïde, lunatum et grand os plus particulièrement.

Examen clinique

L'interrogatoire doit tout d'abord établir les circonstances, l'heure et le mécanisme du traumatisme (à peu près toujours

indirect). Le côté dominant et le type d'activité professionnelle doivent être précisés. L'impotence fonctionnelle est le plus souvent totale, le patient tenant son membre fracturé dans la position classique des traumatisés du membre supérieur.

L'inspection, en cas de fracture déplacée (grande majorité des cas), met en évidence une tuméfaction associée à une déformation du poignet. De face, la main est positionnée en inclinaison radiale (déviée en dehors). De profil, en cas de déplacement postérieur, le poignet est déformé avec un aspect en « dos de fourchette » par saillie du fragment inférieur. Si le déplacement est antérieur, le poignet est déformé en sens inverse avec un aspect en « ventre de fourchette ».

La palpation permet de faire le diagnostic de fracture de l'extrémité inférieure du radius grâce à un signe pathognomonique : la ligne bistyloïdienne (rejoignant l'extrémité distale de la styloïde radiale et de la styloïde ulnaire), qui est normalement oblique en bas et en dehors d'une vingtaine de degrés, est horizontale, perpendiculaire au grand axe de l'avant-bras. De plus, la tête de l'ulna fait saillie en dedans, sur le bord interne du poignet.

L'examen locorégional vérifie l'absence d'ouverture cutanée (rare) et de complications vasculonerveuses, en particulier par la palpation du pouls radial et par la recherche d'une atteinte du nerf médian.

Examen radiographique

Il doit comporter une incidence de face (à rayon postéroanterior) et de profil strict (sur une planchette dorsale) des deux poignets afin de pouvoir comparer les repères anatomiques des deux côtés (le degré d'inclinaison frontale et sagittale, ainsi que l'index radio-ulnaire inférieur étant variables selon les individus). Toutefois, il est parfois difficile de réaliser des incidences parfaites dans le contexte de l'urgence chez un patient hyperalgique. De plus, l'existence de traits de fractures multiples associés à d'importants déplacements peut rendre aléatoire l'interprétation des clichés. C'est la raison pour laquelle, en cas d'indication chirurgicale, de nouveaux clichés de face et de profil sont réalisés sous traction, au bloc opératoire, sous anesthésie. Ce n'est souvent qu'à partir de ces radiographies que le bilan exact des lésions peut être effectué.

Résultats (Cf. supra)

Le trait de fracture est visualisé et est classé en sus-articulaire, articulaire ou comminutif.

Le déplacement est soit antérieur, soit postérieur, associé à l'horizontalisation de la ligne bistyloïdienne et de la glène radiale de face.

Une éventuelle comminution corticale est recherchée.

Une attention toute particulière doit tenter de dépister des traits de refends articulaires et des lésions associées (épiphyse ulnaire, scaphoïde...).

Évolution

Sous réserve d'un traitement adapté, elle est favorable dans l'immense majorité des cas, ne laissant aucune séquelle. La fracture consolide en moyenne en 45 jours. Néanmoins, des complications peuvent survenir.

Complications immédiates

Ouvertures cutanées. Elles sont rares et le plus souvent associées à des déplacements fracturaires importants. Elles imposent obligatoirement un parage, une prévention antitétanique et une antibiothérapie.

Complications vasculonerveuses. La survenue de complications vasculaires est tout à fait exceptionnelle. En revanche, une atteinte du nerf médian, le plus souvent incomplète (paresthésies et hypoesthésies dans le territoire correspondant), peut résulter d'une contusion directe ou d'une compression nerveuse par bascule postérieure de l'épiphyse. Elle n'impose pas de geste chirurgical particulier car elle disparaît presque toujours spontanément après réduction du déplacement fracturaire.

Complications secondaires

Compression sous plâtre. L'apparition secondaire d'un œdème est quasi obligatoire. Dans tous les cas, le membre



Figure 18. Cal vicieux d'une fracture de Pouteau-Colles avec bascule postérieure de l'épiphyse radiale.

supérieur fracturé doit être surélevé pendant les premiers jours afin d'éviter l'apparition d'une compression sous plâtre (également prévenue par une réalisation correcte du plâtre). Si, malgré ces précautions, des signes de compression apparaissent (douleur lancinante croissante et sensation de tension), le plâtre doit être fendu sans attendre l'ischémie ou les signes neurologiques (nerf médian) et la surveillance est encore accrue.

Déplacement secondaire [36]. Celui-ci est quasi systématique en cas de traitement orthopédique d'une fracture déplacée, si une réduction a été effectuée. En effet, la perte de réduction sous plâtre est presque obligatoire, en particulier chez les sujets âgés. La contention de la réduction fracturaire par brochage (quel qu'en soit le type) a permis de diminuer (mais pas de faire disparaître) le taux de survenue de cette complication. Si dans les 15 premiers jours la fracture peut être à nouveau réduite, après ce laps de temps l'apparition du cal osseux rend difficile cette attitude dont les indications doivent alors être posées avec prudence (de plus, le risque d'algoneurodystrophie est ici augmenté). Cette complication doit donc être tout particulièrement dépistée pendant les 2 premières semaines (radiographies de contrôle à j2, j8, j15).

Pseudarthroses. Elles sont exceptionnelles et de diagnostic parfois difficile (intérêt des clichés dynamiques).

Syndrome algoneurodystrophique [37]. C'est probablement la complication la plus fréquente et la plus difficilement prévisible des fractures de l'extrémité inférieure du radius (environ 15 à 25 % des cas). Elle peut apparaître dans n'importe quel cas, mais survient le plus souvent chez des sujets anxieux et est favorisée par la distraction et l'immobilisation prolongée ou en position forcée. Elle associe à des douleurs non mécaniques (douleurs de repos), une raideur, un œdème, un aspect luisant de la peau, une cyanose et des troubles vasomoteurs avec hypersudation. Une déminéralisation osseuse apparaît secondairement sur les radiographies de contrôle. Habituellement, ce syndrome guérit sans séquelles, mais peut être très long à disparaître (1 an) et est à l'origine d'une impotence fonctionnelle invalidante au retentissement socioprofessionnel important. Sa prévention passe par la lutte contre la douleur et la mobilisation articulaire douce précoce. Une rééducation trop rapide, à l'origine de phénomènes douloureux, est donc à proscrire.

