



كلية الطب
والصيدلة - مراكش
FACULTÉ DE MÉDECINE
ET DE PHARMACIE - MARRAKECH

ANNÉE 2016

THÈSE N° 194

L'apport de l'embrochage centromédullaire élastique stable dans les fractures de l'humérus chez l'enfant (coude exclus).

THESE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 19 /12/ 2016

PAR

M^{me}. Radia AMADDAH

Née le 12 Avril 1990 SAFI

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

Mots clés

ECMES, Enfant, Humérus, Fracture

JURY

M.	R. EL FEZZAZI	PRÉSIDENT
	Professeur de Chirurgie Pédiatrique.	
M.	E. AGHOUTANE	RAPPORTEUR
	Professeur agrégé de Chirurgie Pédiatrique.	
Mme	K. FOURAIJI	JUGES
	Professeur agrégé de Chirurgie Pédiatrique	
M.	H. JALAL	
	Professeur agrégé de Radiologie.	
M.	M. A. BENHIMA	
	Professeur agrégé de Traumatologie-orthopédie.	



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"رب أوزعني أن أشكر نعمتك
التي أنعمت عليّ وعلى والديّ
وأن أعمل صالحاً ترضاه
وأصلح لي في ذريّتي
إنّي تبنت إليك و إنّي من المسلمين"
صدق الله العظيم





Serment d'hippocrate

Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.

Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus.

Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité. La santé de mes malades sera mon premier but.

Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.

Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.

Les médecins seront mes frères.

Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale, ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.

Je maintiendrai strictement le respect de la vie humaine dès sa conception.

Même sous la menace, je n'userai pas mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.

Je m'y engage librement et sur mon honneur.

Déclaration Genève, 1948





LISTE DES PROFESSEURS



UNIVERSITE CADI AYYAD
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
MARRAKECH

Doyens Honoraires : Pr. Badie Azzaman MEHADJI
: Pr. Abdelhaq ALAOUI YAZIDI

ADMINISTRATION

Doyen : Pr. Mohammed BOUSKRAOUI
Vice doyen à la Recherche et la Coopération : Pr. Ag. Mohamed AMINE
Vice doyen aux Affaires Pédagogiques : Pr. EL FEZZAZI Redouane
Secrétaire Générale : Mr. Azzeddine EL HOUDAIGUI

Professeurs de l'enseignement supérieur

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABOULFALAH Abderrahim	Gynécologie- obstétrique	GHANNANE Houssine	Neurochirurgie
AIT BENALI Said	Neurochirurgie	KISSANI Najib	Neurologie
AIT-SAB Imane	Pédiatrie	KRATI Khadija	Gastro- entérologie
AKHDARI Nadia	Dermatologie	LMEJJATI Mohamed	Neurochirurgie
AMAL Said	Dermatologie	LOUZI Abdelouahed	Chirurgie - générale
ASMOUKI Hamid	Gynécologie- obstétrique B	MAHMAL Lahoucine	Hématologie - clinique
ASRI Fatima	Psychiatrie	MANSOURI Nadia	Stomatologie et chiru maxillo faciale
BENELKHAHAT BENOMAR Ridouan	Chirurgie - générale	MOUDOUNI Said Mohammed	Urologie

BOUMZEBRA Drissi	Chirurgie Cardio- Vasculaire	MOUTAJ Redouane	Parasitologie
BOUSKRAOUI Mohammed	Pédiatrie A	MOUTAOUAKIL Abdeljalil	Ophtalmologie
CHABAA Laila	Biochimie	NAJEB Youssef	Traumato- orthopédie
CHELLAK Saliha	Biochimie- chimie	OULAD SAIAD Mohamed	Chirurgie pédiatrique
CHOULLI Mohamed Khaled	Neuro pharmacologie	RAJI Abdelaziz	Oto-rhino-laryngologie
DAHAMI Zakaria	Urologie	SAIDI Halim	Traumato- orthopédie
EL FEZZAZI Redouane	Chirurgie pédiatrique	SAMKAOUI Mohamed Abdenasser	Anesthésie- réanimation
EL HATTAOUI Mustapha	Cardiologie	SARF Ismail	Urologie
ELFIKRI Abdelghani	Radiologie	SBIHI Mohamed	Pédiatrie B
ESSAADOUNI Lamiaa	Médecine interne	SOUMMANI Abderraouf	Gynécologie- obstétrique A/B
ETTALBI Saloua	Chirurgie réparatrice et plastique	YOUNOUS Said	Anesthésie- réanimation
FINECH Benasser	Chirurgie - générale	ZOUHAIR Said	Microbiologie

Professeurs Agrégés

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABKARI Imad	Traumato- orthopédie B	EL KHAYARI Mina	Réanimation médicale
ABOU EL HASSAN Taoufik	Anesthésie- réanimation	FADILI Wafaa	Néphrologie
ABOUCHADI Abdeljalil	Stomatologie et chir maxillo faciale	FAKHIR Bouchra	Gynécologie- obstétrique A
ABOUSSAIR Nisrine	Génétique	FOURAIJI Karima	Chirurgie pédiatrique B
ADALI Imane	Psychiatrie	HACHIMI Abdelhamid	Réanimation médicale
ADERDOUR Lahcen	Oto- rhino- laryngologie	HADEF Rachid	Immunologie
ADMOU Brahim	Immunologie	HAJJI Ibtissam	Ophtalmologie
AGHOUTANE El Mouhtadi	Chirurgie pédiatrique A	HAOUACH Khalil	Hématologie biologique
AISSAOUI Younes	Anesthésie - réanimation	HAROU Karam	Gynécologie- obstétrique B
AIT AMEUR Mustapha	Hématologie Biologique	HOCAR Ouafa	Dermatologie

