

UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE

FES



Année 2010

Thèse N° 030/10

**L'EMBROCHAGE CENTROMÉDULLAIRE ÉLASTIQUE STABLE
DANS LES FRACTURES DIAPHYSAIRES DES DEUX OS
DE L'AVANT BRAS CHEZ L'ENFANT
(A propos de 29 cas)**

THESE

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 16/03/2010

PAR

Mme. SEBTI SABAHA

Née le 20 Décembre 1983 à Taza

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS-CLES :

Enfant - Fracture diaphysaire - Avant bras - Embrochage élastique

JURY

M. HIDA MOUSTAPHA.....	PRESIDENT
Professeur de Pédiatrie	
M. AFIFI MY ABDRAHMANE.....	RAPPORTEUR
Professeur agrégé de Chirurgie pédiatrique	
M. BOUABDALLAH YOUSSEF.....	} JUGE
Professeur agrégé de Chirurgie pédiatrique	
M. HARANDOU MUSTAPHA.....	
Professeur agrégé d'Anesthésie réanimation	

PLAN

Introduction	4
Première partie.....	6
Historique.....	7
Particularités des fractures des deux os de l'avant bras chez l'enfant	10
Consolidation et ECMES.....	11
Bases biomécaniques	13
1- Resistance mécanique de l'os	13
2- Comportement mécanique de l'os	13
Implants	15
Matériel ancillaire spécifique.....	16
Technique opératoire	19
I- Principes généraux.....	19
II- Application dans les fractures des deux os de l'avant bras.	19
1) Installation et repères.....	19
2) Préparation des implants.....	20
3) Radius ou cubitus en premier?	21
4) Embrochage du radius.....	22
5) Embrochage du cubitus.	28
6) Section des broches.....	33
7) Difficultés.	35
III - Suites opératoires.....	35
Deuxième partie.....	36
Matériel et méthodes.....	37

1- Patients.....	37
2- Méthodes.....	37
3- Fiche d'exploitation.....	38
 Résultats.....	 41
1- Epidémiologie.....	41
a) Sexe.....	41
b) Age.....	42
c) Mécanisme du traumatisme.....	43
d) Etiologies du traumatisme.....	44
2- Diagnostic positif.....	45
a) Côté atteint.....	45
b) Signes cliniques.....	45
c) Ouverture cutanée.....	46
d) Lésions vasculo-nerveuses.....	46
e) Lésions associées.....	46
f) Trait de fracture.....	47
v Sièges.....	47
v Type.....	48
g) Déplacement.....	49
3- Traitement.....	49
a- Indications.....	49
b- Technique opératoire.....	50
v Matériel.....	50
v Intervention.....	50
C- Suites opératoires.....	52
v Résultats cliniques.....	52

v Résultats radiologiques.....	52
D- Complications.....	53
Troisième partie.....	59
Discussion.....	60
1. Indications de l'ECMES.....	60
2. Technique opératoire.....	63
3. Immobilisation.....	65
4. complications.....	66
5. Ablation du matériel.....	68
6. Résultat final.....	70
7. Intérêt et avantages de l'ECMES.....	70
Conclusion.....	72
Résumé	74
Bibliographie.....	80

INTRODUCTION

L'embrochage centromédullaire élastique stable est une méthode d'ostéosynthèse idéalement adaptée aux conditions particulières de l'enfant, car peu agressive et respectant la consolidation périostée physiologique. Loin de supplanter le traitement orthopédique, elle trouve sa place dans les limites de celui-ci.

L'embrochage centromédullaire élastique stable réalise une ostéosynthèse souple, élastique et stable. Il comporte en général l'introduction de deux broches dans la métaphyse osseuse la plus éloignée du siège de la fracture. Ces broches sont béquillées et cintrées, ce qui permet à la fois d'orienter le sens de leur pénétration dans l'os et de créer un système géométrique élastique et résistant.

Nous allons analyser 29 dossiers de fractures diaphysaires des deux os de l'avant-bras traitées par embrochage centromédullaire élastique stable, colligés dans le service de Traumato-orthopédie pédiatrique au centre hospitalier universitaire HASSAN II de Fès sur une période de 5 ans allant de janvier 2005 à décembre 2009.

A travers ce travail nous allons préciser les indications de l'embrochage centromédullaire élastique stable dans les fractures des deux os de l'avant bras, son déroulement et analyser ces résultats, qui seront comparés avec les données de la littérature.

PREMIERE PARTIE

HISTORIQUE

L'embrochage centromédullaire élastique stable est apparu en Espagne en 1977 [PEREZ-SICILIA (1)], puis il fut développé par l'école de Nancy [LASCOMBES ET AL. (2), LIGIER ET AL. (3), METAIZEAU (4)] pour devenir le « gold standard » du traitement chirurgical de la fracture de l'avant-bras chez l'enfant et l'adolescent. [5]

Sur le plan des moyens techniques, les broches centromédullaires étaient utilisées depuis longtemps, mais laissées rectilignes, elles étaient impossibles à guider, ce qui excluait le plus souvent le foyer fermé. En outre, elles n'offraient qu'un rôle d'alignement et imposaient l'utilisation d'une immobilisation plâtrée d'appoint. C'est l'adaptation des principes mécaniques de Ender à l'anatomie de l'os de l'enfant qui a permis la mise au point de l'embrochage centromédullaire élastique stable. En utilisant des broches cintrées de calibre adapté, il était possible de les guider pour réaliser à foyer fermé, des montages peu invasifs équilibrés et stables.

Le premier embrochage utilisant deux broches cintrées, réalisé dans le service de chirurgie pédiatrique au centre hospitalier universitaire de Nancy (Chef de service Pr J.PREVOT), a été posé à foyer ouvert, pour fixer des ostéotomies tibiales multiples destinées à corriger une déformation complexe d'origine rachitique. Les premiers montages en traumatologie furent réalisés en 1976 au bloc de neurochirurgie du centre hospitalier universitaire de Nancy, chez des polytraumatisés graves. On améliorait ainsi de façon appréciable le nursing de ces blessés tout en réduisant le nombre de séquelles orthopédiques. Après plusieurs années, la qualité des résultats obtenus avec un taux très réduit de complications a incité à appliquer avec prudence la méthode à quelques fractures isolées du fémur et de l'avant bras chez des enfants relativement grands. [6]

Progressivement, à partir des années 1980, de nombreuses équipes d'orthopédie pédiatrique en France, puis en Europe et États-Unis ont adopté la technique.

Sur le plan technique, peu de modifications ont été apportées depuis les premières publications. Le matériel en revanche a évolué ; les broches de Kirchner utilisées initialement (de qualité mécanique inégale) ont été remplacées par des broches spécialement conçues pour cette technique. Elles sont soit en acier fortement comprimé, soit en titane. Ce dernier offre une meilleure élasticité, mais un couple de rappel nettement inférieur, et à calibre égal, il offre un montage moins stable. Beaucoup de cals vicieux illustrant auraient été évité en utilisant des broches plus grosses ou de même calibre, mais en acier ; ou mieux –plus tard- en titane. [6]

Les indications ont été élargies : le recul et le grand nombre de cas réalisés dans le monde ont démontré que les risques étaient peu importants et un certain nombre d'indications de confort ont été de plus en plus posées.

Les conditions d'exercice de la chirurgie ne sont plus les mêmes qu'il y a trente ans ou même vingt ans. La mentalité des patients a changé, dans le sens d'une plus grande exigence, demandant en même temps de réduire les risques, mais aussi les contraintes que représentent la douleur, l'hospitalisation et l'inconfort [6]. Si le traitement orthopédique garde un grand domaine d'application, l'ECMES lui a dérobé outre les situations où il paraît insuffisant, celles dans lesquelles il est trop inconfortable, ou impose une immobilisation trop longue, les autres moyens d'ostéosynthèse sont peu utilisés chez l'enfant ; plaques vissées et clous centromédullaires sont quasiment abandonnés. [7 ,8]

LES PARTICULARITES DES FRACTURES DES DEUX OS DE L'AVANT BRAS

L'os de l'enfant est différent de l'os de l'adulte. Il existe trois différences importantes qui peuvent être comparées, toutes proportions gardées, avec le bois vert et le bois sec.

- Il est plus poreux et moins minéralisé, et donc moins résistant.
- Il est plus hydraté et donc plus plastique et plus élastique.
- Sa gaine périostée est plus épaisse et mieux vascularisée.

Les fractures diaphysaires chez l'enfant sont différentes de celles de l'adulte pour deux raisons essentielles :

- D'une part, l'épaisseur du périoste et l'élasticité de l'os chez l'enfant entraîne des lésions traumatiques de type anatomique particuliers.
- D'autre part, la rapidité relative de consolidation et la possibilité de remodelage pendant la croissance justifient une attitude thérapeutique moins chirurgicale que chez l'adulte. Le remodelage de l'os en croissance permet la correction des imperfections de réduction et par conséquent la récupération d'un alignement presque normal. [9 ,10]

Les deux os de l'avant-bras représentent un système anatomique particulier solidarisé par le ligament annulaire en haut, le ligament triangulaire en bas et la membrane interosseuse : tout mouvement d'une articulation radio-cubitale provoque un mouvement de même amplitude de l'articulation opposée ; il s'agit d'un système en cadre déformable selon une charnière représentée par l'axe classique de pro-supination.[11] En cas de fracture, les montants du cadre sont rompus, la solidarité des os est détruite et des cals vicieux peuvent apparaître.

CONSOLIDATION ET ECMES :

La consolidation osseuse reste le but principal de l'ECMES ; elle est rapide et basée sur le développement optimal du cal externe qui est à la fois physiologique, précoce et résistant. Son développement est favorisé par la relative mobilité élastique du foyer de fracture et le respect de l'environnement tissulaire.

I- Mobilité élastique du foyer de fracture :

Le terme « micromouvement » crée une confusion lorsqu'il est appliqué indifféremment aux ostéosynthèses rigides et élastiques. *L'ostéosynthèse rigide* nécessite une immobilité parfaite pour obtenir, après plusieurs mois, la « fusion osseuse primitive ». Le moindre micromouvement empêche la « soudure autogène » du cal cortical en sectionnant, par un effet de coupe-cigare, les ostéons qui traversent le foyer de fracture. En revanche, les micromouvements permis par l'ostéosynthèse élastique favorisent le développement du cal externe dès les premières semaines. Cette mobilité doit être limitée pour ne pas léser le processus en pont (« bridging process ») du cal primaire dont les cellules sont disposées longitudinalement entre les fragments]. Les modèles biomécaniques ont montré comment l'embrochage centromédullaire élastique stable était capable de transformer les stimuli néfastes de cisaillement en forces favorables de compression-traction.

II-Environnement tissulaire favorable :

L' l'embrochage centromédullaire élastique stable, ostéosynthèse à foyer fermé, permet de ne pas aggraver l'attrition musculaire ni la déchirure périostée et préserve la vascularisation précaire de certains fragments osseux. Cette ostéosynthèse favorise la consolidation en respectant tous les tissus vivants au niveau du foyer de fracture et en conservant également intact l'hématome fracturaire qui contient les agents humoraux responsables du cal externe.

Par ailleurs, le rôle du périoste ne doit pas être sous-estimé, car lorsqu'il est détruit, à la suite d'un choc direct ou d'un déplacement important par exemple, le cal externe se développe avec difficultés.

Enfin, les parties molles, en particulier les tendons et les muscles, participent à la stabilité du montage en jouant un triple rôle.

§ stabilité rotatoire : les muscles et leurs tendons disposés de façon circulaire autour de l'os fracturé jouent le rôle de haubans et limitent les déplacements angulaires, évitant ainsi les cals vicieux rotatoires ;

§ rôle trophique : par leurs contractions postopératoires précoces, les muscles augmentent l'apport nutritionnel et maintiennent une bonne oxygénation locale qui permet l'ostéoformation cellulaire sans passer par le stade chondroblastique ;

§ rôle morphologique : ces contractions musculaires ont également un rôle sur la forme du cal qui, après un développement anarchique créé par les conditions initiales, peut devenir harmonieux et fusiforme. Ceci explique la mauvaise qualité et le caractère hypertrophique du cal externe des patients souffrant de pathologie neurologique. [9, 11,12]

LES BASES BIOMECHANIQUES :

1- Résistance mécanique de l'os :

Le périoste : résiste à la traction, peu aux forces de cisaillement, sa rupture peut être localisée, hémicirculaire ou circulaire et dans ce cas les deux fragments sont libres dans tous les plans, la réduction sera instable, l'ECMES doit obéir aux stricts principes décrits par FERICA et aboutir à un montage en double arcs sécants.

L'intensité des lésions périostées conditionne mécaniquement la fracture et son degré de déplacement, mais aussi son pronostic biologique.

L'os cortical : subit les contraintes longitudinales, plus fragile à cause de sa structure lamellaire et du remaniement qu'il subit. Sa mise en charge précoce aboutit à une mise en compression rapide du foyer fracturaire aboutissant à un raccourcissement rapide de l'os encloué ainsi, l'hyper-croissance résultant du traumatisme peut rattraper ce raccourcissement.

2- Comportement mécanique de l'os embroché

L'instabilité osseuse obtenue par enclouage semi rigide ou souple stimule la formation du cal périosté.

Le degré de stabilité et de résistance mécanique est supérieur avec un montage rigide. La micro mobilité d'un foyer soumis à un l'embrochage centromédullaire élastique stable est ainsi permise grâce au caractère souple du montage au dépend, d'une moindre stabilité.

En effet

Une broche tendant à reprendre sa forme initiale développe une force de rappel qui provoque une angulation du foyer de fracture.