Complications tardives

Cals vicieux [36]. C'est la complication tardive la plus fréquente. Ils sont soit secondaires à une absence de réduction d'un déplacement initial (et donc acceptés de facto), soit à un déplacement secondaire. Ils donnent un aspect inesthétique au poignet mais, s'ils sont extra-articulaires, leur tolérance fonctionnelle est le plus souvent bonne, même si une bascule postérieure importante (Fig. 18) limite théoriquement la flexion palmaire du poignet, et la translation externe de la main diminue la force de préhension.

Les cals vicieux de l'articulation radio-ulnaire inférieure retentissent sur la pronosupination qui est alors souvent moins

ample et plus ou moins douloureuse. Quant au retentissement arthrogène de ces cals vicieux articulaires de la radiocarpienne, sa survenue est biomécaniquement logique mais reste très discutée. Les indications de traitement chirurgical des cals vicieux (ostéotomie correctrice du cal, suivie d'une contention le plus souvent par broches) ne s'adressent donc qu'aux sujets jeunes, en particulier travailleur manuel, surtout s'il s'agit du côté dominant.

Raideur persistante du poignet et de la main. Elle est possible, le plus souvent secondaire à une immobilisation prolongée, à une absence de rééducation (que ce soit une autorééducation souvent suffisante ou avec l'aide d'un kinésithérapeute), ou séquelle d'une algoneurodystrophie. Sa prise en charge est difficile et à succès aléatoire.

Ruptures tendineuses (long extenseur du pouce). Elles sont le plus souvent dues à des traumatismes du tendon sur les extrémités des broches d'ostéosynthèse.

Névromes de la branche sensitive du nerf radial. Ils sont fréquents. Ils sont liés à un traumatisme iatrogène lors de l'incision cutanée ou lors de l'introduction des broches. Ils peuvent aussi apparaître après l'ablation des broches, lors de la recherche de l'extrémité distale de celles-ci qui peut être difficile.

Syndrome du canal carpien. Sa survenue après un cal vicieux du poignet est possible, même si elle est rare, comparativement à la fréquence des déformations séquellaires des fractures de l'extrémité inférieure du radius. Il peut nécessiter l'ouverture du canal carpien, voire l'ostéotomie d'un cal vicieux en cas de déplacement intolérable.

Traitement

Différentes solutions thérapeutiques

Traitement fonctionnel

Il comporte une immobilisation plâtrée ou en résine pendant la phase douloureuse, puis une mobilisation douce dès la disparition de l'impotence fonctionnelle et sans attendre la consolidation osseuse [38].

Traitement orthopédique

Il s'agit d'une immobilisation soit par manchette, soit brachio-antibrachio-palmaire en plâtre ou en résine, jusqu'à consolidation, soit 45 jours. L'immobilisation peut être précédée ou non d'une réduction manuelle d'un déplacement fracturaire par manœuvres externes, comportant (pour les fractures à déplacement postérieur) surtout une traction dans l'axe, suivie d'une hyperflexion et une inclinaison ulnaire du poignet, le membre étant en pronation, sous anesthésie locorégionale ou générale. Le membre peut être immobilisé soit en position de fonction, soit en position de réduction : flexion palmaire et inclinaison ulnaire, le coude étant fléchi à 90° (méthode de Judet : 3 semaines en plâtre brachio-antibrachio-palmaire dans cette position, puis poignet en position de fonction pendant 3 semaines supplémentaires). Les doigts sont libres, la face dorsale de la tête des métacarpiens devant apparaître, et du côté palmaire, le plâtre doit autoriser la flexion des métacarpophalangiennes.

Techniques d'embrochage

Elles ont toutes en commun l'utilisation de broches ayant pour but de stabiliser le foyer fracturaire. Elles peuvent être réalisées en percutané ou à l'aide d'une courte incision [39].

Embrochage styloïdien (Fig. 19). Il s'agit d'un embrochage unipolaire à partir de la styloïde radiale, pénétrant donc par le fragment distal puis traversant obliquement le foyer fracturaire pour se ficher dans la corticale opposée du fragment proximal [40].

Embrochage intrafocal selon Kapandji (Fig. 20). Les broches (deux ou trois) sont introduites par le foyer de fracture et fichées dans la corticale opposée du fragment proximal afin de stabiliser la fracture [41-43].



Figure 19. Embrochage styloïdien d'une fracture de Pouteau-Colles.



Figure 20. Embrochage intrafocal selon Kapandji d'une fracture de Pouteau-Colles.

A. Cliché de face.

B. Cliché de profil.

Embrochage centromédullaire élastique (Py). Il s'agit d'un embrochage à partir du fragment distal puis traversant obliquement le foyer fracturaire, mais les broches sont introduites non pas dans la corticale opposée du fragment proximal, mais à l'intérieur du canal médullaire [41].

Ostéosynthèse par plaque vissée

Elle n'est quasiment utilisée que dans les fractures à déplacement antérieur. La plaque est posée sur la face antérieure de l'extrémité inférieure du radius, puis vissée à travers les deux corticales afin d'obtenir un effet console.

Contention par fixateur externe

Son principe est d'effectuer une distraction du foyer de fracture et d'obtenir une réduction par ligamentotaxis. Deux trains de trois fiches sont introduits dans le fragment proximal du radius et dans le deuxième métacarpien. Ces fiches sont ensuite solidarisées par une ou deux barres, verrouillées une fois la distraction réalisée et la réduction obtenue. Cette technique, très ancienne, est parfois la seule solution possible en cas d'éclatement de l'épiphyse radiale où les broches et les vis n'auraient aucune tenue mécanique satisfaisante.

Une rééducation est entreprise immédiatement, en particulier pour entretenir la mobilité des doigts. Après l'ablation de l'immobilisation éventuelle, la mobilisation du poignet doit être douce et progressive, sous couvert d'un traitement médical antalgique. En cas d'embrochage, les broches sont systématiquement retirées au 45^e jour.

Critères de réduction

Ce sont les suivants :

- sur le cliché de face du poignet, l'obliquité de la ligne bistyloïdienne, l'inclinaison frontale de la glène et l'index radio-ulnaire inférieur positif doivent être rétablis ;
- sur le cliché de profil du poignet, la glène radiale doit avoir retrouvé son inclinaison sagittale vers l'avant d'environ 10°.