AIT BENKADDOUR Yassir	Gynécologie- obstétrique A	JALAL Hicham	Radiologie
ALAOUI Mustapha	Chirurgie- vasculaire péripherique	KAMILI El Ouafi El Aouni	Chirurgie pédiatrique B
ALJ Soumaya	Radiologie	KHALLOUKI Mohammed	Anesthésie- réanimation
AMINE Mohamed	Epidémiologie- clinique	KHOUCHANI Mouna	Radiothérapie
AMRO Lamyae	Pneumo- phtisiologie	KOULALI IDRISSE Khalid	Traumato- orthopédie
ANIBA Khalid	Neurochirurgie	KRIET Mohamed	Ophtalmologie
ARSALANE Lamiae	Microbiologie - Virologie	LAGHMARI Mehdi	Neurochirurgie
ATMANE El Mehdi	Radiologie	LAKMICHY Mohamed Amine	Urologie
BAHA ALI Tarik	Ophtalmologie	LAOUAD Inass	Néphrologie
BASRAOUI Dounia	Radiologie	LOUHAB Nisrine	Neurologie
BASSIR Ahlam	Gynécologie- obstétrique A	MADHAR Si Mohamed	Traumato- orthopédie A
BELBARAKA Rhizlane	Oncologie médicale	MANOUDI Fatiha	Psychiatrie
BELKHOUE Ahlam	Rhumatologie	MAOULAININE Fadl mrabih rabou	Pédiatrie
BEN DRISS Laila	Cardiologie	MATRANE Aboubakr	Médecine nucléaire
BENCHAMKHA Yassine	Chirurgie réparatrice et plastique	MEJDANE Abdelhadi	Chirurgie Générale
BENHIMA Mohamed Amine	Traumatologie - orthopédie B	MOUAFFAK Youssef	Anesthésie - réanimation
BENJILALI Laila	Médecine interne	MOUFID Kamal	Urologie
BENLAI Abdeslam	Psychiatrie	MSOUGGAR Yassine	Chirurgie thoracique
BENZAROUEL Dounia	Cardiologie	NARJISS Youssef	Chirurgie générale
BOUCHENTOUF Rachid	Pneumo- phtisiologie	NEJMI Hicham	Anesthésie- réanimation
BOUKHANNI Lahcen	Gynécologie- obstétrique B	NOURI Hassan	Oto rhino laryngologie
BOUKHIRA Abderrahman	Toxicologie	OUALI IDRISSE Mariem	Radiologie
BOURRAHOUE Aicha	Pédiatrie B	OUBAHA Sofia	Physiologie
BOURROUS Monir	Pédiatrie A	QACIF Hassan	Médecine interne
CHAFIK Rachid	Traumato- orthopédie A	QAMOUSS Youssef	Anesthésie- réanimation

CHERIF IDRISSE EL GANOUNI Najat	Radiologie	RABBANI Khalid	Chirurgie générale
DRAISS Ghizlane	Pédiatrie	RADA Noureddine	Pédiatrie A
EL BOUCHTI Imane	Rhumatologie	RAIS Hanane	Anatomie pathologique
EL HAOURY Hanane	Traumatologie-orthopédie A	RBAIBI Aziz	Cardiologie
EL MGHARI TABIB Ghizlane	Endocrinologie et maladies métaboliques	ROCHDI Youssef	Oto-rhino- laryngologie
EL ADIB Ahmed Rhassane	Anesthésie-réanimation	SAMLANI Zouhour	Gastro- entérologie
EL AMRANI Moulay Driss	Anatomie	SORAA Nabila	Microbiologie - virologie
EL ANSARI Nawal	Endocrinologie et maladies métaboliques	TASSI Noura	Maladies infectieuses
EL BARNI Rachid	Chirurgie- générale	TAZI Mohamed Illias	Hématologie- clinique
EL BOUIHI Mohamed	Stomatologie et chir maxillo faciale	ZAHLANE Kawtar	Microbiologie - virologie
EL HOUDZI Jamila	Pédiatrie B	ZAHLANE Mouna	Médecine interne
EL IDRISSE SLITINE Nadia	Pédiatrie	ZAOUI Sanaa	Pharmacologie
EL KARIMI Saloua	Cardiologie	ZIADI Amra	Anesthésie - réanimation

Professeurs Assistants

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABDELFTTAH Youness	Rééducation et Réhabilitation Fonctionnelle	GHAZI Mirieme	Rhumatologie
ABIR Badreddine	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale	GHOZLANI Imad	Rhumatologie
ADALI Nawal	Neurologie	HAZMIRI Fatima Ezzahra	Histologie - Embryologie - Cytogénétique
ADARMOUCH Latifa	Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)	IHBIBANE fatima	Maladies Infectieuses