La mise en place d'une seule broche dans chaque os est suffisante pour

rétablir le cadre, les éléments de la charnière étant habituellement intacts. L'ostéosynthèse doit obligatoirement porter sur les deux os ; l'embrochage d'un seul os aboutirait le plus souvent au déplacement de l'autre os. Ainsi, l'embrochage ne peut s'accompagner de cal vicieux rotatoire.

Deux broches disposées en arcs sécants, leurs forces de rappel s'annulent, le montage est équilibré. [11 ; 13].

IMPLANTS :

Les implants sont des broches ou des clous fins dont la propriété essentielle est l'élasticité. En effet, la forme prise par l'implant dans l'os visible sur les radiographies, n'est qu'apparente. La force de redressement de la broche étant le garant du maintien de la réduction de la fracture. Le meilleur métal disponible sur le marché est le titane, dans sa version T16A14V. son seuil de plasticité dépasse avantageusement celui de l'acier. [14]

La longueur des broches disponible varie en fonction de leur calibre pour permettre au chirurgien d'adapter la résistance du montage aux contraintes qu'il aura à subir. [1]

Livrées rectilignes, les broches peuvent aisément être modelées à l'aide du fer à courber par le chirurgien selon le type de montage qu'il désire réaliser. La pointe est béquillée soit côté mousse, soit côté tranchant en avant. Dans le premier cas, la pointe pénétrera difficilement dans le spongieux ; elle jouera le rôle d'une console évitant le télescopage au niveau du foyer de fracture et le raccourcissement (fractures spiroïdes, obliques, longues ou comminutives).

Lorsque le bord tranchant est en avant (deuxième cas), la broche peut pénétrer loin dans l'os spongieux. L'ancrage métaphysaire ainsi privilégié améliore la stabilité en torsion pour les fractures transversales, ou offre une meilleure prise dans le fragment d'aval pour les lésions métaphysaires. Le cintrage du corps de la broche dépend de la localisation de la fracture, il devra être maximum en regard du foyer de la fracture.

MATERIEL ANCILLAIRE SPECIFIQUE :(Figure. 1)

L'ancillaire facilite l'intervention tout en raccourcissant sa durée. En permettant un meilleur positionnement des broches, il améliore leur tolérance et facilite leur extraction. [15]

Le matériel ancillaire de pose des implants est relativement simple mais doit être particulièrement adapté surtout lorsqu'il s'agit d'utiliser des broches de 3,5 ou de 4 mm de diamètre [16] :

1- une pointe carrée :

Assez courte pour avoir un bon appui et pour pouvoir utiliser le doigt de l'opérateur en protection d'un risque de dérapage de l'outil vers les parties molles (figure1A);

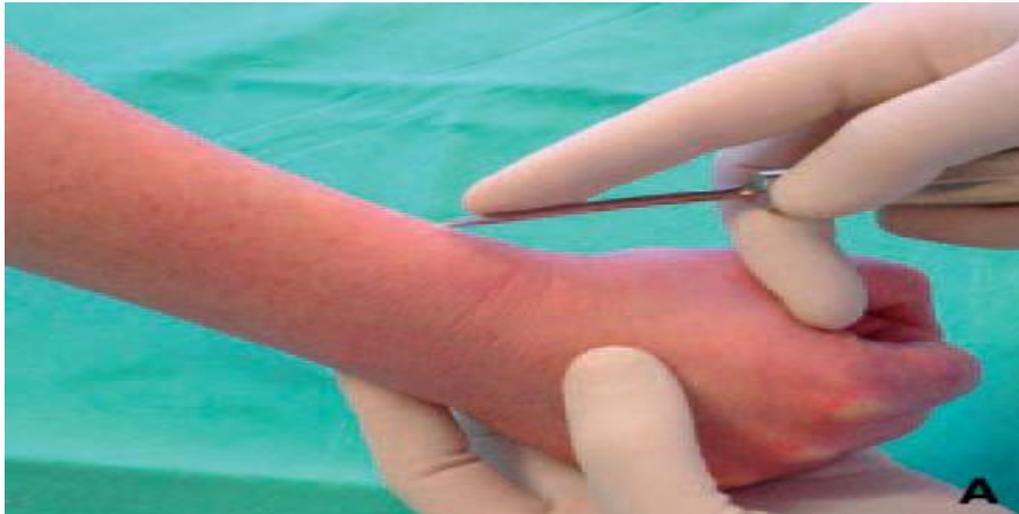


Figure 1A : Bonne utilisation de la pointe carrée [16]

2- Une pince solide

Pour créer ou modifier le béquillage ;(figure1B)



Figure 1B : Création du béquillage à l'aide d'une pince [16]

3- une poignée en T ou dite américaine :

Pour maintenir fermement la broche et lui permettre les mouvements de rotation afin de la faire progresser dans le canal médullaire, puis enfin pour parfaire la réduction ;(figure 1C)

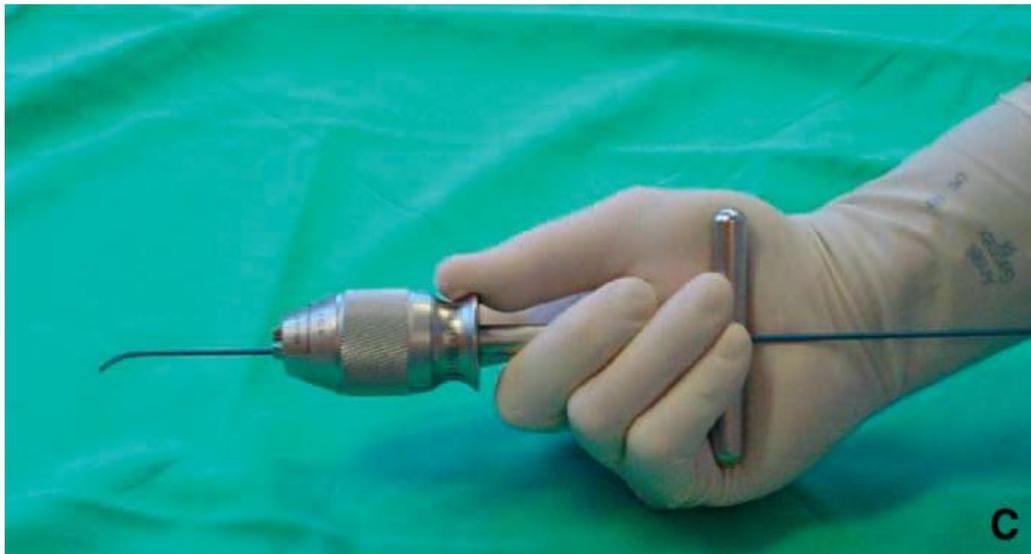


Figure 1C : Bonne position de la main sur la poignée en T. [16]

4- un marteau :

Il est utilisé lors du passage du foyer de fracture, la pointe de la broche étant parfaitement orientée vers le fragment opposé. En fin d'intervention, l'impaction du foyer de fracture est également assurée à l'aide du marteau ;

5- un coupe-broche :

L'idéal est de se procurer un coupe-broche de type guillotine permettant d'éliminer toutes les aspérités de la tranche de section métallique, afin d'obtenir une coupe plutôt mousse et atraumatique sous la peau.

6-un impacteur creux :

Son rôle est de pousser la broche de façon à en maintenir une portion extraosseuse suffisamment longue pour faciliter l'ablation du matériel, mais pas trop longue pour éviter l'irritation sous-cutanée [16].

Technique opératoire :

I- Principes généraux :

L'embrochage centromédullaire élastique stable (ECMES) est l'ostéosynthèse spécifiquement adaptée aux fractures diaphysaires de l'enfant et de l'adolescent car elle respecte au mieux la biologie de la consolidation osseuse et de la croissance. Contrairement aux principes de toutes les autres méthodes de fixation osseuse qui sont rigides, ceux de l'embrochage centromédullaire élastique stable reposent sur l'utilisation de l'élasticité des implants introduits dans l'os. Ainsi, la stabilisation du foyer de fracture diaphysaire à l'aide des deux broches qui ne remplissent pas totalement le canal médullaire ne peut être obtenue que grâce à des forces opposées qui s'annulent.

II- Application dans les fractures des deux os de l'avant bras:

1) INSTALLATION ET REPERE

Sous anesthésie générale, l'enfant est installé sur une table à bras radio transparente, un garrot étant placé à la racine du membre au cas où un abord chirurgical du foyer de fracture serait nécessaire. Tout le membre supérieur est préparé stérilement. Si les images radioscopiques de face sont fiables, l'incidence de profil, plus difficile, est obtenue soit en tournant l'arceau, soit en tournant tout le membre supérieur, bras inclus, afin de ne pas modifier la pronosupination de l'avant-bras durant ce contrôle.

Radius : le point d'introduction de la broche se situe sur le bord latéral de la métaphyse distale du radius, 15 mm au-dessus de la physe, soit 30 mm au-dessus de la pointe du processus styloïde radial, et plutôt sur son versant antérieur sous-cutané (figure.2). Il se situe entre l'insertion du tendon brachio-radial en arrière et la

face osseuse ventrale où repose l'artère radiale. Ainsi, la dissection ne risque pas de léser la veine céphalique ni les branches sensibles du nerf radial laissées en arrière.

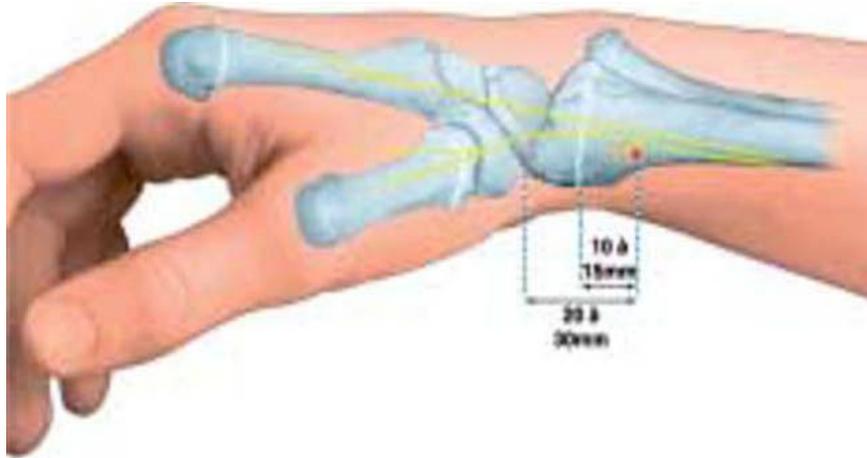


Figure 2 [17]

Ulna : le point d'introduction de la broche se situe sur la face postéro-latérale de l'olécrane, 3 cm au-dessous de son sommet. Ainsi, l'extrémité de la broche enfouie dans le muscle court extenseur du coude (anconé) ne sera pas soumise aux appuis sur le coude. L'abord postéro-médial est à proscrire du fait de la présence du nerf ulnaire, ainsi que l'introduction au sommet de l'olécrane à l'origine de douleur sur la broche, voire de perforation cutanée. [17]

2) PREPARATION DES IMPLANTS

Chaque os reçoit une broche de même diamètre (d) qui est égal à environ 40 % de celui du canal médullaire (m) : 1,8 mm pour les enfants de moins de 8 ans, 2 mm autour de 10 ans, 2,5 mm vers 12-13 ans. L'extrémité est mousse pour faciliter le passage endomédullaire et béquillée par le fabricant ou par le chirurgien lui-même sur une longueur de 3 à 5 mm et une angulation de 30 à 40°. Une angulation insuffisante peut empêcher la broche de prendre le « virage » métaphyso-

diaphysaire. Un béquillage trop long risque de la coincer dans la diaphyse (figure. 3A). Les deux broches sont ensuite cintrées harmonieusement d'environ 40° , de façon à ce que le maximum se situe en regard du foyer de fracture à la fin de l'intervention. Ce cintrage obligatoire, peu visible sur les radiographies postopératoires du fait du parfait alignement, est la base du principe de l'ECMES et de la stabilisation grâce à la mise en tension de la membrane interosseuse (figure. 3B) [17]

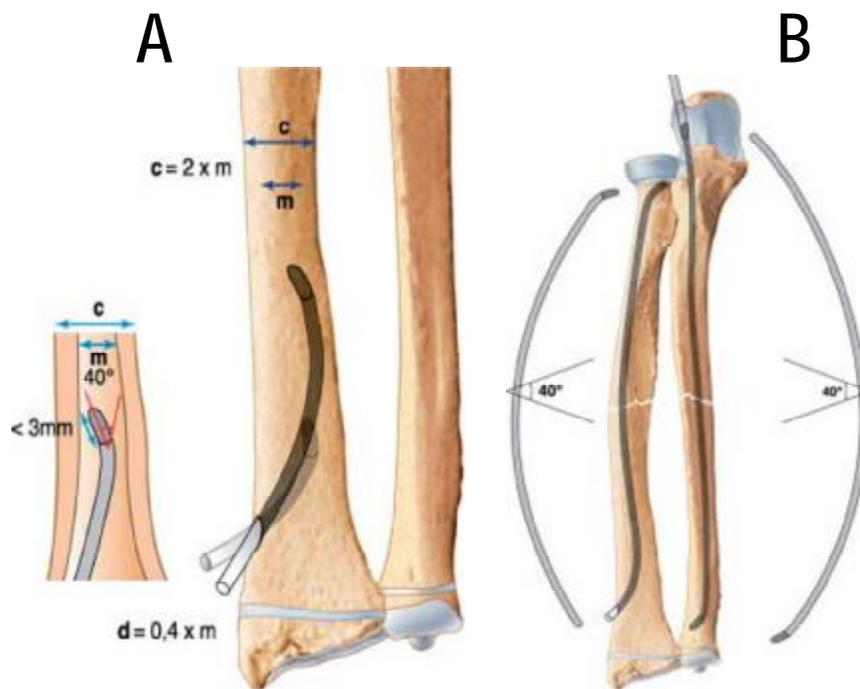


Figure 3[17]

3) RADIUS OU ULNA EN PREMIER ?