Indications thérapeutiques

Fractures déplacées à bascule postérieure : fractures de Pouteau-Colles

Dans l'immense majorité des cas, le traitement préconisé comprend un premier temps de réduction sous anesthésie, suivi d'une contention par brochage [44, 45]. Les indications des différents types de brochage sont surtout affaire d'école, aucun n'ayant démontré sa supériorité sur les autres, même si certains critères anatomiques lésionnels sont plus en faveur de tel ou tel type de technique [46]. Une immobilisation postopératoire est le plus souvent inutile après la réalisation du brochage (quel qu'en soit le type), mais est en général utilisée [40] pendant la phase douloureuse (c'est-à-dire pour 8-10 jours) ou parfois pendant 45 jours (cf. infra). La rééducation est ensuite effectuée, soit par le patient lui-même, soit à l'aide d'un kinésithérapeute, avec les réserves rapportées plus haut, puis les broches sont retirées au 45^e jour.

Néanmoins, certains confient au plâtre ou à la résine le rôle de contention après réduction avec un risque important de déplacement secondaire [47].

Enfin, chez les personnes très âgées, on peut accepter de principe l'apparition d'un cal vicieux (au vu de la bonne tolérance des cals vicieux et de l'âge du patient) et traiter fonctionnellement ce type de fracture, autorisant un retour immédiat au domicile du sujet.

Fractures déplacées à bascule antérieure : fractures de Goyrand-Smith

Le traitement doit ici faire appel à une réduction à ciel ouvert suivie par une contention par plaque vissée antérieure. Le brochage ne permet en effet pas de stabiliser correctement ce type de lésion. Les fractures marginales antérieures sont traitées selon la même technique chirurgicale.

Fractures non déplacées

Elles imposent une immobilisation par manchette plâtrée en position de fonction jusqu'à consolidation (4 à 6 semaines).

Fractures comminutives

Seule la distraction prolongée par fixation externe permet d'aligner correctement l'épiphyse sous la diaphyse radiale [48]. La distraction est conservée environ 3 semaines, puis le fixateur externe est le plus souvent conservé sans distraction (pour diminuer le risque d'algodystrophie) ou remplacé par une manchette plâtrée pendant 1 mois.

Traitement des lésions associées

Le traitement chirurgical des lésions ligamentaires associées est encore très discuté. Certains les négligent, d'autres confient à une immobilisation plâtrée ou en résine la cicatrisation ligamentaire (le membre est donc immobilisé, même si l'ostéosynthèse de la lésion fracturaire est stable), et d'autres enfin brochent les articulations présentant de telles lésions ligamentaires (scapholunaires et radio-ulnaires inférieures, tout particulièrement).

Dans tous les cas, la surveillance clinique et radiographique est fondamentale afin de dépister la survenue de complications.

Fractures de l'extrémité inférieure des deux os de l'avant-bras de l'enfant

Ces fractures sont extrêmement fréquentes (30 % des fractures des membres de l'enfant) et de réputation bénigne [49]. Dans 40 % des cas, elles touchent les deux os de l'avant-bras, dans

40 % des cas un seul os (en général le radius), et dans 20 % des cas, le cartilage de croissance. Le pronostic doit toujours rester réservé en raison du risque de lésion du cartilage de croissance, à l'origine d'anomalies de croissance séquellaires [50].

Anatomie pathologique

Trois types de fractures existent : les fractures en « motte de beurre », les fractures en « bois vert », les fractures complètes atteignant les deux corticales [51, 52]. Lorsqu'il existe une atteinte du cartilage de croissance, cinq types de fracture-décollement épiphysaires sont distingués, selon la classification de Harris et Salter [53].

Diagnostic

Le mécanisme causal est toujours difficile à connaître chez l'enfant. Le plus souvent il s'agit d'un traumatisme indirect par chute sur la paume ou le dos de la main, et plus rarement d'un traumatisme direct. Douleur et impotence fonctionnelle dominent le tableau clinique. Le diagnostic est affirmé par l'examen radiographique (mêmes clichés que chez l'adulte).

Évolution

Dans l'immense majorité des cas, elle se fait vers la guérison rapide sans séquelles. Les complications immédiates cutanées ou vasculonerveuses sont tout à fait exceptionnelles. La surveillance initiale et les mesures de prévention classiques (cf. supra) doivent empêcher l'apparition d'une complication sous plâtre. Les déplacements secondaires sont dépistés par une surveillance radiographique régulière (j2, j8, j15 et à l'ablation du plâtre). De plus, il existe chez l'enfant une capacité de remodelage du cal, classiquement jusqu'à 30° avant 8 ans, 15° au-delà de 10 ans, permettant une correction spontanée de certains cals vicieux. Néanmoins, le risque de stérilisation complète ou partielle du cartilage de croissance est à l'origine de la gravité potentielle de telles lésions, car responsable de troubles de la croissance avec déformations évolutives retentissant sur le pronostic fonctionnel et pouvant imposer une correction chirurgicale.

Traitement

Le traitement des fractures en « motte de beurre » peu ou pas déplacées se fait par immobilisation dans une manchette, le plus souvent en résine, pour 3 semaines.

En cas de déplacement important pour les autres types de fractures, une réduction par manœuvres externes, sous anesthésie générale, est nécessaire.

Pour les fractures complètes à déplacement postérieur, la réduction est obtenue en exagérant l'angulation dorsale, la pression du pouce abaissant le fragment distal et amenant son bord postérieur en regard de celui du fragment supérieur (manœuvre de Pilcher). Ensuite, certains réalisent d'emblée un brochage styloïdien ou intrafocal, trouvant que la manœuvre de Pilcher accentue les lésions des parties molles et l'œdème post-traumatique.

Dans tous les cas, une immobilisation par un plâtre brachio-antibrachio-palmaire bien moulé en position de réduction est réalisé pour une durée de 6 semaines. Le plâtre doit ici être préféré à la résine car il permet d'obtenir une meilleure adaptation du type de contention aux reliefs du squelette osseux.

Fractures de l'extrémité inférieure de l'ulna

Elles sont beaucoup plus rares et au retentissement fonctionnel moins important, même si elles ont été beaucoup moins étudiées que celles du radius. Elles sont le plus souvent à un traumatisme direct sur le bord interne du poignet et aboutissent à une impotence fonctionnelle, en particulier de la pronosupination.

Le bilan radiographique (cf. supra) permet d'analyser le trait de fracture, sa comminution, son déplacement et son caractère articulaire ou non (articulation radio-ulnaire distale).