AIT BATAHAR Salma	Pneumo- phtisiologie	JANAH Hicham	Pneumo- phtisiologie
ALAOUI Hassan	Anesthésie – Réanimation	KADDOURI Said	Médecine interne
ARABI Hafid	Médecine physique et réadaptation fonctionnelle	LAFFINTI Mahmoud Amine	Psychiatrie
ARSALANE Adil	Chirurgie Thoracique	LAHKIM Mohammed	Chirurgie générale
ASSERRAJI Mohammed	Néphrologie	LAKOUICHMI Mohammed	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale
BAIZRI Hicham	Endocrinologie et maladies métaboliques	LOQMAN Souad	Microbiologie et toxicologie environnementale
BELBACHIR Anass	Anatomie– pathologique	MAHFOUD Tarik	Oncologie médicale
BELHADJ Ayoub	Anesthésie – Réanimation	MARGAD Omar	Traumatologie – orthopédie
BENHADDOU Rajaa	Ophtalmologie	MLIHA TOUATI Mohammed	Oto–Rhino – Laryngologie
BENNAOUI Fatiha	Pédiatrie	MOUHADI Khalid	Psychiatrie
BOUCHENTOUF Sidi Mohammed	Chirurgie générale	MOUHSINE Abdelilah	Radiologie
BOUKHRIS Jalal	Traumatologie – orthopédie	MOUZARI Yassine	Ophtalmologie
BOUZERDA Abdelmajid	Cardiologie	NADER Youssef	Traumatologie – orthopédie
BSISS Mohamed Aziz	Biophysique	NADOUR Karim	Oto–Rhino – Laryngologie
CHRAA Mohamed	Physiologie	NAOUI Hafida	Parasitologie Mycologie
DAROUASSI Youssef	Oto–Rhino – Laryngologie	OUEIAGLI NABIH Fadoua	Psychiatrie
DIFFAA Azeddine	Gastro- entérologie	REBAHI Houssam	Anesthésie – Réanimation
EL HAOUATI Rachid	Chiru Cardio vasculaire	SAJIAI Hafsa	Pneumo- phtisiologie
EL HARRECH Youness	Urologie	SALAMA Tarik	Chirurgie pédiatrique
EL KAMOUNI Youssef	Microbiologie Virologie	SAOUAB Rachida	Radiologie
EL KHADER Ahmed	Chirurgie générale	SERGHINI Issam	Anesthésie – Réanimation
EL MEZOUARI El Moustafa	Parasitologie Mycologie	SERHANE Hind	Pneumo- phtisiologie
EL OMRANI Abdelhamid	Radiothérapie	TOURABI Khalid	Chirurgie réparatrice et plastique
ELQATNI Mohamed	Médecine interne	ZARROUKI Youssef	Anesthésie – Réanimation

FADIL Naima	Chimie de Coordination Bioorganique	ZIDANE Moulay Abdelfettah	Chirurgie Thoracique
FAKHRI Anass	Histologie- embyologie cytogénétique	ZOUIZRA Zahira	Chirurgie Cardio- Vasculaire



DÉDICACES



A mes très chers parents, Azeddine AMADDAH et Mounia BOUAB.

Je vous dédie ce travail qui est le résultat de vos efforts et des lourds sacrifices que vous avez consentis, et que vous continuez à faire.

Quoi que nous fassions, nous n'égalerons jamais la tendresse et le dévouement que vous m'avez consacrée. J'ai une chance inestimable d'être née dans une famille si aimante et si généreuse. Que ce travail vous soit un gage de remerciements, et un témoignage de tendresse et d'amour. Que Dieu vous garde et vous préserve.

Aucune dédicace, aucun mot ne pourrait exprimer à leur juste valeur la gratitude et l'amour que je vous porte. C'est par votre sens des valeurs que j'ai pu me construire, aussi bien en tant que personne qu'en tant que médecin. Je mets entre vos mains, le fruit de longues années d'études, de longs jours d'apprentissage.

Chaque ligne de cette thèse, chaque mot et chaque lettre vous exprime la reconnaissance, le respect, l'estime et le merci d'être mes parents.

Mon papa chéri, ma grande école et mon idole, l'armature de ma personnalité est fondée sur le savoir faire, être et devenir que vous m'avez appris. Tu as su m'inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie. Tu m'as hissée vers le haut quand je baissais les bras. Merci de te soucier autant de mon bonheur et de mon bien-être. Merci de m'avoir soutenue et aidée à surmonter tous les imprévus de la vie. Merci pour tout l'amour et la dévotion que tu m'as offerts. J'espère pouvoir vous honorer un jour et faire votre fierté comme tu fais la mienne.

Ma maman chérie, Tu m'as donnée la vie et l'envie de vivre, les plus précieux de tous les cadeaux. Je t'admire tant pour ta bonté, ton altruisme et ton courage. Merci d'être ce puits inépuisable d'amour, cet océan de tendresse. Merci pour ton temps, tes conseils et pour tous tes sacrifices. Merci pour tes prières et ta bénédiction. Tu étais toujours là à mes côtés pour me reconforter, essuyer mes larmes, soulager mes peines et partager mes joies. Si j'en suis là aujourd'hui, c'est surtout grâce à toi. Puisse ce jour être l'exaucement de tes prières tant formulées. J'espère avoir répondu aux espoirs que tu as fondés en moi. Tu es et tu resteras à jamais, le soleil qui illumine ma vie. Sans toi, je ne suis qu'un corps sans âme.

Vous êtes ma raison d'exister, Je vous aime.... !