Il est souhaitable de respecter l'adage « 1er os réduit = 1er os embroché » pour ne pas perdre la réduction du premier os en tentant la réduction du deuxième. Dans 80 % des cas, le radius est embroché en premier, car du fait de sa situation plus profonde, il peut être difficile à réduire dès lors que l'ulna est embroché. Dans

un second temps, la réduction de l'ulna est assez facile car son bord postéromédial est bien palpable sous la peau. [16]

4) EMBROCHAGE DU RADIUS

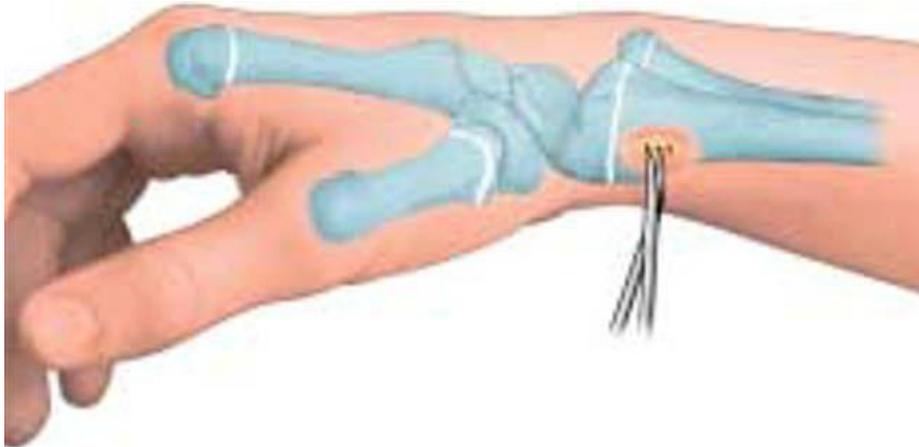


Figure 4 [17]

Incision cutanée (figure. 4) :

Le point d'introduction de la broche se situe sur le bord latéral de la métaphyse distale du radius, 1,5 à 2 cm au-dessus de la physe pour ne pas la léser, soit 3 cm au-dessus de la pointe du processus styloïde radial, et plutôt sur son versant antérieur sous-cutané. Il se situe donc entre l'insertion du tendon brachioradial (long supinateur) en arrière et la face ventrale osseuse où repose l'artère radiale. Ainsi, la dissection ne risque pas de léser la veine radiale ni les branches sensibles du nerf radial laissées en arrière, la broche ne passe pas entre les tendons extenseurs, et l'orientation de la pointe carrée se fait vers l'arrière, limitant ainsi le risque de dérapage vers l'artère radiale (Figure. 5). L'incision cutanée verticale se situe donc en avant de la veine radiale latérale et mesure 2 cm de longueur.

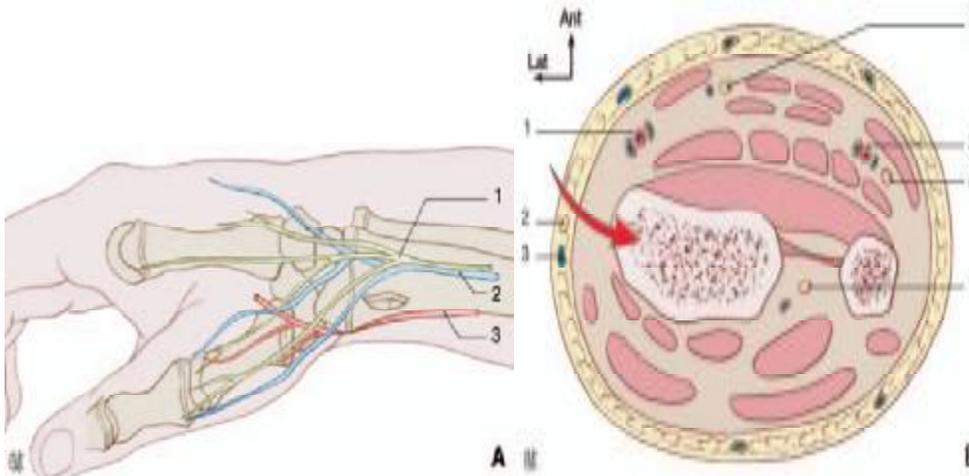


Figure 5 : ECMES radial rétrograde. [16]

- A. Orifice d'entrée au-dessus de la physe et en avant de la veine céphalique et du rameau superficiel du nerf radial. 1. Rameau superficiel du nerf radial ; 2. veine Céphalique ; 3. Artère radiale.
- B. Coupe anatomique. 1. Artère radiale ; 2. Rameau superficiel du nerf radial ; 3. Veine céphalique ; 4. Nerf médian ; 5. Artère ulnaire ; 6. Nerf ulnaire ; 7. Nerf Interosseux postérieur

Forage osseux :

Une pointe carrée courte de 3 à 4 mm de diamètre est tenue en utilisant l'index tendu de l'opérateur comme garde-fou en cas de dérapage intempestif de l'outil. Perpendiculaire à l'os au niveau souhaité, le forage est obtenu par des mouvements de rotation alternés. La perception d'un crissement typique assure sa position dans le tissu spongieux. Elle est alors franchement orientée vers la diaphyse pour ovaliser l'orifice osseux et ne pas perforer la corticale opposée (figure. 6). [16]

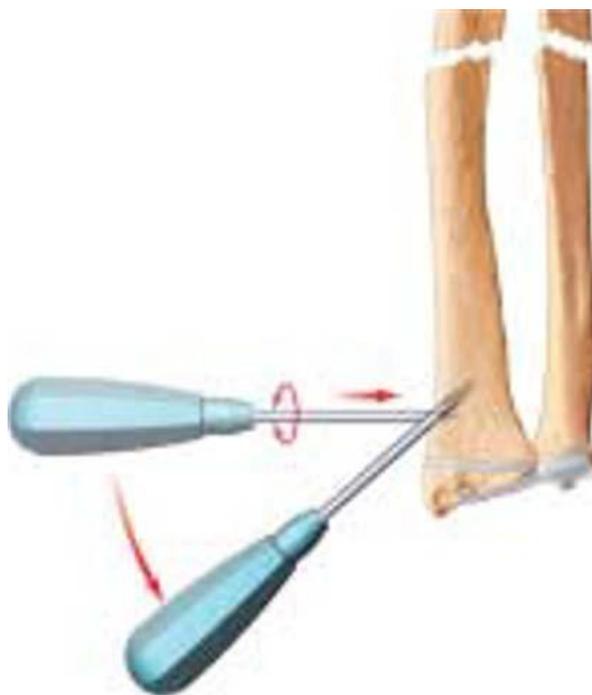


Figure .6 [17]

Introduction de la broche :

Tandis que la pointe carrée est laissée en place dans l'os, le chirurgien, sans bouger sa main gauche, saisit la poignée montée sur la broche radiale et approche son béquillage de l'incision cutanée en le dirigeant perpendiculairement à l'orifice osseux. L'aide retire lentement la pointe carrée pendant que le chirurgien pousse la broche au travers de la cicatrice et retrouve aisément le contact osseux, puis l'orifice dans lequel entre la broche. Le contact intra-osseux contre la corticale opposée est perçu, la broche est retournée sur elle-même pour être orientée vers la diaphyse (figure 7). Puis, tout en tractant la main du patient dans l'axe, la broche progresse dans le radius grâce à des mouvements de rotation alternés de la poignée.



figure.7 [17]

Réduction de la fracture :

Le premier contrôle d'amplificateur vérifie la position de la broche et le sens de son béquillage. La réduction de la fracture est obtenue par les manœuvres externes habituelles. Puis la pointe de la broche est orientée vers le fragment opposé grâce à des petits mouvements de rotation de la poignée dans un sens ou dans l'autre, par exemple de 90° seulement pour balayer un quart de tour (figure 8).



Figure 8 [17]

Passage du foyer fracturaire :

Tandis que le chirurgien maintient la réduction obtenue, l'aide pousse délicatement la broche, « droit devant », à l'aide d'un marteau sans tourner la poignée car toute modification risquerait de voir cette broche progresser vers les parties molles (figure.9). L'amplificateur contrôle le franchissement du foyer de fracture sur quelques millimètres. Une sensation de stabilisation est rapidement perçue par l'opérateur. [16]



Figure .9 [17]

Poursuite de l'embrochage :

La broche est ensuite poussée comme précédemment jusqu'au col radial. En même temps, elle est tournée de façon à orienter sa concavité vers l'ulna, ce qui rétablit la courbure pronatrice du radius. La certitude du bon montage est offerte par la position médiale de l'extrémité béquillée (figure.10)



figure.10 [17]

5) EMBROCHAGE DE L'ULNA

Incision cutanée :

Le point d'introduction de la broche ulnaire se situe sur la face postérolatérale de l'olécrane. Ainsi, l'extrémité de la broche enfouie dans le muscle court extenseur du coude (anconé) n'est pas en zone d'appui. L'abord postéromédial est risqué du fait de la présence du nerf ulnaire, et l'introduction au sommet de l'olécrane est à proscrire car elle est à l'origine d'une saillie constante et douloureuse de la broche lors de la flexion du coude, voire d'une trop fréquente perforation cutanée. Pour pouvoir accéder à l'olécrane, le coude est fléchi tandis que le bras est en rotation médiale. L'incision cutanée verticale mesurant 2 cm de longueur est située à la face postérolatérale de l'olécrane, 3 cm au-dessous de son sommet, de façon à ce que sa partie distale soit située à plomb de l'orifice osseux prévu (Figure. 11).

Abord chirurgical :

Après l'ouverture du fascia, il est facile d'écarter les fibres musculaires à l'aide de ciseaux, dans le sens longitudinal jusqu'au contact osseux (figure 11A).

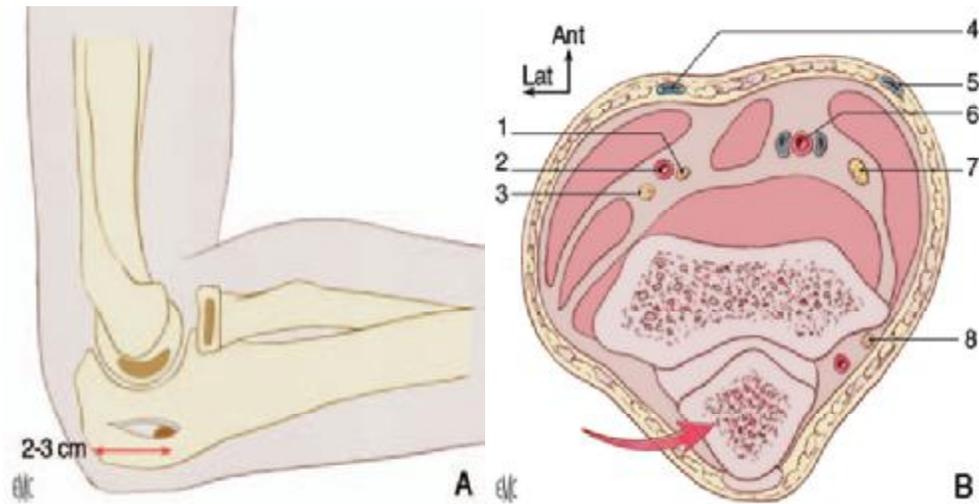


Figure 11[17]: ECMES ulnaire antérograde.

A. Abord chirurgical postéro-latéral de l'olécrane.

B. Coupe anatomique. 1. Rameau superficiel du nerf radial ; 2. Artère récurrente radiale ; 3. Rameau profond du nerf radial ; 4. Veine céphalique ; 5. Veine basilique ; 6. Artère brachiale ; 7. Nerf médian ; 8. Nerf ulnaire.

Forage osseux :

La méthode est strictement identique à celle du forage radial, à l'aide d'une pointe carrée courte qui pénètre très facilement dans l'os spongieux, en évitant tout dérapage vers le versant ulnaire médial (figure 12).

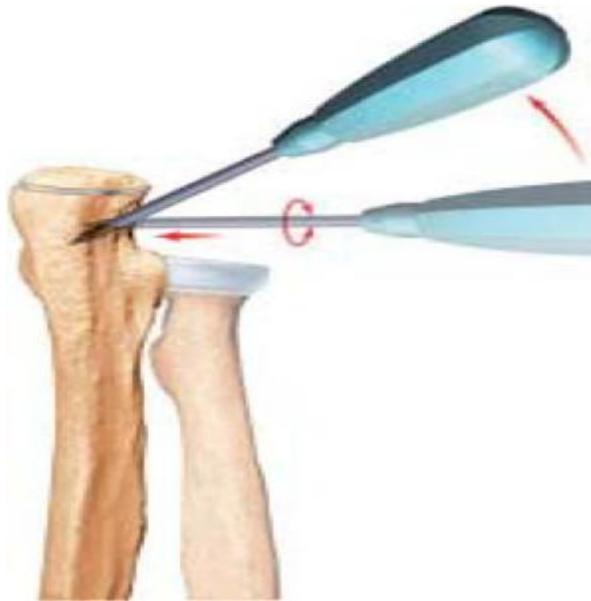


Figure 12 [17].

Introduction de la broche :

Ici encore, il est important de ne pas perdre le trajet dans les parties molles sans retirer trop tôt la pointe carrée, et en la remplaçant par la broche (figure 13).



Figure 13 [17].

Progression de la broche :

La broche est descendue dans l'ulna dont le diamètre est assez fin. En cas de blocage, il peut être utile de raccourcir la longueur de l'extrémité béquillée.