Les modalités thérapeutiques de ces fractures ne sont pas parfaitement établies. Le plus souvent, une simple immobilisation plâtrée ou en résine est préconisée, avec ou sans immobilisation de la pronosupination (manchette ou brachio-antibrachio-palmaire en plâtre ou maintenant le plus souvent en résine) pour une durée de 4 semaines. Le traitement fonctionnel (immobilisation pendant la phase douloureuse) ne modifie pas ou peu la qualité de la consolidation osseuse et semble aboutir à un meilleur résultat sur la mobilité. Enfin, en cas de déplacement important (incongruence radio-ulnaire inférieure) une réduction suivie d'une ostéosynthèse par embrochage ou plaque vissée peut être proposée.

Dans tous les cas, le risque évolutif de ces fractures est l'enraidissement en pronosupination du membre supérieur. Des pseudarthroses peuvent également parfois survenir.

Fractures du scaphoïde

Le dogme de Watson Jones, « tout traumatisme du poignet doit faire présumer l'existence d'une fracture du scaphoïde jusqu'à preuve radiographique du contraire », s'explique par le fait que cette fracture est la plus fréquente des fractures des os du carpe (environ 85 % des cas) et nécessite un traitement adapté [54].

La mise en évidence des complications à moyen et long termes de ces fractures [55, 56] a abouti à leur traitement chirurgical de plus en plus fréquent afin de réduire les déplacements, de stabiliser les deux fragments par une ostéosynthèse stable et de traiter les lésions ligamentaires associées.

Physiopathologie

La fracture du scaphoïde survient le plus souvent chez l'homme jeune après une chute sur la main, poignet en hyperextension [57]. L'autre possibilité est la survenue d'une telle lésion au cours d'une luxation du lunatum (cf. infra), définissant la luxation transscapho-périlunarienne (transscaphoïdienne car passant par le trait de fracture du scaphoïde).

Anatomie pathologique

Le trait de fracture peut être transversal ou oblique, et siège soit dans le tiers proximal (10 %), soit dans la région cervicale médiane (70 %), soit dans la partie distale du scaphoïde (20 %). Ces distinctions sont importantes car elles influencent le pronostic et le traitement de ces lésions [58]. Les fractures obliques verticales sont très instables, aboutissant à des contraintes en cisaillement amenant à un risque important de pseudarthrose, et les fractures proximales coupant la vascularisation du fragment proximal exposent au risque de nécrose de ce fragment.

Diagnostic

Examen clinique

Le plus souvent, il existe une impotence fonctionnelle modérée associée à un œdème de la tabatière anatomique. La mise en évidence d'une douleur déclenchée à la pression de la tabatière anatomique, à la traction et à la pulsion du pouce selon son grand axe, et surtout lors de la pronation de l'avant-bras est très évocatrice du diagnostic. En l'absence de diagnostic, l'impotence fonctionnelle disparaît le plus souvent presque totalement en 3 semaines, aboutissant au diagnostic erroné d'entorse du poignet avec pour conséquence un taux très important de complications dégénératives à moyen et long termes dont le traitement est long et difficile.

Examen radiographique

Il est fondamental car le diagnostic repose sur l'interprétation des clichés qui doivent être réalisés de façon spécifique.

En effet, le classique « face plus profil du poignet » ne permet le plus souvent pas d'analyser correctement le scaphoïde.

Il est ainsi indispensable de demander des incidences dites de Schneck : le poing fermé posé sur la plaque permet d'obtenir une légère flexion dorsale du poignet qui met le scaphoïde dans un plan perpendiculaire au rayon et autorise alors une étude

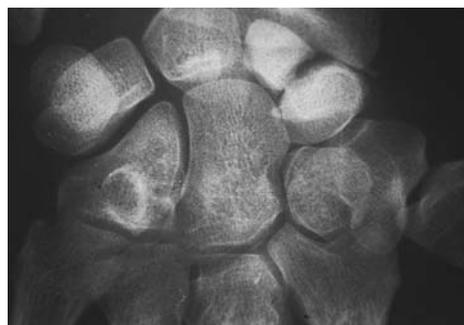


Figure 21. Pseudarthrose du scaphoïde avec écart interfragmentaire.

“ Point important

Les signes cliniques sont le plus souvent frustes et fugaces, expliquant que la fracture du scaphoïde soit encore trop souvent méconnue, et imposent sa suspicion systématique devant tout traumatisme du poignet ⁺⁺⁺.

fiable de son intégrité. Trois incidences sont réalisées dans cette position : une de face en pronation de 90° et inclinaison ulnaire, une en supination de 20°, et une en hyperpronation de 100°. Néanmoins, la fracture n'est parfois pas visible malgré un bilan radiographique bien fait. Si la suspicion clinique est réelle, il ne faut pas hésiter dans ces cas à immobiliser temporairement le poignet pour réaliser de nouveaux clichés 10 à 15 jours plus tard, hors plâtre (ou résine), car une résorption osseuse périfracturaire initiale est systématique et permet de visualiser plus facilement le trait de fracture qui était passé inaperçu en urgence. D'autres préfèrent réaliser des clichés dynamiques immédiatement pour éviter d'immobiliser inutilement le poignet. Enfin, certains utilisent la scintigraphie, les tomographies, le scanner avec reconstruction, ou encore l'IRM, en particulier en saturation de graisse (*sat fat*), témoignant de la difficulté diagnostique. A contrario, l'existence d'une trop belle image de fracture sur les clichés initiaux (souvent à trait net et dont les bords sont condensés) doit faire évoquer le diagnostic de pseudarthrose d'une fracture ancienne parfois passée inaperçue, et impose la recherche de l'existence d'un traumatisme ancien du poignet dans les antécédents du patient ⁺⁺⁺.

Évolution et pronostic

Bien traitées, une grande partie des fractures du scaphoïde guérissent sans séquelles [59]. Il est toutefois indispensable de prévenir le patient que cette consolidation est longue, 3 mois en moyenne, aboutissant à un retentissement professionnel et social prolongé contrastant pour le sujet avec l'apparente bénignité de la lésion. Le trait de fracture ne disparaît jamais avant 6 à 8 semaines et il ne faut donc pas s'en inquiéter. L'apparition d'un cal est ici très rare car la consolidation est de type endosté : il n'existe pas de périoste (responsable de la formation du cal des os longs) autour du scaphoïde puisque celui-ci est presque entièrement recouvert de cartilage.