A mon très cher époux TARIK :

Notre histoire a commencé depuis que j'ai mis le pieds à l'hôpital en tant qu'externe en zeme année médecine. Je me souviens très bien du jour ou on s'est vu comme ci c'était hier. Tu étais le premier avec qui j'ai fait connaissance en tant que Résident au CHU. Tu m'as initiée à la pratique médicale avec toute modestie et patience, en assistant avec toi à la consultation, en voyant ton comportement rassurant et attentionné avec tes malades, inconsciemment je t'ai pris comme idole et me voilà tombée instantanément sous ton charme et ton charisme irrésistible.

Mon admiration s'amplifiait jour après jour. J'ai trouvé en toi le refuge de mes chagrins et de mes secrets. Ta bonne humeur est tellement contagieuse que même la journée la plus terne avec toi devenait radieuse.

Merci d'être là pour moi, merci d'être toujours à mes côtés, par ta présence, par ton amour dévoué et ta tendresse, pour donner du goût et du sens à notre vie. Que dieu nous garde unis pour l'éternité !

A mon très cher frère Mehdi AMADDAH :

Je te dédie ce modeste travail en témoignage de mon profond amour et mon indéfectible attachement. Tu as été toujours à mes cotés. Ton soutien m'était toujours précieux et m'aidait à surmonter les difficultés. Puisse Dieu nous garder toujours unis. Je te souhaite plein de réussite, de bonheur et de bonne santé. Je t'aime.

A ma chérie louna (lounette) :

Tu es notre perle qu'on chérit et qu'on protège, notre petit rayon de soleil qui nous procure chaleur et tendresse. Tu ne peux pas savoir à quel point je suis fière de toi. Je te dédie ce travail en souvenir des meilleurs et des plus agréables moments passés ensemble. Pour toute la complicité et l'entente qui nous unissent. Puisse-tu garder ton innocence et ta joie de vivre. Je te souhaite tout le bonheur du monde. Je t'aime très fort... !

A mes chers beaux parents Moha SALAMA et Aicha BELHACHEMI :

Vous m'avez accueillie à bras ouverts dans votre famille. Je ne pourrais jamais exprimer le respect que j'ai pour vous. Vos prières, vos encouragements et votre soutien m'ont toujours été d'un grand secours.

Puisse Dieu vous préserver du mal, vous combler de santé, de bonheur et vous procurer une longue vie.

En témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection que je porte pour vous. Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

A mes deux grand-mères :

Vous êtes pour moi le meilleur exemple. Vous m'avez soutenue et comblée tout au long de mon parcours. Je prie Dieu pour que vous viviez dans le bonheur et la santé.

***A ma grande famille : Mes oncles et mes tantes,
A tous mes cousins et cousines***

Merci pour votre amour, vos prières et vos encouragements qui m'ont été d'un grand soutien au cours de ce long parcours. Vous êtes pour moi une source inépuisable de sagesse. Il y a tant de chaleur dans la bonté de vos cœurs. Il n'y a aucun mot qui suffit pour vous dire merci, je vous aime énormément. J'implore Dieu pour qu'il vous garde en bonne santé et qu'il me permette de profiter de votre présence à mes côtés.

A ma chère amie : Dr soundous Benmoussa

Merci d'avoir toujours été présente, et de m'avoir toujours aidée à faire face à toutes les épreuves imposées par la vie. Merci de toujours être là au bon moment, merci pour ton écoute permanente, merci de me comprendre autant et de partager mes soucis. Tu partages toujours une partie de ma vie et de mon cœur. Ce lien si spécial que nous avons tissé au fil du temps est éternellement incassable. Sans toi les études médicales n'auraient pas été les mêmes. Tu nous a facilité tellement ce long chemin, Tu as été toujours celle qui nous unisse. Je te remercie pour tout ce que tu m'as apporté et je te souhaite le meilleur dans la vie. Amie pour toujours, je t'aime... !

A ma meilleure amie : Houda KARIMI

Notre amitié a débuté depuis le lycée, le jour où on s'est tenu compagnie en y partant. Tu fais partie de ces personnes rares par leur gentillesse, leur tendresse et leur grand cœur. J'ai trouvé en toi le refuge de mes chagrins et de mes secrets. Je sais que je pourrais toujours compter sur toi. Merci de toujours être là au bon moment, merci pour ton sourire. Tous les mots ne sauraient exprimer l'amour, le respect et la reconnaissance sincères que j'ai pour toi. En souvenir des moments merveilleux que nous avons passés, et aux liens solides qui nous unissent, je dédie ce travail à notre grande amitié, qui je l'espère sera éternelle.

A mes chères amies : Hanane ATIDI, Ghita BEDDOU :

Notre amitié a débuté depuis la première année et s'est poursuivie en entamant nos études médicales. On a commencé ensemble, et nous voilà entraîné de tracer nos chemins ensemble. On a partagé énormément de bons moments, plein de souvenirs et plein de fou rire. Vous étiez toujours à mes côtés dans les meilleurs moments comme dans les pires. Je vous souhaite beaucoup de bonheur et de réussite.

A mes chers amis: Mounia LJESIC et son mari Naoufel JEBLI :

A ma chérie : je te remercie infiniment d'avoir répondu présente quand j'en avais le plus besoin, et de m'avoir tant soutenue et encouragée. Merci aussi pour cette ambiance si spéciale avec laquelle vous m'aviez toujours entourée. Avec toute mon affection et estime, je vous souhaite beaucoup de réussite et de bonheur, autant dans votre vie professionnelle que privée.