Réduction de la fracture :

Lorsque la broche ulnaire atteint la fracture, celle-ci est réduite en prenant comme repère la palpation sous-cutanée du bord postéro-médial de l'ulna. En cas de difficulté de réduction de l'ulna, il est possible de reculer la broche radiale jusqu'à 1 à 2 cm au-dessus du trait de fracture, ce qui donne plus de mobilité au radius et facilite la réduction ulnaire. Grâce au contrôle radioscopique de face et de profil, la pointe de la broche est orientée vers le fragment opposé [16].

Passage de la fracture :

Comme pour le radius, l'aide frappe sur la broche à l'aide du marteau dès que la broche est bien orientée et tandis que le chirurgien maintient la réduction de la fracture (figure 14).



Figure 14 [16].

Poursuite de l'embrochage :

La broche est ensuite poussée comme précédemment jusqu'à la métaphyse ulnaire distale. Il faut vérifier que sa concavité est tournée vers le radius, ce qui est confirmé par l'orientation latérale du béquillage (figure 15).



Figure 15 [16].

6) SECTION DES BROCHES :

En fin d'intervention, les extrémités des broches sont légèrement recourbées pour ne pas rester au contact de l'os, et sont coupées, si possible à l'aide d'une pince permettant une section franche et non agressive. Trois à 4 mm seulement doivent rester hors de l'os pour permettre leur ablation ultérieure, si bien qu'un impacteur peut les repousser en cas de nécessité après section (figure 16). La peau est fermée sans drainage et un pansement compressif est confectionné (figure 17). Il est alors fondamental d'effectuer des mouvements complets en pronation et supination de façon à corriger une éventuelle imperfection de réduction dans le plan horizontal. Un contrôle radiographique de face et de profil est demandé ; une écharpe de protection est portée quelques semaines. Les activités physiques sont reprises selon les capacités de l'enfant, souvent assez rapidement.



Figure 16 [16].



Figure 17 [16].

7) DIFFICULTES

Elles peuvent survenir lors de la réduction, qui, étant parfois impossible, justifie un court abord chirurgical en regard de l'un ou l'autre des foyers de fracture, voire exceptionnellement des deux, pour guider « à vue » la broche centromédullaire.

III- Les suites opératoires :

L'enfant est hospitalisé en moyenne 48 h. Aucune immobilisation n'est biomécaniquement nécessaire. A titre antalgique, une écharpe est proposée pour deux à trois semaines. Certains utilisent une attelle dans ce même but. La mobilisation de l'avant-bras étant rapidement autorisée. La consolidation s'acquiert en six semaines environ sauf dans certaines circonstances telles que les fractures ouvertes largement dépériostées et certaines fractures fermées du tiers moyen du cubitus, région où l'os est immédiatement sous-cutané. Cependant, ce simple retard de consolidation ne remet pas en cause la reprise de la fonction.

Les broches sont enlevées lorsqu'un cal homogène est visible tout autour du foyer, ce qui représente environ 6 mois.

DEUXIEME PARTIE

MATERIELS ET METHODES

1- Patients:

Notre étude rétrospective concerne une série de 29 enfants présentant des fractures diaphysaires des deux os de l'avant bras qui ont été traitées par embrochage centromédullaire élastique stable (ECMES).

Il s'agit d'une série colligée au service de chirurgie pédiatrique du CHU HASSAN II de Fès sur une durée de 05 ans, étalée de mois janvier 2005 au mois décembre 2009.

2- Méthodes :

Sur 450 patients traités pour fracture des deux os de l'avant-bras, entre le mois janvier 2005 et le mois décembre 2009, 29 malades ont eu un traitement chirurgical par embrochage centromédullaire élastique stable ce qui représente 7%.

Pour le recueil des données, nous avons utilisé le dossier médical, pour remplir une fiche d'exploitation qui vise à préciser les renseignements épidémiologiques, cliniques, radiologiques, la technique opératoire et l'évolution ainsi que la recherche des complications.

Le but de notre travail est de Préciser les indications de l'embrochage centromédullaire élastique stable dans les fractures des deux os de l'avant bras, son déroulement et analyser ces résultats, qui seront comparés avec les données de la littérature.

3- Fiche d'exploitation :

▼ Identité

- Ø Nom /prénom.
- Ø Age.
- Ø Sexe.
 - Masculin.
 - Féminin.
- Ø Origine.
 - Urbain.
 - Rural.
- Ø Numéro d'entré.

▼ Motif de consultation.

▼ Antécédents.

- Ø Médicaux.
- Ø Chirurgicaux.

▼ Traumatisme.

- Ø Délai de consultation.
- Ø Mécanisme du traumatisme.
 - Direct.
 - Indirect.
- Ø Cause du traumatisme.
 - AVP.
 - Chute.
 - Agression.
 - Accident de sport.
 - Autre.
- Ø Contexte traumatique.
 - Traumatisme isolé.
 - Polytraumatisé.
- Ø Côté atteint.
 - Droit.
 - Gauche.
- Ø Traumatismes associés.

- Trauma crânien.
- Trauma abdominal.
- Trauma thoracique.
- Fractures associées.

▼ Signes fonctionnels

- Ø Douleur.
- Ø Impotence fonctionnelle.
- Ø Autres signes.

▼ Signes physiques.

- Ø Attitude du traumatisé du membre supérieur.
- Ø Œdème.
- Ø Déformation.
- Ø Ouverture cutanée.
 - La taille.
 - La perte de substance.
 - La profondeur.
 - Profonde.
 - Superficielle.
 - Cauchois et Duparck.
 - I.
 - II.
 - III.
- Ø Lésion vasculo-nerveuse.
 - Vasculaire.
 - Nerveuse.
- Ø Autres signes.

▼ Radiographie de l'avant bras face /profil.

- Ø Sièges de fracture.
 - Cubitale / radiale.
 - 1/3 supérieur.
 - 1/3 moyen.
 - 1/3 inférieur.
- Ø Type de fracture.
 - Cubital /radial.

- Transversal.
- Oblique.
- Siproïde.

Ø Déplacement.

- Cubital / Radial.
 - Chevauchement.
 - Angulation.
 - Translation
 - Rotation.

▼ Traitement.

- Ø Traitement chirurgical par ECMES d'emblée.
- Ø Traitement chirurgical par ECMES secondairement.
- Ø Radiographie de contrôle.
 - Satisfaisante.
 - Non satisfaisante.

▼ Evolution.

- Ø Suites opératoires.
 - Simples.
 - Complications.
 - Infection.
 - Retard de consolidation.
 - Cal vicieux.
 - Embrochage cutané.
 - Pseudarthrose

Ø Suivi.

- Après une semaine.
- Après 2mois.
- Après 3 mois.
- Ablation du matériel.
 - Délai.
- Recul.
- Après 6 mois.

RESULTATS

1- Epidémiologie

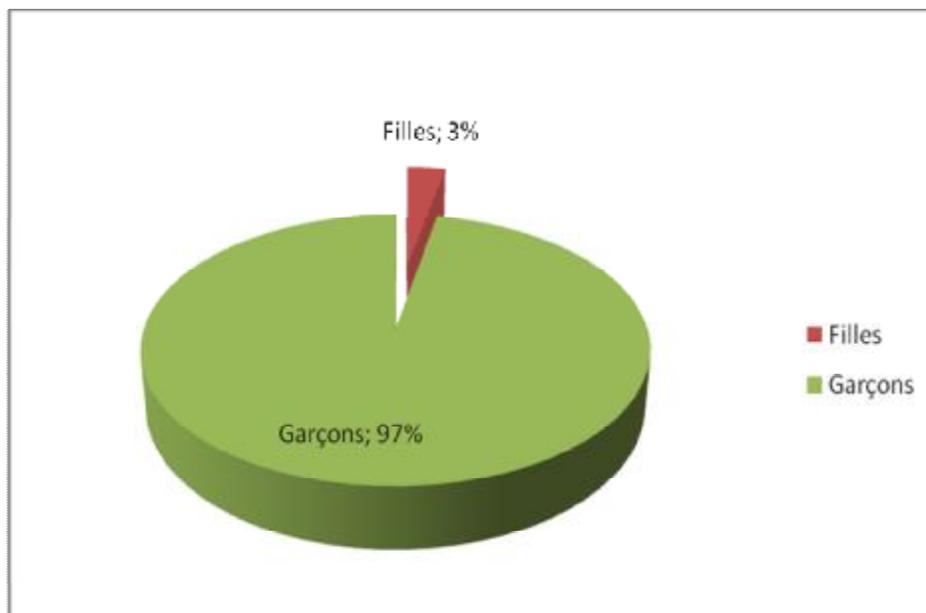
a- Sexe

La prédominance masculine est effectivement nette dans notre série avec 28 garçons, ce qui équivaut à 97 % des cas, pour 01 fille.

Ceci est en rapport avec l'hyperactivité, ainsi qu'avec la turbulence observée chez les garçons à cet âge contrairement aux filles qui sont connues par leur calme et leur sagesse.

Tableau 1 : répartition en fonction du sexe

Sexe	Nombre de cas	Pourcentage
Filles	1 cas	3%
Garçons	28 cas	97%



Graphique 1 : Répartition selon le sexe.

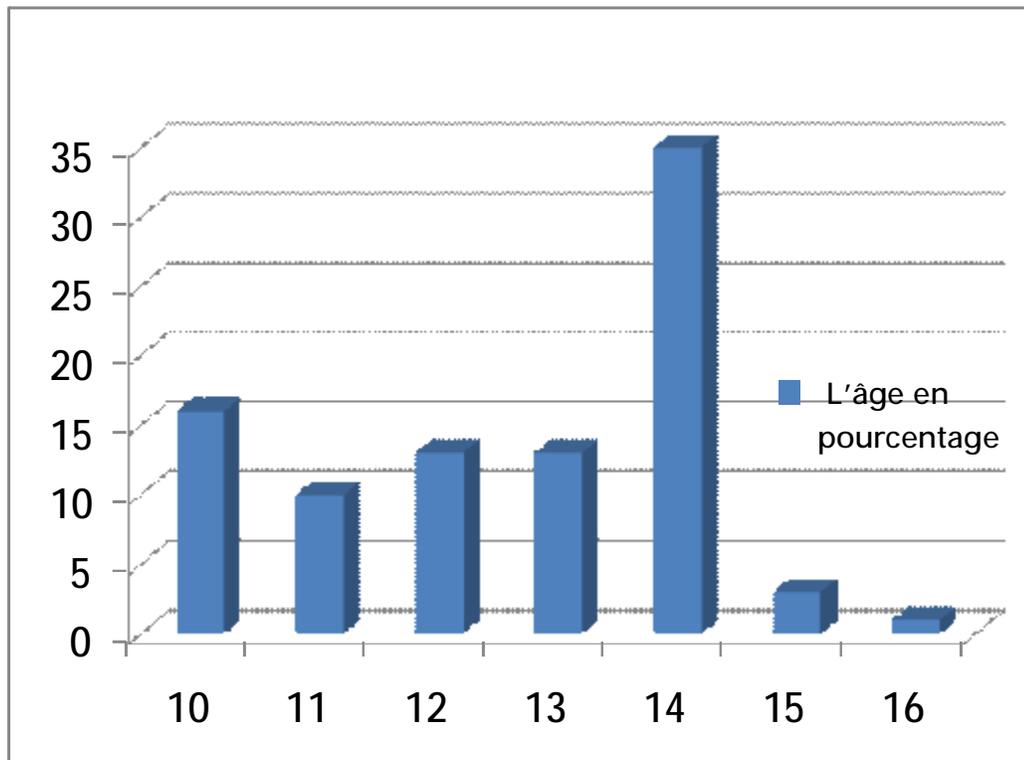
b- Age

La pyramide des âges fait état d'une moyenne de 13 ans, avec des extrêmes de 10 à 16 ans.

Tableau 2: répartition en fonction de l'âge.

Age (ans)	Nombre de cas	Pourcentage
10ans -11ans	8 cas	28%
12ans-14ans	19 cas	65%
15ans-16ans	2 cas	07%

Dans notre étude, on a eu recours au traitement chirurgical chez des enfants de 10 à 16 ans, ceci est dû au fait qu'à partir de l'âge de 10 ans, nous avons de plus en plus des fractures déplacées d'une part, et d'autre part, on devient plus exigeant quand à la qualité de la réduction qui doit être parfaite, si l'on sait que le potentiel de remodelage commence à diminuer à partir de la deuxième enfance.



Graphique 2 : histogramme représentant la répartition selon l'âge en pourcentage.

c- Mécanisme

Dans notre série, les fractures par un mécanisme direct, chute sur le membre supérieur, étaient prédominantes avec 18 cas soit 62 %, alors que les fractures par mécanisme indirect (chute sur la paume de la main, membre supérieur en extension, entraînant ainsi une flexion forcée de l'avant bras) représentaient 38%.