L'évolution vers la pseudarthrose est la complication la plus classique des fractures isolées du scaphoïde [60] (Fig. 21). La pauvreté et le type de vascularisation de cet os (assurée par des branches artérielles rétrogrades) expliquent la survenue régulière de pseudarthrose. Il peut également survenir une nécrose du fragment proximal, en particulier dans les fractures du tiers supérieur du scaphoïde.

L'autre complication fréquente est la survenue d'un cal vicieux du scaphoïde en flexion, secondairement responsable de l'apparition d'une désorganisation du carpe et d'une arthrose secondaire [61].

Enfin, le pronostic des fractures du scaphoïde repose surtout sur la présence de lésions ligamentaires associées, siégeant tout particulièrement dans la partie antérieure du carpe (ligament

radioscapholunaire antérieur). Celles-ci aboutissent à une horizontalisation du scaphoïde et à une instabilité du carpe (avec bascule le plus souvent en dorsiflexion du lunatum ou *dorsal intercalated segment instability* [DISI]). La mise en évidence de telles lésions impose la réalisation de clichés dynamiques plus ou moins associés à une arthrographie avec coupes scanariennes, voire d'une IRM du poignet. Les lésions ligamentaires associées aux fractures du scaphoïde nécessitent donc un traitement spécifique adapté.

Si certaines pseudarthroses sont bien tolérées car associées à un carpe stable, l'association d'une pseudarthrose du scaphoïde à une instabilité carpienne est le plus souvent à l'origine d'une impotence fonctionnelle par disjonction scapholunaire, puis par arthrose radiocarpienne, voire globale du poignet, grave chez des sujets jeunes souvent travailleurs manuels.

Traitement

Le traitement des fractures isolées du scaphoïde peut être orthopédique ou chirurgical [62].

Traitement orthopédique

Il consiste le plus souvent en une immobilisation par plâtre ou résine antibrachio palmaire immobilisant l'articulation métacarpophalangienne du pouce en position d'opposition, mais laissant libre l'interphalangienne du pouce et les quatre autres métacarpophalangiennes. Cette contention doit être conservée 3 mois (à adapter en fonction de l'évolution radiographique : il ne faut pas hésiter à prolonger 1 mois de plus l'immobilisation si la fracture semble vouloir consolider mais que sa qualité est insuffisante après un délai de 3 mois). Certains préconisent l'immobilisation complémentaire du coude, au moins dans un premier temps, sans que cette attitude ait fait la preuve de sa supériorité.

Traitement chirurgical [63]

Il repose sur une réduction première, suivie d'une ostéosynthèse, classiquement par vissage à ciel ouvert [64] ou parfois par embrochage percutané. Une immobilisation plâtrée complémentaire est le plus souvent utilisée en postopératoire, d'une durée variable selon la stabilité du montage réalisé et selon l'existence de lésions associées.

En cas de fracture isolée du scaphoïde non déplacée, le traitement est orthopédique. Néanmoins, toute fracture du scaphoïde est une fracture intra-articulaire puisque la quasi-totalité de cet os est recouverte de cartilage. En cas de fracture déplacée, le traitement chirurgical s'impose donc, car la réduction orthopédique de ces fractures est impossible et ce traitement aboutit obligatoirement à l'apparition d'un cal vicieux articulaire, et à distance, à une arthrose du poignet.

La survenue d'une pseudarthrose impose, lorsqu'elle est symptomatique, la réalisation d'un apport osseux par greffe (intervention de Matti-Russe) plus ou moins associée à une ostéosynthèse en compression par vissage. Certains cas de complications vues tardivement (car peu symptomatiques initialement), associant instabilité du carpe et arthrose, peuvent imposer la réalisation d'arthrodèses intracarpiennes, voire radiocarpennes. Ces traitements nécessitent l'utilisation d'une immobilisation du poignet en postopératoire (3 mois pour l'intervention de Matti-Russe) et imposent donc un arrêt prolongé des activités professionnelles (catastrophique pour certains travailleurs manuels artisans, chez qui cette lésion est fréquente). Ceci explique pourquoi cette lésion ne doit pas être négligée et que le patient doit être prévenu de l'évolution longue et parfois compliquée de « cette fracture de ce tout petit os de la main qui n'apparaît pas bien grave » !

Luxation périlunarienne

Bien qu'il s'agisse de la luxation du poignet la plus fréquente [65, 66], cette affection reste rare. Elle survient après un traumatisme violent [67], le plus souvent chez l'homme jeune (le même mécanisme chez le vieillard aboutit à une fracture de l'extrémité inférieure du radius). Son diagnostic, qui repose sur

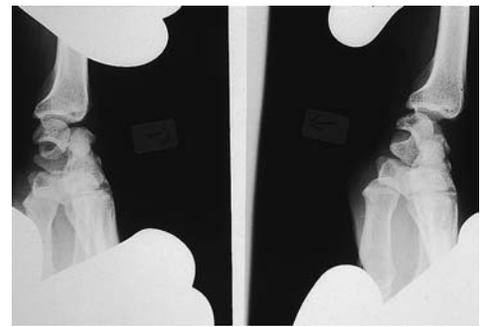


Figure 22. Luxation rétrolunaire du carpe.

le bilan radiographique, est difficile [68] : 30 % de ces lésions restent inaperçues, retentissant de façon inéluctable sur le résultat fonctionnel final [69, 70].

Physiopathologie

Elle succède à un mécanisme indirect par extension forcée du poignet (chute sur la paume de la main). L'hyperextension rompt les attaches postérieures du lunatum et/ou les attaches antérieures et postérieures entre grand os et lunatum [66, 71, 72]. Dans la forme classique, lorsque le carpe revient sous la glène, le lunatum est expulsé en avant, mais reste attaché au radius par les attaches radiolunaires antérieures.

Anatomie pathologique

Deux grands types de lésions existent [73] :

- luxation rétrolunaire du carpe [74] : elle est secondaire à la rupture des ligaments antérieurs unissant le grand os au lunatum. Le grand os vient alors se placer en arrière du lunatum resté en place du fait de l'intégrité du ligament radio-ulnaire postérieur ;
- luxation antérieure du lunatum : elle apparaît lorsque l'énergie du traumatisme n'a pas été totalement absorbée par la luxation rétrolunaire du carpe. Le grand os refoule alors le lunatum vers l'avant et rompt le ligament radio-ulnaire postérieur.

Ainsi, les luxations périlunariennes sont le plus souvent classées en trois stades selon l'intégrité ou non des freins antérieurs et postérieurs du lunatum [75].