A mes très chers Ami(e) s et Collègues : A BAYBAY, M TANTAOUI ,R HADRAMI, A AIT BENHASSI , S BOUTGHAIOUT,M YAHYAOUI , B MADIQ , J YOUSFI, A ARFAJA, A MOULOUA, H ALTIT, A KHADIR, R HADEK, H SAHRAOUI, M ALAOUI, H HAMAOUI, M GHAYDI , Z AIT OUZDI , HOUKOUMI G, CHEBBOU R et a toute la 13^{ème} promotion des internes:

J'aurais aimé vous rendre hommage un par un, mais hélas le nombre limité de pages m'en empêche. En souvenir de tous les moments que nous avons passés sur les bancs de notre Faculté, et dans les couloirs du CHU. Je vous dis merci, tout simplement, d'avoir été là et de m'avoir soutenue. Vous êtes ma seconde famille et je pense que ce lien est éternel. Avec tout mon respect et toute mon affection. Vous êtes les meilleurs.



REMERCIEMENTS



A

NOTRE MAITRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE

Monsieur le professeur ELFEZAZI Radouane

Chef de service de chirurgie orthopédie pédiatrique au CHU MED VI de Marrakech

Nous sommes très sensibles à l'honneur que vous nous avez fait en acceptant la présidence de notre jury de thèse. Nous vous remercions pour le temps que vous y avez consacré malgré tous vos engagements. De votre enseignement brillant et précieux, nous gardons les meilleurs souvenirs. Vos qualités humaines, mais encore plus votre sympathie et votre modestie nous ont toujours profondément marqués. Vos compétences professionnelles nous inspirent une grande admiration et un profond respect. Nous tenons à vous remercier pour l'accueil que vous nous avez réservé. Veuillez trouver, cher maître, à travers ce modeste travail la manifestation de notre plus haute estime et de nos sentiments les plus respectueux.

A

NOTRE MAITRE ET RAPPORTEUR DE THÈSE

Monsieur le professeur AGHOUTANE Mouhtadi

Professeur agrégé de chirurgie pédiatrique

Il nous est impossible de dire en quelques mots ce que nous vous devons. Par votre rigueur, votre dynamisme et votre passion dans l'exercice de votre métier, vous avez su nous communiquer le désir d'offrir le meilleur de nous-même. Vous nous avez fait un grand honneur en acceptant de nous confier la responsabilité de ce travail. Nous vous en remercions profondément. Nous vous sommes très reconnaissants pour tout le temps et les sacrifices que vous avez dû faire aux dépens de votre travail et de vos obligations, ainsi que pour vos encouragements inlassables, vos conseils judicieux, et vos remarques hors-paires. Vos qualités humaines exemplaires, votre compétence et votre dévouement sont pour nous un exemple à suivre dans l'exercice de la profession médicale. Nous espérons avoir été à la hauteur de votre confiance et de vos attentes. Veuillez

trouver ici, cher maître, le témoignage de notre vive gratitude, de nos sentiments les plus distingués et de notre haute considération.

A

NOTRE MAITRE ET JUGE DE THÈSE

*Madame la professeur FOURAJI Karima
Professeur agrégée de chirurgie pédiatrique*

Permettez-nous de vous exprimer toute notre gratitude pour l'immense honneur que vous nous faites en acceptant de faire partie de notre Jury. Nous vous remercions pour la grande amabilité avec laquelle vous nous avez accueillis. Veuillez accepter, chère professeur, l'assurance de notre sincère reconnaissance et notre profond respect.

A

NOTRE MAITRE ET JUGE DE THÈSE

*Monsieur le professeur JALAL Hichame
Chef de service de radiologie pédiatrique de Marrakech*

Vous nous faites un grand honneur de juger cette thèse. L'ampleur de vos connaissances, votre gentillesse et votre disponibilité ont toujours suscité notre admiration. Veuillez trouver, cher maître, dans ce travail l'expression de notre estime et de notre considération.

A

NOTRE MAITRE ET JUGE DE THÈSE

*Monsieur le professeur BENHIMA Mohamed amine
Professeur agrégé de traumatologie - orthopédie*

Aucune expression ne saurait témoigner de notre gratitude et de la grande estime que nous portons à votre personne. Nous sommes très touchés par l'honneur que vous nous faites en acceptant de siéger parmi ce jury. Vos encouragements, votre disponibilité et votre gentillesse, ne peuvent que solliciter de notre part sincère reconnaissance et admiration. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de notre profond respect.