Tableau 3: répartition selon le mécanisme du traumatisme

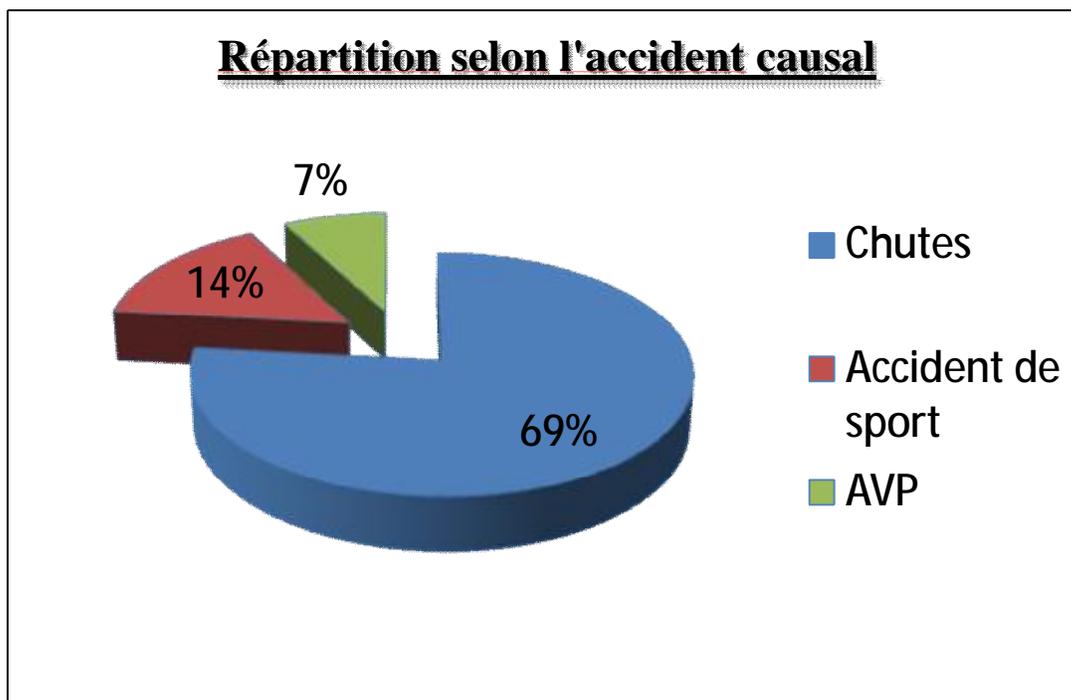
Mécanisme	Nombre de cas	Pourcentage
Direct	18 cas	62 %
Indirect	11cas	38 %

d- Étiologies

Le mécanisme prédominant étant les chutes, ils représentent environ 79% des étiologies, dont un cas au cours d'une crise épileptique, alors que les accidents de la voie publique occupent le deuxième rang avec 04 cas soit 14% ; et en dernière position on trouve les accidents de sport avec 02 cas soit 07%.

Tableau 4 : Répartition selon la cause du traumatisme.

Causes	Nombre de cas	Pourcentage
AVP	04 cas	14%
Chutes	23 cas	79%
Accident de sport	02 cas	7%



Graphique 3 : la répartition selon l'accident causal.

2- diagnostic positif

a- Côté atteint :

Dans notre série regroupant 29 cas, l'atteinte du côté gauche est prédominante, et représente 62% avec 18 cas, alors que le côté droit est atteint dans 38% des cas, soit 11 enfants.

Il semblerait que la majorité de nos patients étaient des droitiers. L'avant-bras gauche est le plus sollicité dans la défense lors des agressions et sert d'appui au cours des chutes.

Tableau 5: répartition en fonction du coté atteint.

Côté atteint	Nombre de cas	Pourcentage
Côté droit	11 cas	38%
Côté gauche	18 cas	62%

b- Signes cliniques :

Dans notre étude, la douleur post-traumatique était le motif de consultation le plus fréquent, retrouvée chez 28 cas soit 97%. Cette douleur était associée à une impotence fonctionnelle du membre atteint.

A l'inspection, l'œdème du membre traumatisé a été observé chez 15 enfants soit 52 %. La déformation était évidente chez 10 patients soit 43 % des cas.

1 enfant a été admis 48 heures après un traitement traditionnel par Jbira, et dont l'examen clinique avait noté en plus de la fracture diaphysaire des deux os de l'avant bras, des phlyctènes, des ulcérations, un œdème très important du membre

atteint et une diminution de la sensibilité des doigts. Il a bénéficié, au bloc opératoire, d'un parage et excision des phlyctènes.

c- Ouverture cutanée :

ü La fracture était ouverte dans 11 cas, dont 08 classés stade I de Cauchoix et Duparck, 3 classées stade II ; en plus d'un cas de syndrome de Wolkman.

Tableau 6: répartition en fonction de l'atteinte cutanée

Fracture stade I	08 cas
Fracture stade II	03 cas
Fracture stade III	00 cas
Syndrome de Wolkman	01 cas

d- Lésion vasculo-nerveuse

Dans notre série aucune atteinte vasculo-nerveuse n'a été répertoriée.

e- Lésions associées

Les fractures diaphysaires des deux os de l'avant bras chez l'enfant sont le plus souvent isolées. En effet, dans notre série nous avons révélé 27 cas de fractures isolées, soit 93 %. Alors que celles associées à d'autres lésions ostéo-articulaires représentaient 7% ce qui correspond à 2 cas, dont :

- 1 cas : Fracture de la jambe gauche (traitement orthopédique).
- L'autre : Fracture des deux os de l'avant bras controlatéral qui a bénéficié d'un traitement orthopédique.

f- Trait de fracture :v Le siège :

Tableau 7 : Répartition selon le siège du trait de fracture

Siège	Nombre de cas	Pourcentage
1/3 supérieur	01cas	03%
1/3 moyen	20cas	69 %
1/3 inférieur	05cas	18%
Fracture étagée	03cas	10 %

L'atteinte du tiers inférieur est la plus fréquente dans les fractures des deux os de l'avant bras de l'enfant, Or dans notre série elle vient au second lieu avec 05 cas, soit 17,5 %, car c'est un foyer sous cutané accessible à la réduction orthopédique.

Par contre les fractures du tiers moyen, et malgré le fait qu'elles soient moins fréquentes que celles du tiers distal, dépassent cette dernière atteinte dans notre série car elles sont plus difficiles à traiter orthopédiquement ce qui explique sa prédominance avec 69 % des cas.

Les fractures du 1/3 supérieur représente seulement 3,5% avec 01 cas car se sont des fractures rares;

Les fractures étagées représentent 10%, soit 03 cas (tableau 8) dont :

- un cas : le trait de fracture cubital se situe au niveau du 1/3 moyen et le trait radial au niveau du 1/3 supérieur.
- deux cas : le trait de fracture cubital se situe au niveau du 1/3 inférieur et le trait radial au niveau du 1/3 moyen.

Tableau 8 : répartition des traits dans les fractures étagées

Fractures étagées	cubitus	radius
1cas	1/3 moyen	1/3 supérieur
2cas	1/3 inferieur	1/3 moyen

✓ Le type :

Tableau 9 : Répartition selon le type de trait de fracture

Type des traits de fracture	Nombre de cas	Pourcentage
Transversal pour les deux os	17 cas	59 %
Oblique pour les deux os	05 cas	17 %
Transversal pour le radius Oblique pour le cubitus	05 cas	17 %
Transversal pour le cubitus Oblique pour le radius	02 cas	07%

Dans notre étude, le type du trait de fracture le plus fréquemment retrouvé est le trait transversal avec 17 cas soit 59 %.

g- Déplacement

Le type de déplacement le plus fréquemment retrouvé est le chevauchement, l'association "angulation + chevauchement" vient en second lieu.

Tableau 10: Répartition selon le type de déplacement.

Déplacement		Nombre de cas	Pourcentage
Angulation		03cas	10%
Chevauchement		13cas	45%
Angulation + chevauchement		08cas	28%
Translation		01cas	3,5%
Cubitus non déplacé	Radius en angulation	01cas	3,5%
	Radius en chevauchement	03cas	10%

3- Traitement :

a- Indications :

Le traitement des fractures diaphysaires des deux os de l'avant bras est essentiellement orthopédique ; le traitement chirurgical n'est envisagé que devant l'impossibilité d'avoir ou de maintenir une réduction satisfaisante par instabilité du foyer fracturaire.

Les indications du traitement chirurgical dans notre série étaient :

- Irréductibilité du foyer fracturaire avec 24 cas.
- Instabilité du foyer fracturaire avec 04 cas.
- 01cas de syndrome de wolkman.

b- Technique opératoire :

▼ Le matériel :

Les broches utilisées sont en titane, elles sont fournies rectilignes ; l'extrémité béquillée sur quelques millimètres ce qui facilite leur guidage.

Le diamètre des broches varie de 20 à 25/10^e de mm en fonction de diamètre du canal médullaire. L'instrumentation de pose est élémentaire, mais il faut bien entendu disposer d'un amplificateur de brillance, idéalement pourvu d'une mémoire, afin de réduire au maximum l'irradiation.

▼ L'intervention:

Sous anesthésie générale, enfant installé en décubitus dorsal, membre supérieur en abduction à 90° reposant sur une table à bras, avec amplificateur de brillance.

La réductibilité est toujours testée avant d'installer les champs opératoires.

En ce qui concerne l'ordre d'introduction des broches, dans notre série on préfère embrocher en premier lieu celui qui est le moins déplacé, Si les deux déplacements sont équivalents, il vaut mieux commencer par le radius car sa réduction est le plus souvent délicate.

La voie d'abord consiste en une incision de 1 cm en regard de la métaphyse radiale inférieure avec écartement du tendon du long supinateur et du périoste qui est ruginé , en faisant attention pour ne pas glisser et toucher l'artère radiale situé juste en avant ; Ainsi, la dissection ne risque pas de léser la veine radiale ni la branche sensitive du nerf radial laissées en arrière.

La broche à béquillage court est introduite dans le canal médullaire et poussée jusqu'à effleurer le foyer fracturaire, dont le franchissement est souvent difficile.

Si la fracture n'est pas réduite par manœuvre externe, un abord du foyer fracturaire est fait, à travers une incision de 2cm sur le site de fracture. Une fois le foyer franchi, la broche est montée vers le col radial.

On a eu recours à l'abord du foyer fracturaire dans deux cas.

Dans notre pratique, le cubitus est abordé le plus souvent au niveau de la métaphyse supérieure sous olécranienne, quelques millimètres en dedans de la crête cubitale. La broche est amenée au foyer de fracture après réduction par manœuvre externe puis poussée jusqu'à la métaphyse opposée.

S'il s'avère difficile de réduire la fracture cubitale, on peut par une rotation axiale de la broche radiale de rompre la courbure pronatrice du radius, afin de relâcher la membrane inter osseuse de façon temporaire.

En fin d'intervention, les extrémités des broches sont légèrement recourbées, et coupées, si possible à l'aide d'une pince permettant une section franche et non agressive. 3 à 4mm seulement doivent rester hors de l'os pour permettre leur ablation ultérieure.

La peau est fermée sans drainage et un pansement compressif est confectionné. Il est alors fondamental d'effectuer des mouvements complets en pronation et supination de façon à corriger une éventuelle imperfection de la réduction dans le plan horizontal.

Dans notre série, l'embrochage du cubitus seul a été réalisé dans le cas de fracture de Monteggia après échec du traitement orthopédique ; c'est une fracture associant une fracture du cubitus et une luxation ou une subluxation de la tête radiale.

Dans la fracture compliquée de syndrome de wolkman, le but de l'embrochage centromédullaire élastique stable était en premier lieu de stabiliser la fracture pour faciliter les soins locaux et les pansements sans déplacer le foyer fracturaire.

c- Les suites opératoires

Une attelle brachio-antibrachio-palmaire (BABP) à visée antalgique a été confectionnée systématiquement chez tous nos patients pendant une durée moyenne de 2 semaines.

La durée d'hospitalisation moyenne était de 5 jours avec des extrêmes de 3 et 8 jours, et c'était le cas de syndrome de Wolkman qui a prolongé la durée d'hospitalisation.

Les patients étaient suivis en consultation pour évaluation clinique et radiologique à une semaine, à la fin du premier mois, au deuxième mois, et pour ablation du matériel.

L'ablation des broches était réalisée à la consolidation osseuse sous anesthésie générale, entre le 3ème et le 6ème mois.

▼ Résultats cliniques

Tous les malades opérés avaient des membres totalement indolores avec une force complète, permettant la reprise des activités.

Pour l'enfant qui avait le syndrome de Wolkman, la fracture a bien consolidé mais le petit a gardé des séquelles de syndrome de Wolkman.

▼ Résultats radiologiques

Dans notre série, Nous avons jugé nos résultats satisfaisants puisque dans la grande majorité des cas (27 cas) soit 93% ont eu une réduction anatomique avec consolidation dans les délais.

Chez 02 enfants, soit 07 % ont eu la persistance du petit déplacement du foyer fracturaire mais avec bon alignement qui a été jugé satisfaisant et qui a disparu avec le remodelage.

d- Complications :

Les complications sont essentiellement représentées par les problèmes d'irritation cutanée due aux broches, qui doivent être minimisés si l'opérateur explique à son patient la petite gêne transitoire et sans gravité de la saillie de l'extrémité des broches

Dans notre série l'irritation cutanée a été observée dans 05 cas soit 17 % avec issue des broches à travers le site d'entrée, et dont aucun cas n'a nécessité l'ablation du matériel.