Diagnostic

Examen clinique

Le mécanisme en hyperextension forcée violente du poignet doit systématiquement faire évoquer ce diagnostic. Le patient se présente avec une attitude classique de « main cloutée », immobilisée en griffe, tous les doigts étant en demi-flexion. Cette attitude en crochet est irréductible, toute mobilisation des doigts étant strictement impossible du fait de la douleur qui est très vive, et parfois évocatrice lorsqu'elle irradie dans le territoire du nerf médian. L'impotence fonctionnelle est absolue. Le poignet apparaît élargi dans le sens antéropostérieur, avec un aspect en « dos de fourchette », mais plus bas situé que dans le cas des fractures de Pouteau-Colles. La palpation retrouve initialement une saillie exquivement douloureuse à la face antérieure du poignet. En revanche, la ligne bistyloïdienne a conservé son obliquité normale.

Le bilan locorégional systématique met le plus souvent en évidence un déficit sensitif plus ou moins complet dans le territoire du nerf médian.

Examen radiographique (Fig. 22)

Il comporte un cliché de face et de profil strict du poignet+++.

De face, il n'y a pas de fracture du radius et le carpe est centré sous la glène radiale. Un signe doit néanmoins faire immédiatement évoquer le diagnostic : le lunatum a perdu son aspect normal quadrangulaire pour prendre une forme triangulaire et se chevauche avec le grand os. Une fracture du scaphoïde est très souvent associée (50 % des cas) et doit être

recherchée, son fragment supérieur restant solidaire du lunatum luxé. Le profil fait le diagnostic : en cas de luxation antérieure du lunatum, celui-ci se projette en avant du carpe, et dans la luxation rétrolunaire du carpe, c'est l'ensemble du carpe qui est situé en arrière par rapport au lunatum.

Évolution et pronostic

L'évolution est le plus souvent favorable en cas de diagnostic immédiat et de traitement adapté [76]. Il faut toutefois prévenir les patients que le temps nécessaire à la guérison est toujours long (6 mois en l'absence de complications).

Les complications immédiates sont les lésions du nerf médian, les fractures du scaphoïde et les lésions tendineuses [77].

La complication tardive la plus fréquente est la nécrose du lunatum (15 à 20 % des cas), aboutissant à une impotence fonctionnelle du poignet avec perte de force évoluant vers une arthrose du poignet.

Enfin, le risque d'instabilité post-traumatique du carpe, séquellaire des lésions ligamentaires, explique les tentatives actuelles d'amélioration de la prise en charge thérapeutique de cette affection (sutures ligamentaires).

En cas de fracture associée, le taux de pseudarthrose du scaphoïde varie selon la qualité de sa réduction et du type de fracture. Elle est favorisée par l'instabilité persistante du carpe.

Dans tous les cas, le risque d'algoneurodystrophie est très important.

Traitement

Si le diagnostic est fait immédiatement, une réduction orthopédique sous anesthésie par traction prolongée dans l'axe doit être réalisée [74, 75, 78], éventuellement aidée par une pression manuelle sur la saillie du lunatum.

Un contrôle radiographique pour juger de la qualité de la réduction est indispensable. Si cette réduction orthopédique est impossible (rare si elle est réalisée en urgence), une réduction sanglante doit être faite [79], en sachant que l'abord chirurgical augmente la dévascularisation du lunatum et augmente le risque de nécrose (d'où l'importance du diagnostic immédiat). Le type de contention post-réductionnelle, nécessaire à la cicatrisation ligamentaire, est variable selon le type de lésion initiale. Elle est parfois assurée par une manchette plâtrée pendant 1 mois (de moins en moins utilisée), ou par un brochage (surtout scapholunaire) temporaire, afin de stabiliser correctement les lésions. L'association à une fracture du scaphoïde [80] impose sa réduction, suivie le plus souvent d'une ostéosynthèse par vissage ou brochage afin de stabiliser correctement le carpe.

Cet article a été publié pour la première fois en 2000 dans le traité d'Urgences.