*A toute l'équipe du service d'orthopédie pédiatrique du CHU MED VI de
Marrakech*

*A tous les enseignants de la Faculté de médecine et de pharmacie de
Marrakech : Avec notre reconnaissance et notre haute considération*



ABBREVIATIONS



Liste des Abréviations

ECMES	: Embrochage centromédullaire élastique stable.
AVP	: Accident de la voie publique.
TDM	: Tomodensitométrie.
TC	: Traumatisme crânien.
FE	: Fixateur externe.
CM	: Canal médullaire.
AG	: Anesthésie générale.
RAA	: Rhumatisme articulaire aigue



PLAN



INTRODUCTION	1
MATÉRIEL ET MÉTHODE	3
I. Matériel	4
II. Méthode	4
1. Critères d'inclusion	4
2. Critères d'exclusion	4
3. Collecte des données	5
4. Méthodes d'évaluation	5
RÉSULTATS	7
I. Données épidémiologiques	8
1. Age	8
2. Sexe	8
3. Latéralité	8
4. Antécédents	8
5. Accident causal	9
6. Mécanisme	10
II. Données Cliniques	10
1. Côté atteint	10
2. Signes cliniques	11
3. Ouverture cutanée	11
4. Lésions vasculo-nerveuses	11
5. Lésions associées	11
III. Données radiologiques	12
1. Localisation des fractures	12
2. Type de fracture	16
IV. Données thérapeutiques	17
1. Prise en charge pré-opératoire	17
2. Prise en charge chirurgicale	17
V. Suites postopératoires	18
1. Immobilisation complémentaire	18
2. Durée d'hospitalisation	18
VI. Complications précoces	18
1. Complications per-opératoires	18
2. Complications infectieuses	18
3. Problèmes des broches	18
VII. Complications tardives	19

1. Cal vicieux	19
2. Pseudarthrose et retard de consolidation.....	19
VIII. Evolution et résultat final.....	19
1. Evolution.....	19
2. Evaluation	21
3. Résultats globaux.....	21
DISCUSSION.....	23
I. Rappel historique	24
II. Rappel anatomique	26
III. Principes généraux et spécificités des fractures des os longs chez l'enfant	34
1. Particularités des fractures chez l'enfant	34
2. Formation et croissance de l'humérus proximal	35
3. Processus de consolidation des fractures chez l'enfant	36
4. Possibilités de remodelage et séquelles possibles	38
IV. Anatomopathologie	41
V. Données épidémiologiques.....	44
1. Age	44
2. Sex-ratio	44
3. Causes du traumatisme	45
VI. Données cliniques	45
1. Côté atteint	45
2. Signes cliniques	46
3. Ouverture cutanée	46
4. Lésions vasculo-nerveuses.....	47
5. Lésions associées	47
VII. Données radiologiques.....	47
VIII. Données thérapeutiques de l'ECMES	48
1. Définition	48
2. Bases biomécaniques	48
3. ECMES et consolidation	50
4. Technique chirurgicale de l'ECMES	52
IX. Complications.....	69
1. Complications précoces	69
2. Problèmes des broches	70
3. Complications tardives	71
X. Evolution.....	72
1. Recul	72

2. Ablation du matériel d'ostéosynthèse.....	72
3. Evaluation	73
XI. Intérêt et avantage de l'ECMES.....	73
1. Avantages	73
2. Limites	74
XII. Comparaison de l'ECMES avec les autres moyens thérapeutiques des fractures de l'humérus.....	74
1. Traitement orthopédique.....	74
2. Traitement chirurgical.....	75
CONCLUSION	77
ANNEXES	79
RÉSUMÉS	84
BIBLIOGRAPHIE	88



INTRODUCTION



Les fractures de l'humérus en dehors du coude sont rares chez les enfants et représentent 3 % de l'ensemble des fractures. Elles sont surtout l'apanage de l'adolescent.

Les caractéristiques anatomiques de l'humérus proximal expliquent en grande partie les différentes présentations des fractures, ainsi que leurs complications puis l'évolution ultérieure.

Au niveau de l'humérus proximal elles seront volontiers métaphysaires avec un potentiel de consolidation remarquable. Au niveau diaphysaire, elles exposent le nerf radial, et le potentiel de remodelage est moins bon.

La prise en charge thérapeutique était conservatrice, faisant appel au traitement orthopédique. Depuis 1985, avec l'avènement de l'embrochage centro-médullaire élastique stable (ECMES), la chirurgie occupe une plus grande place, même si le choix entre les deux stratégies thérapeutiques reste débattu et qu'aucun consensus n'a pu être trouvé.

L'embrochage centromédullaire élastique stable est une technique idéalement adaptée aux conditions particulières de l'enfant. Il est peu agressif et réalise une ostéosynthèse souple, élastique, et apporte une solution de stabilité efficace.

Il consiste en l'introduction de deux broches élastiques dans la métaphyse osseuse la plus éloignée du foyer de fracture. Les 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 [1]. Cette méthode a bénéficié des avantages biologiques (respect de la vascularisation périostée) et mécaniques (broches) ; ce qui fait d'elle une méthode chirurgicale particulièrement adaptée aux fractures de l'humérus chez l'enfant.

Bien que l'ECMES soit fréquemment utilisé, très peu d'études ont évalué les résultats de ce traitement dans les fractures humérales chez l'enfant [2].

Nous nous proposons d'analyser 40 dossiers de fractures de l'humérus, en dehors du coude, traitées par embrochage centromédullaire élastique stable, colligés dans le service d'orthopédie pédiatrique à l'hôpital mère enfant au centre hospitalier universitaire Mohammed VI de Marrakech sur une période de 5 ans allant de Janvier 2009 à Décembre 2014.



I. Matériel :

Notre étude rétrospective concerne une série de 40 cas de fractures de l'humérus en dehors du coude, traitées par ECMES.

Il s'agit d'une série colligée au service d'orthopédie pédiatrique du CHU Mohammed VI de Marrakech sur une durée de 06 ans, étalée de janvier 2009 à Décembre 2014.