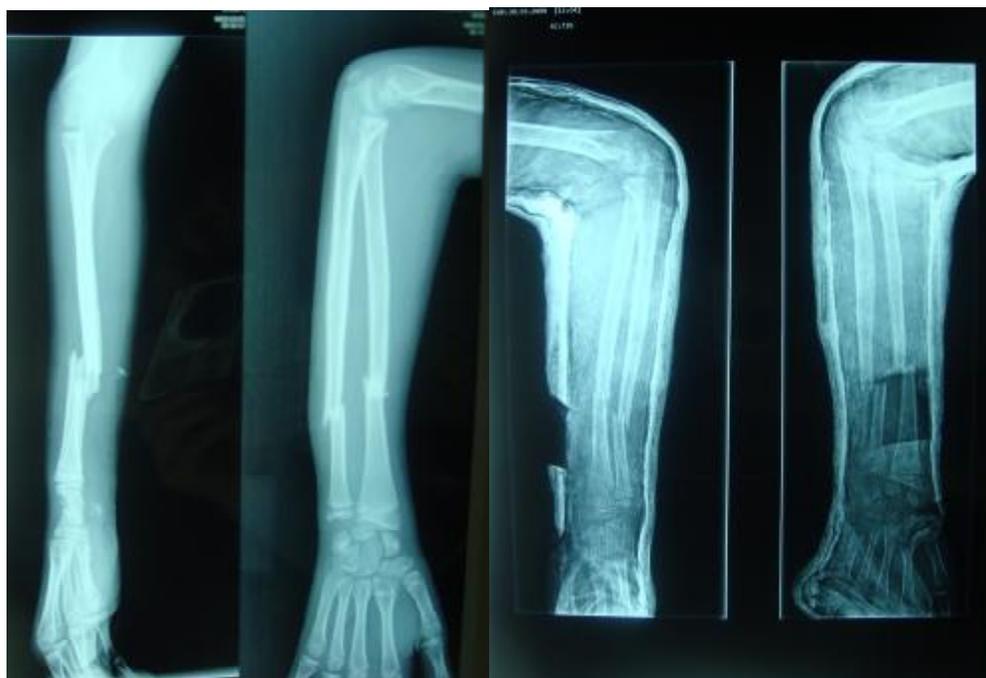
Un seul malade a nécessité une kinésithérapie, il s'agit de l'enfant qui s'est présenté avec un syndrome de wolkman post jbirra. Dont l'évolution a été marquée par la persistance des séquelles neuromusculaires. Pour les autres malades l'évolution n'avait été marquée d'aucune complication notamment pas d'infection, ni de pseudarthrose, ou du cal vicieux.

Parmi les complications on trouve les fractures itératives qui sont des fractures survenant dans un délai de 3 à 4 mois environ, après le déplâtrage de la première fracture. L'embrochage centromédullaire élastique stable n'a pas permis de les éviter complètement lorsque les broches sont retirées trop tôt. C'est la raison pour laquelle, dans les fracture des deux os de l'avant bras, le matériel d'ostéosynthèse ne doit être retiré qu'après 6 mois environ, et à condition de contrôler la parfaite consolidation osseuse radiologique.

Nous n'avons eu aucun cas de fracture itérative dans notre série.

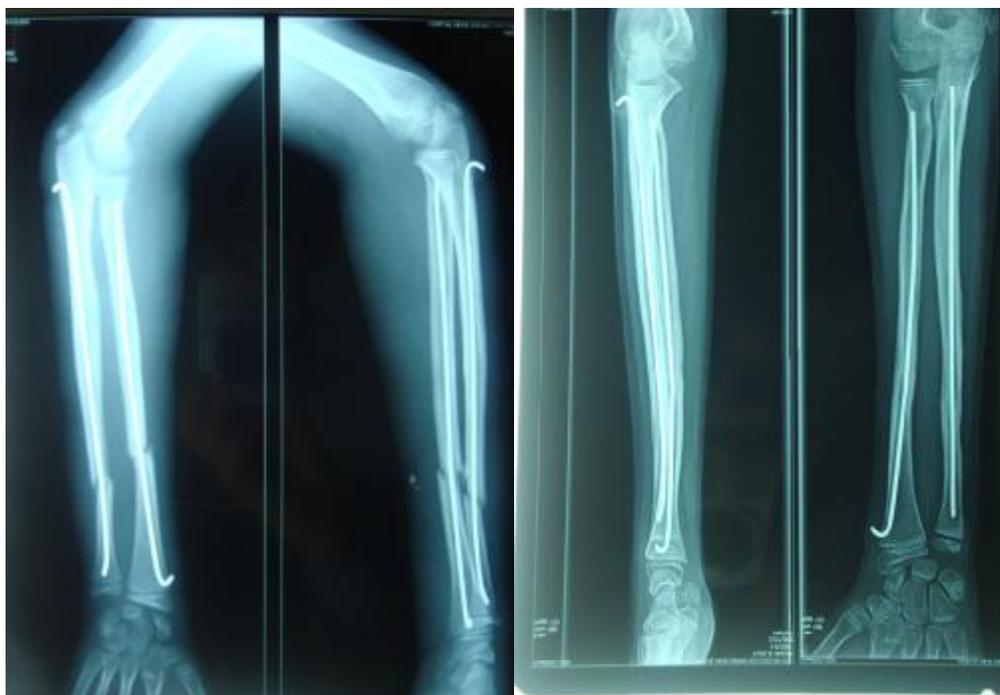


Figure 18 ; A. fracture diaphysaire étagée des deux os de l'avant bras chez un enfant de 10 ans ;
B. Après l'embrochage centromédullaire élastique stable.



A

B



C

D

Figure 19 ; fracture diaphysaire des deux os de l'avant bras chez un enfant de 14 ans, déplacée en chevauchement .B ; après réduction orthopédique .C; ostéosynthèse par ECMES après échec de traitement orthopédique D; contrôle après 5 mois.



Figure 20; A ; fracture de Monteggia .B ; traitement chirurgical par ECMES.

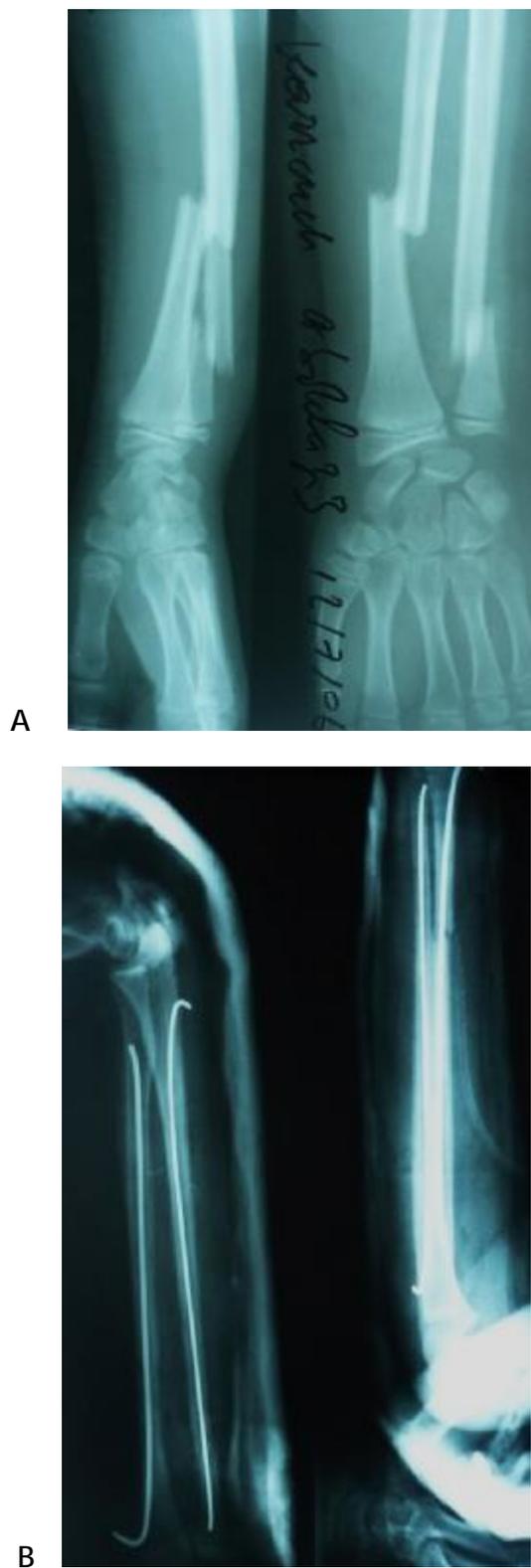


Figure 21; A. fracture diaphysaire du 1/ 3 inferieur des deux os de l'avant bras chez un enfant de 10 ans ; B. Apres l'embrochage centromédullaire élastique stable.



Figure 22 : A. fracture des deux os de l'avant bras chez un enfant de 11 ans .B. ECMES après échec de réduction .C. contrôle après 3mois.

TROISIEME PARTIE

DISCUSSION

Au niveau de l'avant bras, l'embrochage centromédullaire élastique stable n'est pas constitué par le classique montage en double arc sécant pratiqué sur les diaphyses plus larges [18]. La stabilité du montage y assurée par la restitution d'un cadre à l'élasticité relative constitué par l'ensemble des deux os embrochés, réunis entre eux par une membrane interosseuse correctement retendue, associés au ligament triangulaire en bas et ligament annulaire en haut [03]. La mobilité relative du foyer autour d'un point d'équilibre et l'absorption des forces de cisaillement sont autant de facteurs favorables à l'élaboration du cal périosté. [18, 19]

1. Indication du l'ECMES :

Le traitement orthopédique reste le traitement de choix dans les fractures des deux os de l'avant bras chez l'enfant mais elle est parfois irréalisable en raison d'une véritable instabilité voire d'une irréductibilité ; d'où l'indication au recours à l'embrochage centromédullaire élastique stable.

Dans notre série sur 450 enfants traités pour fractures des deux os de l'avant bras entre janvier 2005 et décembre 2009, seuls 29 enfants ont été traités chirurgicalement par ECMES, ce qui correspond à 7 % ; dans la série de BERGERAULT [18] sur 578 dossiers, l'indication chirurgicale a été posée pour 123 cas soit 21% et dans la série de HAMRAOUI [20] sur 655 fractures, 90 ont été traitées chirurgicalement soit 13,70%.

Alors que dans la série d'OUATTARA [23] seulement 02 fractures sur 69 cas ont été traités chirurgicalement par ECMES et dans la série de FRANCOIS [21] 04 fractures sur 37 soit 10,8%.

Tableau 11 : répartition selon le nombre de fracture traitée par ECMES

Série	Nombre de fracture	Nombre de fracture traité par ECMES	Pourcentage
HAMRAOUI [20]	655	90	13,70%
OUATTARA [23]	69	2	3%
FRANCOIS [21]	37	4	10,8%
BERGERAULT [18]	578	123	21%
Notre série	450	29	07%

Les indications de l'ECMES dans notre série comme décrit dans la littérature [05, 22, 23, 24] restaient :

- L'irréductibilité orthopédique.
- L'instabilité post réductionnelle.

Deux indications particulières :

- La fracture de Monteggia qui représente un cas particulier, car le pronostic se situe au niveau du coude, la luxation de la tête radiale doit être reconnue et réduite, sa stabilisation nécessite une ostéosynthèse précise et stable du cubitus [07] ; un seul cas retrouvé dans la série de CLAVERT JM [07].
- Syndrome de wolkman : 1 cas soit 0,8 retrouvé dans la série de HAUMONT [17]. Le but de l'embrochage centromédullaire élastique stable dans ce cas était de faciliter les soins locaux sans entraver la stabilité du foyer fracturaire, et d'éviter la sensation de la douleur que va engendrer la mobilisation du foyer fracturaire à chaque changement de pansement et par la suite d'éviter la pseudarthrose.

Le trait de fracture intéressait le tiers moyens de la diaphyse dans 20 cas, et donc était prédominant et qui faisait très bonne indication à l'embrochage

centromédullaire élastique stable, de même en ce qui concerne les deux autres localisations aucun problème n'a été soulevé en ce qui concerne le siège de la fracture. Chose fortement appuyée par la littérature [F .BERGERAULT (22)].

L'absence de contact initial entre les deux segments fracturaires conduit le plus souvent vers le traitement chirurgical car le périoste rompu rend cette fracture particulièrement instable. [05].

- Recours à l'ECMES selon l'âge

En matière des deux os de l'avant bras, l'âge est un facteur discriminant pour poser l'indication chirurgicale, l'âge limite de l'indication de l'ECMES reste sujet de discussion.

Dans notre série, avant 10 ans, la réduction anatomique parfaite n'est pas obligatoire du fait du remodelage osseux, un traitement orthopédique peut être instauré, le déplacement résiduel à la sortie du plâtre se corrigeant avec la croissance. Les différentes séries chirurgicales retrouvées dans les littératures proposent les mêmes indications [5 ,16 ,21 ; 23]. Seul WYRCH [22] conseille ce dernier dès l'âge de 08 ans.

Chez l'adolescent, devant une fracture instable ou irréductible, le traitement chirurgical s'impose pour éviter toutes les déformations résiduelles et donc conserver la fonction et notamment la pronosupination ; d'autant plus qu'il existe une diminution de l'espace interosseux, un chevauchement fracturaire, des troubles rotatoires, et une instabilité ou une irréductibilité du foyer laissant une angulation supérieure à 15° [22].

Les extrêmes d'âge étaient de 10 et 16 ans, avec une moyenne de 13 ans, chose retrouvée également dans la série de LIGIER [21].alors que dans plusieurs études l'âge moyen se situe entre 8,5 et 11,5 ans.

Tableau 12 : répartition selon l'âge dans plusieurs séries

Auteurs	Age moyen
A.HAMEL [5]	8,5 ANS
D .TOUSSAINT [19]	10 ANS
F.BERGERAULT [18]	11,5ANS
JN.LIGIER [22]	13 ANS
NOTRE SERIE	13 NS

2. Technique opératoire de l'ECMES

Ø L'abord du foyer fracturaire :

Dans notre série le foyer a été abordé dans deux cas, car la réduction par manœuvre externe était impossible, et par conséquent le passage des broches est impossible. Si pour LASCOMBES [08] et Cullen [25], l'abord a été réalisé dans moins de 10 % des cas, LUHMANN [24] l'a réalisé dans 38 % des cas pour éviter des lésions des parties molles lors des manœuvres de réduction et de passage des broches.

PLUGH [27] préconise un abord systématique pour réduire l'angulation et bloquer les rotations par les aspérités fracturaires, d'autant que ses indications de la chirurgie sont pour des fractures totalement irréductibles. [22]

Dans la série SOO [25], il semble que l'abord du foyer de fracture serait responsable d'une augmentation de 24 heures de la durée d'hospitalisation du fait du drainage externe. [22] ; dans notre pratique, on a eu recours au drainage que dans un seul cas.