Références

- [1] Gelberman R, Garfin SR, Hergenroeder PT, Mubarak SJ, Menon J. Compartment syndromes of the forearm: diagnosis and treatment. *Clin Orthop Relat Res* 1981;**161**:252-61.
- [2] Breit R. Post-traumatic radioulnar synostosis. *Clin Orthop Relat Res* 1983;**174**:149-52.
- [3] Olerud S. Post-traumatic radioulnar synostosis. *Acta Orthop Scand* 1981;**52**:460.
- [4] Razemon JP, Decoux J, Leclair HP. Les synostoses radio-cubitales post-traumatiques de l'adulte. *Acta Orthop Belg* 1965;**31**:5-23.
- [5] Vince KG, Miller JE. Cross-Union complicating fracture of the forearm - part I: adult, part II: children. *J Bone Joint Surg Am* 1987;**69**:640-61.
- [6] Comtet JJ, Bichanchi Maiocchi A, Benedetti G. Les fractures de Monteggia (table ronde). *Rev Chir Orthop* 1979;**65**:57-64.
- [7] Stein F, Grabias SL, Deffer PA. Nerve injury complicating Monteggia lesions. *J Bone Joint Surg Am* 1971;**53**:1432-6.
- [8] Elstrom JA, Pankovich AM, Egwele R. Extra-articular low-velocity gunshot fractures of the radius and ulna. *J Bone Joint Surg Am* 1978;**60**:335-41.
- [9] Lyritis G, Ionnidis T, Hartofylakidis-Garofalidis G. The influence of timing and rigidity of internal fixation on bony union of fractures of the forearm. *Injury* 1983;**15**:53-6.
- [10] Roy-Camille R, Honnart F. Les fractures des deux os de l'avant-bras et leurs complications, leur traitement. *Nouv Presse Med* 1972;**1**:1029-32.
- [11] Aho AJ, Nimitinen SJ, Luoma R, Salo U. Antebrachium fractures. Rush pin fixation today in the light of late results. *J Trauma* 1984;**24**:604-10.
- [12] Rush LV. In: *Atlas of rush pin techniques*. Meridian: Berivon Company; 1976. p. 1-32.
- [13] Galimberti A, Petazzi I. Considération sur le traitement des fractures de l'avant-bras par fixation intra-médullaire. *Minerva Orthop* 1967;**18**:509-14.
- [14] Matsen FA. Compartmental syndrome. An unified concept. *Clin Orthop Relat Res* 1975;**113**:8-14.
- [15] Muller ME, Thomas RJ. Treatment of non-union in fractures of long bones. *Clin Orthop Relat Res* 1979;**138**:141-53.
- [16] Borden S. Traumatic bowing of the forearm in children. *J Bone Joint Surg Am* 1974;**56**:611-6.
- [17] Creasman C, Zaleske DJ, Ehrlich MG. Analyzing forearm fractures in children. *Clin Orthop Relat Res* 1984;**188**:40-53.
- [18] Daruwalla JJ. A study of radioulnar movements following fractures of the forearm in children. *Clin Orthop Relat Res* 1979;**139**:114-20.
- [19] Glorion B, Delplace J, Boucher M. Déformation squelettique de l'avant-bras après traumatisme des deux os chez l'enfant. *Ann Orthop Ouest*;1974;(n°6):91-5.
- [20] Jouve JL, Guillaume JM, Jacquemier M, Bollini G, Petit P. Fractures de l'avant-bras chez l'enfant. *Encycl Méd Chir* (Elsevier SAS, Paris), Appareil locomoteur, 14-045-A-10, 1997 : 9p.
- [21] Rigault P. Les fractures de l'avant-bras chez l'enfant. *Ann Chir* 1980;**34**:810-6.
- [22] Bado JC. The Monteggia lesions. *Clin Orthop Relat Res* 1967;**50**:71-86.
- [23] Bracq H. Fractures de Monteggia. *Rev Chir Orthop* 1987;**73**:481-3.
- [24] Jacquemier M, Dick R, Jouve JL, Rambaud M, Ramaherisson P, Bollini G, et al. La lésion Monteggia. In: Clavert JM, Taizeau JP, editors. *Les fractures des membres chez l'enfant*. Montpellier: Sauramps Médical. 1990. p. 215-31.
- [25] Judet J, Judet R, Lagrange J. *Fractures des membres de l'enfant*. Paris: Maloine; 1958.
- [26] Evan EM. Fractures of the radius and ulna. *J Bone Joint Surg Br* 1951;**33**:548-61.
- [27] Tanguy A. Fractures des deux os de l'avant-bras chez l'enfant. In: *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Conférences d'enseignement*. Paris: Expansion scientifique française; 1990. p. 115-28.
- [28] Thomas EM, Tuson KW, Browne PS. Fractures of the radius and ulna in children. *Injury* 1975;**7**:120-4.
- [29] Holdsworth BJ, Sloan JP. Proximal forearm fractures in children: residual disability. *Injury* 1982;**14**:174-9.
- [30] Filipe G, Dupont JY, Carliz H. Les fractures itératives des deux os de l'avant-bras chez l'enfant. *Chir Pédiatr* 1979;**20**:421-6.
- [31] Seyffarth G. Fractures répétées de l'avant-bras chez l'enfant. *Mschir Unfallheilk* 1966;**69**:525-30.
- [32] Karger C, Dietz JM, Heckel T, Briot B, De Thomasson E. Devenir des cals vicieux diaphysaires de l'avant-bras chez l'enfant. À propos de 108 fractures traitées par méthode orthopédique. *Rev Chir Orthop* 1986;**72**(suppl2):44-7.
- [33] Lidström A. Fractures of the distal end of the radius: a clinical and statistical study of end results. *Acta Orthop Scand* 1959;**41**:1-10 [suppl].
- [34] Colles A. On the fracture of the carpal extremity of the radius. *Edinburgh Med Surg J* 1814;**10**:182-6.
- [35] Weber ER. A rational approach for the recognition and treatment of Colles' fracture. *Hand Clin* 1987;**3**:13-21.
- [36] Gartland Jr. JJ, Werley CW. Evaluation of healed Colles' fractures. *J Bone Joint Surg Am* 1951;**33**:895-907.
- [37] Frykman G. Fracture of the distal radius including sequelae shoulder-hand-finger syndrome, disturbance in the distal radio-ulnar joint and impairment of nerve function: a clinical and experimental study. *Acta Orthop Scand* 1967;**108**:1-43 [suppl].
- [38] Sarmiento A, Pratt GW, Berry NC, Sinclair WF. Colles' fractures. Functional bracing in supination. *J Bone Joint Surg Am* 1975;**57**:311-7.
- [39] Clancey GJ. Percutaneous Kirschner-wire fixation of Colles fractures: a prospective study of thirty cases. *J Bone Joint Surg Am* 1984;**66**:1008-14.
- [40] Allain J, Le Guilloux P, Lemouel S, Goutallier D. Trans-styloid fixation of fractures of the distal radius. *Acta Orthop Scand* 1999;**70**:119-23.
- [41] Delattre O, Saillant G, Lemoine J, Benazet JP, Roy-Camille R. Réduction et synthèse par brochage des fractures du poignet. Étude comparative entre la technique de Kapandji et la technique de Py. *Rev Chir Orthop* 1994;**80**:94-107.