II. Méthode :

1. Critères d'inclusion

Sont inclus dans notre étude, tout enfant opéré dans le service d'orthopédie pédiatrique entre Janvier 2009 et Décembre 2014, pour une fracture de l'humérus en dehors du coude, et ayant bénéficié d'une ostéosynthèse par ECMES.

2. Critères d'exclusion

Ont été exclus de cette étude :

- Les patients sortis contre avis médical.
- les patients ayant une fracture sur os pathologique.
- Les patients ayant une fracture du coude.
- Les patients ayant une fracture de l'humérus traitée orthopédiquement ou par une technique chirurgicale autre que l'ECMES

3. Collecte des données

Pour le recueil des données, nous avons utilisé le dossier médical, et rempli pour chaque cas une fiche d'exploitation qui vise à préciser les renseignements épidémiologiques, cliniques, radiologiques, la technique opératoire et l'évolution ainsi que la recherche de complications [annexe1].

4. Méthode d'évaluation

L'évaluation des résultats tient compte des données cliniques et radiologiques. Les critères utilisés sont inspirés des scores prédéfinis :

Pour évaluer les résultats des fractures diaphysaires, nous avons utilisé la classification de Stewart et Hundley modifiée (tableau I), qui est un score à la fois anatomique et fonctionnel en se basant sur :

- L'existence d'une douleur résiduelle.
- La mobilité.
- L'alignement.

Tableau I : Evaluation fonctionnelle la classification de Stewart et Hundley modifiée

Très bon	Absence de douleur Mobilité normale de l'épaule et du coude Bon alignement radiologique
Bon	Pas de douleur ou douleur climatique Raideur de l'épaule et du coude inférieure à 20° Cal vicieux inférieur à 20°
Assez bon	Douleur peu importante Raideur de l'épaule et du coude entre 20 et 40° Cal vicieux supérieur 20°
Mauvais	Douleur persistante Raideur de l'épaule et du coude supérieure à 40° Pseudarthrose

Pour l'évaluation des fractures métaphysaires, nous avons eu recours au Constant Shoulder Score [annexe 2]. Un score appliqué sur l'épaule de façon comparative avec le côté controlatéral.

- L'existence d'une douleur résiduelle.
- L'activité physique.
- La position de la main : au niveau du ventre, xyphoïde, cou, menton et la tête.
- La force d'abduction.
- L'amplitude de flexion.
- L'amplitude d'abduction.
- Les amplitudes de rotations interne et externe.



RÉSULTATS



I. Données épidémiologiques :

1. Age :

L'âge moyen était de 9.15 ans avec des extrêmes de 5 à 14 ans.

La répartition par tranche d'âge montre un pic à 7 ans .

2. Sexe :

La prédominance masculine était nette dans notre série, avec 23 garçons soit 58% des cas et 17 filles soit 42% des cas (figure 1). Le sexe ratio était de 1.37.

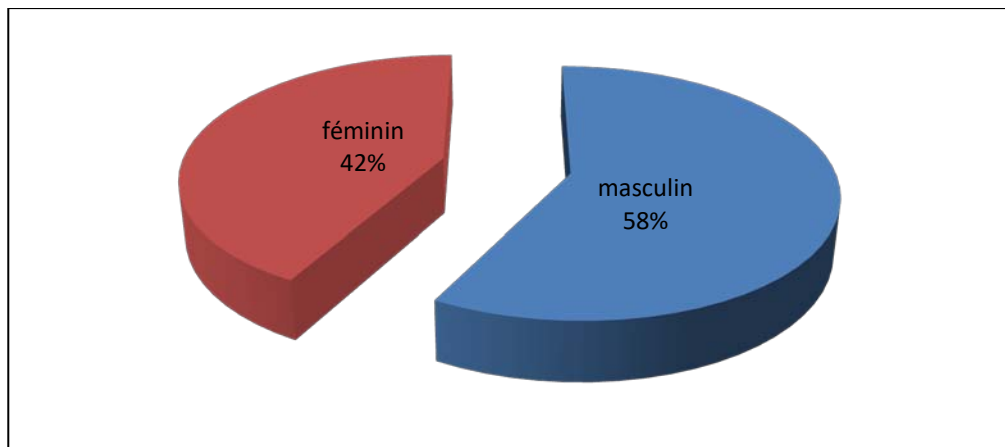


Figure 1 : répartition de nos patients en fonction du sexe

3. Latéralité :

Dans notre série, 29 patients étaient droitiers contre 11 patients gauchers.

4. Antécédents :

4.1. Médicaux :

Un patient était suivi pour RAA.

Un patient était suivi pour anémie ferriprive sous traitement martial.

4.2. Chirurgicaux :

Aucun de nos patients n'avait été opéré auparavant.

5. Accident causal :

Les causes des fractures peuvent être réparties comme suit (figure 2) :

- Les accidents de la voie publique (AVP) : 10 cas.
- Les chutes : 20 cas.

Ces chutes variaient entre des chutes d'arbre, d'un mur, d'escalier et même des chutes de l'enfant de sa hauteur.

- Les accidents de sport : 04 cas.
- Objet lourd : 04 cas.
- Agression : 02 cas.