L'abord du foyer fracturaire ne doit pas être utilisé à titre systématique comme le pratiquent certaines équipes nord-américaines [WYRSCH ET AL (28)]. Il ne doit être réalisé qu'en cas de nécessité de façon à éviter le déperiostage qui majore alors le risque de retard de consolidation, voire de pseudarthrose mais aussi de sepsis. [05]

Tableau 13 ; répartition selon l'abord chirurgical du foyer fracturaire

Auteurs	Abord du foyer fracturaire
NOTRE SERIE	07 %
HAUMONT	13 ,2%
TOUSSAINT	45 %
LASCOMBES ET CULLEN	10 %
LUHMANN	38 %

Ø L'embrochage du radius :

L'embrochage était ascendant pour le radius, à 02 cm au dessus du cartilage conjugal métaphysaire inférieur, à travers un orifice punctiforme.

PONET [29] ET SCHOMAKER [30] préconisent un embrochage à partir de la pointe de la styloïde radiale avec traversée du cartilage de croissance, cependant ils ne déplorent aucun cas d'épiphyiodèse, mais ils utilisent des broches de petit diamètre et ne dépassent pas 20/10.

Contrairement à la série de BERGERAULT [22] qui a rapporté un cas /87, et qui n'a réalisé que des embrochages ascendants, bien que le cartilage de croissance métaphysaire n'a pas été traversé par la pointe carré.

Ø L'embrochage ulnaire

Pour l'ulna l'embrochage était descendant à partir de la région métaphysaire supérieur. L'embrochage ascendant a été préconisé par de nombreux auteurs [26, 30,31], car la broche serait moins gênante, mais la technique reste cependant dangereuse pour la branche sensitive du nerf cubital [31].

3. Immobilisation :

L'immobilisation dans notre série a principalement été réalisée à l'aide d'une attelle brachio-antibrachio-palmaire pour une période de 02 semaines, pour permettre la cicatrisation des parties molles, ainsi qu'à visée antalgique. En aucun cas le plâtre n'a été circulaire

Dans la série de BERGERAULT [22], l'attelle BABP a été gardée jusqu' à consolidation, ainsi que pour SHOMAKER [28] et CULLEN [25], mais leur ostéosynthèse n'est pas stable du fait de l'usage de broches de petit diamètre ou allant simplement à 04 cm au delà du foyer de fracture.

L'utilisation de l'attelle brachio-antibrachio-palmaire est obligatoire lorsque les broches sont laissées à l'air libre [27,30], Mais elle n'empêche pas une perte de la réduction [26, 27, 30] après un traumatisme à haute énergie. Il y a un risque important de lésions du périoste et des parties molles ; le système en cadre n'étant pas respecté, le déplacement secondaire est possible malgré la pose d'une attelle brachio-antibrachio-palmaire.

Aucune différence n'a été retrouvée dans la série de BERGERAULT [22] entre l'immobilisation par attelle pendant 15 jours et un plâtre circulaire pendant 06 semaines.

LASCOMBE [08,31] qui, en 1983 conseillait une immobilisation de 06 semaines préconise actuellement une attelle de 21 jours, et il est rejoint par de nombreux auteurs [22, 32, 33].

4. Complications :

- Irritation cutanée :

Dans notre série, les bases des broches sont coudées puis coupées en laissant 4 à 5 mm en extra osseux.

Cette section doit être précise : trop courte, elle rendra difficile son ablation, trop longue, elle pourra entraîner un conflit cutané pouvant imposer une recoupe de broche, voire un sepsis. Les broches ont toujours été enfouies sous la peau [5]. Certains auteurs ne les enfouissent pas et préconisent une immobilisation plâtrée pour 4 à 6 semaines afin de réaliser l'ablation de matériel sans anesthésie [CULLEN ET AL. (25)]. Pour HAUMONT [5], le plâtre est biomécaniquement inutile et il ajoute ses risques et ses inconvénients. De plus, la broche faisant issue à la peau doit être ôtée précocément, ce qui favorise la refracture.

Il y avait des discussions à propos de l'enfouissement des broches sous la peau .Faut il les enfuir ou bien de les garder en dehors en transcutané ? La conclusion avait aboutit au fait que les broches transcutanées sont facilement enlevées sans anesthésie, ce qui réduit le recours à l'anesthésie générale, mais augmente le risque de l'infection qui peut être contrôlé par Antibiothérapie orale et donc ont opté pour des broches transcutanées plutôt que sous cutanées [22].

Dans notre série l'enfouissement des broches en sous cutanés était de pratique courante, mais l'évolution a été marquée par l'effraction cutanée dans 05 cas, sans avoir justifié dans aucun cas leur ablation.

L'irritation cutanée ulnaire représentait le problème majeur, retrouvé par LASCOMBE [03] dans 10% des cas, et dans 17% des cas par CULLEN [25], Les conflits cutanés secondaires à des broches trop saillantes peuvent être des points d'entrée infectieux nécessitant une ablation précoce du matériel, alors que la consolidation n'est pas encore suffisante, ainsi ils ont préféré dans leur étude un abord plus

latéral de l'olécrane avec enfouissement de la broche après l'avoir recourbée en crosse d'évêque pour éviter une gêne lors de l'appui sur le coude.(figure 28)



Figure 23 : Broche ulnaire saillante et responsable d'un hygroma du coude. [18]

- Complications neurologiques et épiphysiodèse :

Aucun cas de complication neurologique ni d'épiphysiodèse n'a été observé contrairement à la série de BERGERAULT [22] (1,5 %), et la série de HAUMONT [05] (0,8%) où 01 cas d'atteinte de la branche sensitive du nerf radiale a été observé et qui était lié à des tentatives répétées d'embrochage.

Dans la même série de BERGERAULT 01 patient (1,5%) avait présenté une épiphysiodèse radiale avec 01 seul cas de déformation de l'avant bras.

Egalement 02 patients (3%) de la série de BERGERAULT [22], ont présenté des troubles neurologiques en rapport avec une lésion du nerf inter osseux, complication retrouvée une fois par SCHOEMAKER [30] suite à des manœuvres répétées de réduction et aux fausses routes de la broche.

- Les bursites

Dans la série de BERGERAULT 01 seul enfant/87 avait présenté une bursite

sur la broche ulnaire qui s'est manifestée par des douleurs du coude à l'appui.

Les bursites sur broches sont également rapportées par d'autres séries [34,35]. la couverture des broches par un capuchon plastifié ou un drain siliconé paraît une précaution d'autant nécessaire que le matériel sera maintenu en place pendant longtemps ; mais, ceci ne résout pas tout. En réalité, la section à bonne longueur des broches est un écueil difficile à maîtriser. [24]

- Les autres complications :

Dans notre série, sur 29 cas traités par ECMES des deux os, l'évolution n'avait été marquée d'aucune complication ni perte de réduction, ni pseudarthrose, ni de fracture itérative, ni sepsis.

Le même constat a été avancé par FLYNN et WATERS [36], alors que dans la série de PATRICK SHUE [04] 02 cas de fractures itératives ont été observés, et 3 cas soit 3,5 % observés dans la série de BERGERAULT [22].

Un cas de pseudarthrose a été observé dans la série de T.HAUMONT [5] soit 0,8 % avec un cas de sepsis et 3 cas soit 2,4 % de fractures itératives.

5. L'ablation du matériel

Réalisée avant le 6ème mois postopératoire, elle expose le patient au risque de fracture itérative. Il est donc préférable d'attendre une bonne corticalisation osseuse et une reperméabilisation du canal médullaire qui est favorisée par la présence de la broche. [LASCOMBES et AL (37)]; 3 fractures itératives sont décrites dans l'étude de HAUMONT [05], dont une avec ablation du matériel à moins de 2 mois. L'ablation du matériel peut être réalisée sous garrot de façon à ne pas risquer une lésion de la branche sensitive radiale en regard du radius distal (19 % dans la série de HAUMONT [05]).

Dans notre série, on préconisait 04 mois et demi comme moyenne pour

l'ablation du matériel, pour éviter les complications liées à l'immobilisation prolongée ou bien les problèmes liés au matériel (infection, migration) dont aucun n'a été observé dans notre série. Alors qu'il était de 06 mois dans la série de BERGERAULT [22], bien que SHOEMAKER [30] et VEISTREKEN [31] ont proposé l'ablation du matériel dans un délai supérieur à 04 mois, LASCOMBES et ALL [37] préfèrent les retirer après 10 mois, lorsque la consolidation est parfaitement obtenue Pour prévenir les fractures itératives.

PUGH [27] retire les broches au bout de 08 semaines car elles sont extériorisées à la peau, mais il déplore deux fractures itératives et trois déplacement secondaires sur 30 patients opérés, alors que la série de BERGERAULT [22] déplore 03 cas /87.

L'absence de résorption du bouchon centromédullaire a été décrite comme la cause favorisante des fractures itératives des 02 os de l'avant bras, alors que dans la série de J.N.LIGIER [22], Le retrait précoce des broches n'a pas empêcher l'existence de deux fractures, bien que d'autres auteurs attribuent à l'ECMES un rôle préventif sur la fracture itérative en empêchant la formation d'un bouchon [29].

PATRICH SHIE [31] ne recommande que 04 à 06 semaines, comme délai d'ablation du matériel.

Dans la série de BERGERAULT [22], une atteinte iatrogène de la branche sensitive du nerf radial au cours de l'ablation du matériel a été notée, ce qui en fait un geste chirurgical difficile.

Dans notre série l'ablation des broches se fait sous anesthésie générale après l'obtention de consolidation osseuse.

6. Résultats finales :

Dans notre série, Nous avons jugé nos résultats satisfaisants puisque la majorité des enfants 93% ont eu un alignement anatomique après l'intervention et chez 3 cas soit 07% nous avons un déplacement. Même chose retrouvée dans les autres études où les résultats étaient satisfaisants dans la grande majorité des cas [22 ; 31 ; 27].

7. INTERET ET AVANTAGES:

L'embrochage centromédullaire élastique stable a l'avantage d'une technique opératoire simple. Réalisée entièrement à foyer fermé ; elle supprime les risques inhérents à l'ouverture du foyer de fracture et élimine pratiquement le risque septique.

Sur le plan biologique, l' L'embrochage centromédullaire élastique stable reprend tous les avantages du traitement orthopédique : respect de l'hématome fracturaire, du périoste et du cartilage de croissance, conservation de la micromobilité tout en supprimant la macro mobilité.

En outre, il supplée aux carences de l'immobilisation plâtrée sur le plan fonctionnel : l'embrochage centromédullaire élastique stable assure la stabilité du foyer de fracture, il réduit le risque de cal vicieux et de syndrome compartimental.

Sur le plan social, les inconvénients de cette ostéosynthèse sont mineurs car l'autonomie de l'enfant est respectée, l'écriture est possible grâce à l'absence d'immobilisation d'autant plus gênante qu'elle est parfois en supination.

L'embrochage centromédullaire élastique stable n'offre toutes ces qualités que lorsqu'il est réalisé dans les règles de l'art : ce n'est pas un embrochage d'alignement. C'est le cintrage des broches et le positionnement précis de celle-ci

qui leur confèrent toute leur efficacité. Il est important de se rappeler que chez l'enfant le périoste joue un rôle fondamental dans la consolidation fracturaire.

Au titre des désavantages et comparé au traitement orthopédique, l'embrochage centromédullaire élastique stable reste toutefois un traitement chirurgical avec ses inconvénients propres. Le temps d'irradiation en radioscopie est plus long, le risque infectieux est présent, les cicatrices, bien que réduites, existent et l'ablation du matériel doit être envisagée. [5 ,24 ,11].

CONCLUSION

Les fractures diaphysaires des deux os de l'avant bras chez l'enfant qu'elles soient avec ou sans déplacement doivent bénéficier d'un traitement orthopédique, mais il ne faut pas hésiter à opérer en cas d'échec de réduction orthopédique, en cas de grands déplacements, surtout chez les grands enfants ou quand le pronostic fonctionnel de la main est mis en jeu.

Le traitement chirurgical permet l'ostéosynthèse des fractures inaccessibles au traitement orthopédique chez le grand enfant chez qui les capacités de remodelage sont moindres.

L'ECMES a l'avantage d'une technique opératoire simple. Réalisée entièrement à foyer fermé, elle permet d'éviter l'évacuation de l'hématome fracturaire qui joue un rôle de premier plan dans la consolidation osseuse ; elle supprime les risques inhérents à l'ouverture du foyer de fracture et élimine pratiquement le risque septique.

L'ostéosynthèse par embrochage centromédullaire élastique stable doit être préférée à l'ostéosynthèse par plaque vissée bien que cette dernière soit souvent nécessaire dans les fractures du 1/3 inférieur du radius. La meilleure stabilité est apportée par la synthèse des 2 os en évitant l'abord du foyer de fracture. L'immobilisation par plâtre circulaire pour une période de 45 jours, si elle n'est pas néfaste, n'est pas une obligation. Il faut toutefois préconiser le port d'une attelle pour 15 jours. La pose et l'ablation des broches doit être soigneuse pour éviter les complications.

La qualité des résultats de l'ECMES dépend nécessairement du savoir faire chirurgical, car le chirurgien lui-même doit préparer ses implants, tel un forgeron, afin qu'ils soient les plus efficaces possible

RESUMES

RESUME :

L'embrochage centromédullaire élastique stable (ECMES) est une technique d'ostéosynthèse particulièrement adaptée aux fractures diaphysaires de l'avant-bras chez l'enfant et l'adolescent parce que, réalisé à foyer fermé, il respecte les principes biologiques de la consolidation osseuse, limite les cicatrices chirurgicales, permet d'obtenir une réduction anatomique, évite l'immobilisation complémentaire et diminue les risques de fracture itérative.