- [42] Desmanet E. L'ostéosynthèse par double embrochage souple du radius : traitement fonctionnel des fractures de l'extrémité inférieure du radius. À propos d'une série de 130 cas. *Ann Chir Main* 1989;**8**: 193-206.
- [43] Kapandji A. L'ostéosynthèse par double embrochage intra-focal : traitement fonctionnel des fractures non articulaires de l'extrémité inférieure du radius. *Ann Chir* 1976;**30**:903-8.
- [44] Kerboul B, Le Saout J, Lefevre C, Miroux D, Fabre L, Le Noac'h JF, et al. Étude comparative de trois méthodes thérapeutiques de la fracture de Pouteau-Colles. À propos de 97 cas. *J Chir* 1986;**123**:428-34.
- [45] Lenoble E, Dumontier C, Goutallier D, Apoil A. Fracture of the distal radius. A prospective comparison between trans-styloid and Kapandji fixations. *J Bone Joint Surg Br* 1995;**77**:562-7.
- [46] Lenoble E, Dumontier C. Fracture de l'extrémité distale des deux os de l'avant-bras chez l'adulte. *Encycl Méd Chir* (Elsevier SAS, Paris), Appareil locomoteur, 14-045-B-10, 1997 : 14p.
- [47] Altissimi M, Antenucci R, Fiacca C, Mancini GB. Long-term results of conservative treatment of fractures of the distal radius. *Clin Orthop Relat Res* 1986;**206**:202-10.
- [48] Scheck M. Long-term follow-up of treatment of comminuted fractures of the distal end of the radius by transfixation with Kirschner wires and cast. *J Bone Joint Surg Am* 1962;**44**:337-51.
- [49] Blount WR. *Fractures in children*. Baltimore: Williams and Wilkins; 1955.
- [50] Collet LM. Les fractures de l'extrémité inférieure des deux os de l'avant-bras chez l'enfant, à propos de 500 cas. [thèse], Amiens, 1982.
- [51] Chigot PL, Esteve P. Étude anatomo-clinique des fractures de l'avant-bras de l'enfant. *Rev Prat* 1972;**22**:1607-13.
- [52] Collet LM, Rigault P. Fractures de l'extrémité inférieure des deux os de l'avant-bras chez l'enfant. *Encycl Méd Chir* (Elsevier SAS, Paris), Appareil locomoteur, 14-045-C-10, 1985 : 7p.
- [53] Weber BG. *Treatment of fractures in children and adolescents*. Berlin: Springer-Verlag; 1980.
- [54] Allieu Y, Benichou M, Touchais S. Fractures des os du carpe. *Encycl Méd Chir* (Elsevier SAS, Paris), Appareil locomoteur, 14-046-B-10, 1988 : 14p.
- [55] Gibson PH. Scaphoid-trapezium-trapezoid dislocation. *Hand* 1983;**15**: 267-9.
- [56] Kuhlmann JN, Tubiana R. Le poignet. In: Razemon JP, Fisk GR, editors. *Monographies du GEM*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1983.
- [57] Weber ER. Biomechanical application of scaphoid waist fractures. *Clin Orthop Relat Res* 1980;**149**:83-9.
- [58] Schernberg F, Kuhlmann JN. Fracture du scaphoïde carpien. *Concours Med* 1989;**111**:143.
- [59] Mansat M. Les fractures du scaphoïde carpien. *Ann Chir Main* 1982; **1**:361-74.
- [60] Trojan E, Mourgues G. Fractures et pseudarthroses du scaphoïde carpien : étude thérapeutique. *Rev Chir Orthop* 1959;**45**:614-77.
- [61] Schernberg F, Elzein F, Gerard Y. Étude anatomo-radiologique des fractures du scaphoïde carpien. Problème des cals vicieux. *Rev Chir Orthop* 1984;**70**(suppl2):55-63.
- [62] Cooney WP, Dobyns HH, Linscheid RL. Fractures of the scaphoid. A rational approach to management. *Clin Orthop Relat Res* 1980;**149**: 90-7.
- [63] McLaughlin HS. Fracture du scaphoïde carpien : traitement par réduction ouverte et fixation interne. *J Bone Joint Surg Am* 1954;**36**:765-74.
- [64] Decoulx P, Hamon G, Decoulx J, Duquenois A, Dupont M. Traitement des fractures récentes du scaphoïde carpien par vissage. *Rev Chir Orthop* 1966;**52**:51-8.
- [65] Allieu Y. Table ronde sur l'instabilité du carpe. Introduction. *Ann Chir Main* 1984;**3**:281-5.
- [66] Herzberg G, Joudet T. Entorses, subluxations et luxations du carpe. *Encycl Méd Chir* (Elsevier SAS, Paris), Appareil locomoteur, 14-046-C-10, 1999 : 13p.
- [67] Allieu Y, Vergues J, Vidal J. Les luxations péri-lunaires du carpe. Réflexions à propos de 24 observations. *Cah Med Lyon* 1971;**47**: 4721-5.
- [68] Allieu Y, Asencio G. Luxations intra-carpiennes. In: Tubiana R, editor. *Traité de chirurgie de la main*. Paris: Masson; 1984. p. 877-99.
- [69] Razemon JP. Le poignet. In: *Monographies du GEM n°12*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1983.
- [70] Saffar P. Les luxations péri-lunaires du carpe. In: *Le poignet. Monographie du GEM n°12*. Paris: Expansion scientifique française; 1983. p. 120-8.
- [71] Kuhlmann JN, Fahrer M, Kapandji A, Tubiana R. Stabilité du poignet normal. In: Tubiana R, editor. *Traité de chirurgie de la main*. Paris: Masson; 1984. p. 808-21.
- [72] Linscheid RL. Lésions ligamentaires scapho-lunariennes (disjonctions, subluxations, luxations). *Ann Chir Main* 1984;**3**:323-30.
- [73] Green DP, O'Brien ET. Classification and management of carpal dislocations. *Clin Orthop Relat Res* 1980;**149**:55-62.
- [74] Soeur M. Luxations péri-lunaires récentes. *Rev Chir Orthop* 1941;**27**: 5-18.
- [75] Witvoet J, Allieu Y. Lésions traumatiques fraîches du semi-lunaire. *Rev Chir Orthop* 1973;**59**(suppl1):98-125.
- [76] Vergues J, Allieu Y, Vidal J. Les luxations péri-lunaires des os du carpe : devenir et traitement (à propos de 22 observations). *Montpellier Chir* 1970;**16**:181-99.
- [77] Bilos ZJ, Hui PW, Heights A. Dorsal dislocation of the lunate with carpal collapse. *J Bone Joint Surg Am* 1981;**63**:1484-6.
- [78] Michon J, Allieu Y, Comtet JJ. Lésions traumatiques du semi-lunaire. *Rev Chir Orthop* 1973;**59**(suppl1):94-189.
- [79] Campbell RD, Thompson TC, Lance EM, Adler JB. Indications for open reduction of lunate and perilunate dislocations of the carpal bones. *J Bone Joint Surg Am* 1965;**47**:915-37.
- [80] Gerard Y, Segal PT, Bedoucha JS, Vaillat J. Les luxations trans-scapho-rétrolunaires du carpe. *Rev Chir Orthop* 1976;**62**(suppl2):97-105.

J. Allain, Praticien hospitalo-universitaire (jerome.allain@hmn.ap-hop-paris.fr).

S. Pannier, Interne des hôpitaux de Paris.

D. Goutallier, Professeur agrégé, chef de service.

Service d'orthopédie-traumatologie, hôpital Henri-Mondor, 51, avenue du Maréchal-de-Lattre-de-Tassigny, 94000 Créteil, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Allain J., Pannier S., Goutallier D. Traumatismes de l'avant-bras et du poignet. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Médecine d'urgence, 25-200-F-30, 2007.

Disponibles sur www.emc-consulte.com