Nous rapportons une étude rétrospective colligée au service de Traumatologie orthopédique pédiatrique au CHU HASSAN II de Fès, il s'agit de vingt neuf enfants présentant une fracture diaphysaire de l'avant bras, qui ont été traité par embrochage centromédullaire élastique stable entre janvier 2005 et novembre 2009.

Il s'agissait de vingt huit garçons et une fille dont l'âge moyen était de 13 ans (extrêmes : 10 et 16 ans). On note une prédominance du coté gauche (18 cas).

L'ouverture cutanée était trouvée dans 11 cas, dont 08 classées stade I et 03 classées stade II de Cauchoix et Duparc.

Le recours à l'ECMES a été nécessaire à postériori après échec du traitement orthopédique chez 23 enfants, ou d'emblée chez 06 enfants.

Tous les malades ont bénéficié d'embrochage centromédullaire élastique stable à foyer fermé sauf 02.

La durée d'hospitalisation moyenne était de 5 jours avec des extrêmes de 3 et 8 jours.

L'ablation d'attelle se faisait vers le 15ème jour et l'ablation des broches vers 04 mois et demi.

Aucune complication n'a été constatée dans notre série.

L'ECMES est une technique peu invasive, certes, par rapport aux contraintes de

l'abord directe, mais aussi plus fiable comme en témoigne l'absence de complication dans notre série, et s'impose –ou presque– comme traitement de choix des fractures de l'avant bras du grand enfant et devant l'échec du traitement orthopédique ou dans les limites de celui-ci.

SUMMARY

The elastic stable intramedullary nailing is a technique particularly adapted for osteosynthesis of diaphyseal fractures of the forearm in children and adolescents, because realized home closed, it respects the biological principles of consolidation bone, it limits the surgical scar, it allows an anatomical reduction, it avoids the additional immobilization and reduces iterative fracture risk.

We report a retrospective study being collected at pediatric traumatology orthopedics service at the Hassan II University Hospital of Fez, there were twenty-nine children with diaphyseal fractures of the forearm, which were treated with elastic stable intramedullary nailing between January 2005 and November 2009.

There were twenty-eight boys and one girl whose average age was 13 years (range 10 to 16 years). There is a predominance of left side (18cases).

The skin was achieved in 11 cases found, including 08 classified as stage I and 03 classified as stage II of Cauchoix and Duparc.

The use of elastic stable intramedullary nailing was necessary a posteriori after orthopedic treatment failure in 23 children, or immediately in 06 children .

All patients received focus closed ECME except 02.

The hospital stay average was 5 days with extremes of 3 and 8days.

Removal of splint was around the 15th day and the removal of the pin to 03 months and a half.

No complications were observed in our series.

The elastic stable intramedullary nailing is a minimally invasive technique, certainly, compared to the constraints of the conventional surgery, but also more trustworthy as evidenced by the absence of complications in our series, and imposes itself as the treatment of choice in fractures of the forearm in older children and at the failure of orthopedic treatment or its limits.

لم يتم تسجيل أية مضاعفات في هذه الدراسة الرجعية.
تعد (ت.ن.م.م) تقنية محدودة الضرر مقارنة مع ما قد تستدعيه عملية جراحية مباشرة على الكسر وهي أكثر أماناً، كما يشهد بذلك خلو دراستنا من مضاعفات، وهي تقنية تفرض نفسها كخيار علاجي لكسور عظمي الساعد عند الطفل الكبير و عند فشل التقويم العظمي أو في حدود نجاح هذا الأخير.

ملخص

يعتبر التسفيد النخاعي المركزي المرن و المستقر (ت ن م م) أحد تقنيات التركيب العظمي التي تتلاءم خصيصا مع الكسور الجسمية لعظمي الساعد لدى الطفل والمراهق حيث يمكن ببؤرة مغلقة من احترام المبادئ البيولوجية المتعلقة بجبر العظام، الحد من آثار الندب الجراحية، الحصول على تقويم تشريحي، تفادي شل حركي إضافي، و كذا الحد من خطر الكسر التكراري.

نقدم دراسة رجعية مستقاة بمصلحة جراحة و تقويم عظام الأطفال بالمركز الإستشفائي الجامعي الحسن الثاني بفاس، حيث يتعلق الأمر بتسعة و عشرين طفلا عانوا من كسر جسمي لعظمي الساعد، والذين تم علاجهم بالتسفيد النخاعي المركزي المرن و المستقر؛ امتدت بين يناير 2005 و نونبر 2009.

يتعلق الأمر ب28 ولد و فتاة واحدة يتراوح أعمارهم بين 10 و 16 سنة بمعدل 13 سنة. هناك سيادة لكسور الساعد الأيسر.

عثر على فتح جلدي عند 11 حالة، موزعة بين 08 حالات من الدرجة 1، و3 حالات من درجة 2 من تصنيف "كوشوا و ديبارك".

ثم استخدام التسفيد النخاعي المركزي المرن و المستقر (ت.ن.م.م) عند فشل التقويم العظمي لدى 23 طفل، و استخدامه كعلاج أولي في ست حالات.

استفاد جميع المرضى من التسفيد المذكور (ت.ن.م.م) على بؤرة مغلقة باستثناء حالتين.

معدل أيام الاستشفاء السريري 5 أيام تتوزع بين 3 و 8 أيام كحدين لهذا المعدل. كانت إزالة الشد تتم حوالي اليوم الخامس عشر، و إزالة الأسياخ حوالي متوسط أربعة أشهر ونصف.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) PÉREZ-SICILIA JE, MOROTE JURADO JL, GORBACHO GIRONÉS JM, HERNÁNDEZ CABRERA JA, GONZÁLEZ BUENDÍA YR :

Osteosíntesis percutánea en fracturas diafisarias de antebrazo en niños y adolescentes.

Rev EspCir Ostr, 1977, 12, 321-334.

- 2) LASCOMBES P, PRÉVOT J, LIGIER JN, MÉTAIZEAU JP, PONCELET T :

Elastic stable intramedullary nailing in forearm shaft fractures in children: 85 cases.

J Pediatr Orthop, 1990, 10, 167-171.

- 3) LIGIER JN, MÉTAIZEAU JP, LASCOMBES P, PONCELET T, PRÉVOT J :

Traitement des fractures diaphysaires des deux os de l'avant-bras de l'enfant par embrochage élastique stable.

Rev Chir Orthop, 1987, 73 (suppl. 2), 149-151.

- 4) MÉTAIZEAU JP :

Ostéosynthèse chez l'enfant. Embrochage centro médullaire élastique stable.

Montpellier, Sauramps Médical, 1988, 69-74.

- 5) T.HAUMONT, S.BARBARY, J.D.METAIZEAU :

Le traitement chirurgical de la fracture de l'avant bras chez l'enfant : l'embrochage centromédullaire élastique stable (ECMES) ; SYMPOSIUM-SO.F.C.O.T.2004.

6) J-P .METAIZEAU :

L'embrochage centromédullaire élastique stable (ECMES)

Service d'orthopédie ; hôpital Belle-Isle 57045 .1992 .

7) CLAVERT JM, KARGER C, LASCOMBES P, LIGIER JN, METAIZEAU JP :

Fracture de l'enfant.

Monographie du GEOP. Sauramps Médical, Montpellier, 2002.

8) LASCOMBES P :

Embrochage élastique stable en traumatologie.

Conférence d'enseignement de la SOCOFT, Elsevier, Paris, 2001, p.275-301.

9) LEFEVRE CH, LE NEND, DUBRANA F, STINDEL E ET HU W. :

consolidation des fractures.

Encyclopédie Médico- Chirurgicale (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris, tous droits réservés), Appareil locomoteur, 14-044-A-10, 2003.

10) JEAN- CLAUDE DOSCH, MICHEL DUPUIS, GILBERT TAGALANG,

Généralités sur les fractures

Centre de traumatologie et d'orthopédie Strasbourg

[31-010-A-10] [emc] ; 1978.

11) JEAN PREVOT, PIERRE LASCOMBES, ETIENNE LESUR, JP METAIZEAU, JEAN NOEL LIGIER :

Embrochage centromédullaire élastique stable (ECMES)

Elsevier Paris (emc). Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-018,1993.

12) PH. GILLET, R.LEMAIRE :

Ostéosynthèse endomédullaire ; élastique ou rigide ? Acta orthopaedica belgica, vol. 61 -suppl.1 -1995.

13) P. MEYRUEIS, A. CAZENAVE, R. ZIMMERMANN:

Biomécanique de l'os. Application au traitement des fractures (Biomechanics of bones and treatment of fractures)

EMC-Rhumatologie Orthopédie 1 (2004) 64-93.

14) P.LASCOMBS ; J .DUPARC:

ECMES en traumatologie pédiatrique ; Données actuelles cahier d'enseignement de la SOFCOT 2001 ; 78.275 -300.

15) MÉTAIZEAU JP :

Système d'embrochage centromédullaire élastique stable ;

Stryker trauma, F-MET01/0401/300 ; 2001.

16) LASCOMBES P :

Embrochage centromédullaire élastique stable.

EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-018, 2007.

17) P.LASCOMBES, T.HAUMONT, P.JOURNEAU:

L'embrochage centromédullaire des fractures des 2 os de l'avant bras chez
L'Enfant et l'adolescent.

Elsevier Masson SAS, 2006.

18) A.FRICA ET AL :

L'ostéosynthèse stable élastique, nouveau concept biomécanique.

Revue chirurgicale orthopédique 1981,67 suppl. II.82-91.

19) JP.METAIZEAU :

L'ostéosynthèse chez l'enfant par E.C.M.E.S

Sauramps médical ; Montpellier .1989 ;p 112-136 .

20) HAMRAOUI T.

Les fractures diaphysaires des deux os de l'avant bras chez l'enfant à propos
de 655 cas à l'hôpital d'enfant de Rabat

Thèse en médecine, CHU Rabat, 2000, n° 78

21) François PERLA

Les fractures diaphysaires des deux os de l'avant bras chez l'enfant à propos
d'une étude de 37 cas au CHU d'Amiens

Thèse en médecine, CHU d' Amiens, 2005, n° 8

22) F. BERGERAULT, A .SOULIE, S. COTIOS, P .VIOLAS

Les fractures des deux os de l'avant bras de l'enfant ; Fractures of the forearm in children.

Table Ronde sous la direction de F. BERGERAULT (Tours)

Ann. Orthop.ouest ; 2002. 34-193 à 216.

23) OUATTARA O, KOUAME BD, ODEHOURI TH, GOULI JC, YAOK, DICK RK:

Résultats du traitement des fractures des deux os de l'avant bras de l'enfant
Service de chirurgie pédiatrique du centre Hospitalier Universitaire de
Yopougon. Tome 22 n°3 Mali Médical 2007.

24) D.TOUSSAINT, C.VANERLINDEN and J .BREMEN.

Elastic stable intramedullary nailing in diaphysical forearm fractures in children.

Acta Ortopaica Belgica, vol .57-2-1991.

25) CULLEN M., ROY D., GIZA E., CRAWFORD A.:

Complications of intramedullary fixation of pediatric forearm fractures.

J. Pediatr. Orthop., 1998, 18, 14-21.

26) LUHMANN S., GORDON E., SCHOENECKER H.:

Intramedullary fixation of unstable both-bone forearm fractures in children.

J. Pediatr. Orthop. 1998, 18, 451-6.

27) PUGH D., GALPIN R., CAREY P.

Intramedullary steinmann pin fixation of forearm fractures in children.

Clinical. Orthop., 2000, 376, 32-8.

28) WYRSCH B, MENCIO GA, GREEN NE:

Open reduction and internal fixation of pediatric forearm fractures.

J Pediatr Orthop, 1996, 16, 644-650.

29) PONET M., JAWISH R. :

Embrochage élastique stable des fractures des deux os de l'avant-bras de l'enfant.

Chir. Pédiatr., 1989, 30, 117-20.

30) SHOEMAKER S., COMSTOCK C., MUBARAK S., WENGER D., CHAMBER H.:

Intramedullary kirschner wire fixation of open or unstable forearm fractures in children.

J. Pediatr. Orthop., 1999, 19, 329- 37.

31) LASCOMBES P., PREVOT J., LIGIER J., METAIZEAU P., PONCELET T.

Elastic stable intramedullary nailing in forearm shaft fractures in children: 85 cases.

J. Pediatr. Orthop., 1990, 10, 167-71.

32) HUBER R., KELLER H., HUBER P., REHM K.:

Flexible intramedullary nailing as treatment in children.

J. Pediatr. Orthop., 1996,16, 602-5.

33) RICHTER D., OSTERMANN P., EKKERNKAMP A., MUHR G., HAHN M.:

Elastic intramedullary nailing: a minimally invasive concept in the treatment of unstable forearm fractures in children.

J. Pediatr. Orthop., 1998, 18, 457-61.

34) LIGIER J.N. METAIZEAU J.P., LASCOMBES P., PONCELET T., PREVOT J.

Traitement des fractures diaphysaires des deux os de l'avant bras de l'enfant par embrochage élastique stable.

Rev .Chir.Orthop., 1987 ,73,Suppl.II, 149-151.

35) MANTOUT J. P, METAIZEAU J.P, LIGIER J. N. PREVOT J. Embrochage

centromédullaire des fractures des deux os de l'avant bras chez l'enfant.

Ann.Medic.Nancy et Est ,1984 ,23 ,149-151.

36) BULHER K.THOMPSON D. ,SPONSELLER P.,GRIFFIN P.,

A Prospective study of early spica casting outcome in the treatment of femoral shaft in children.

J-Pediatr Orthop 1995, 15: 30-5.

37) LASCOMBES P, PONCELET T, LESUR E, PREVOT J, BLANQUART D :

Fracture s itératives des deux os de l'avant bras chez l'enfant. Rev chir orthop 1987.74 (SUPPL 2)137-139.