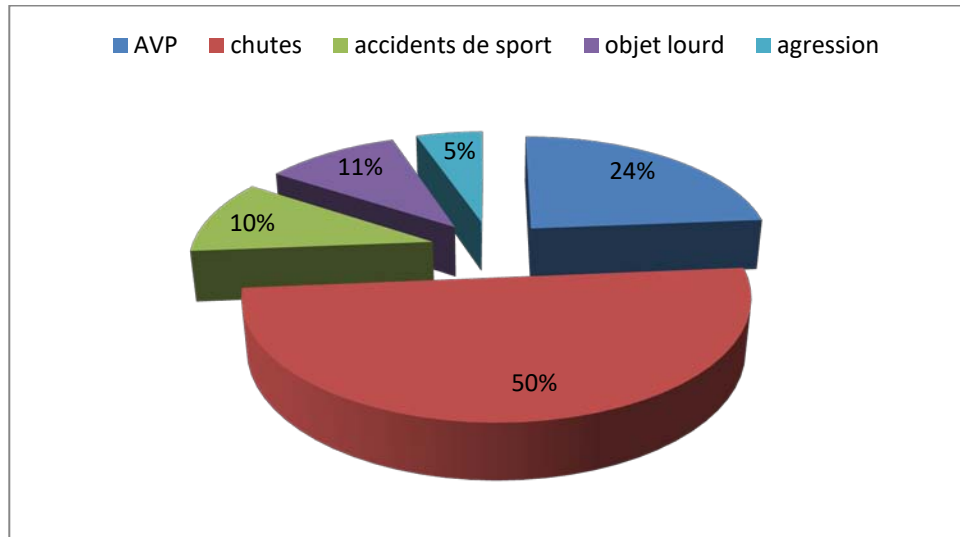


Figure 2 : Répartition des fractures selon l'agent causal (n=40)

Les chutes ont constitué la principale étiologie des fractures de l'humérus chez L'enfant.

6. Mécanisme :

Le mécanisme était indirect chez 15 enfants, direct chez 20 enfants. Il n'a pas pu être déterminé chez 05 enfants (figure 3).

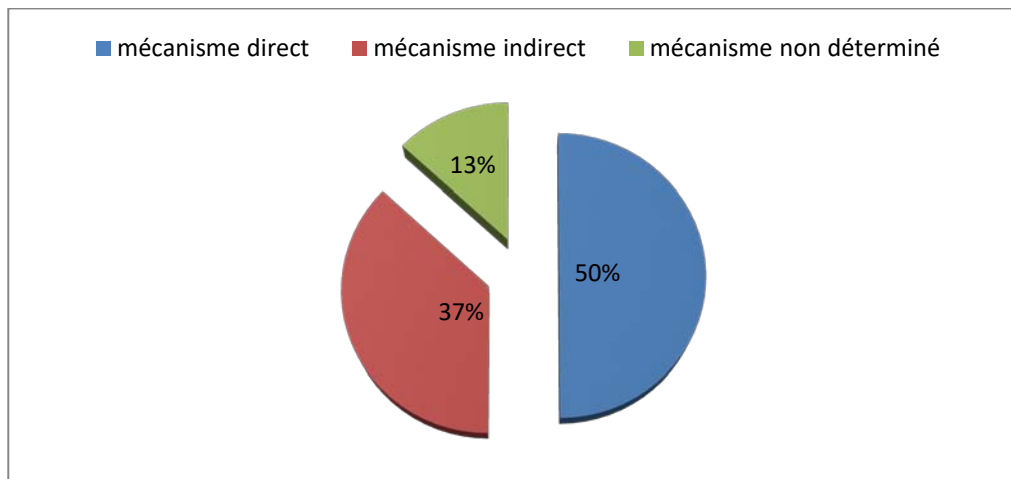


Figure 3 : Répartition des fractures selon le mécanisme (n=40)

II. Données Cliniques :

1. Côté atteint

Le côté gauche était atteint dans 21 cas soit 52.63%, le côté droit est atteint dans 19 cas soit 47.36%.

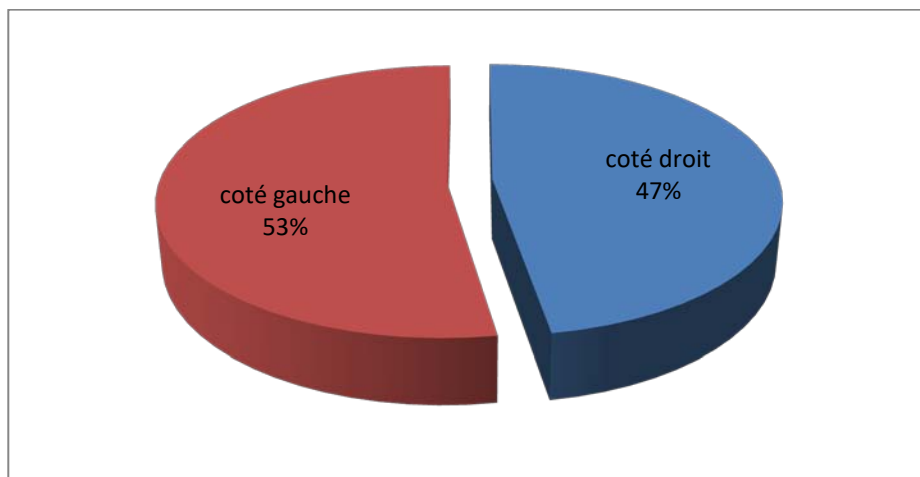


Figure 4 : Répartition en fonction du côté atteint (n=40)

2. Signes cliniques :

Tous les patients avaient présenté une douleur post-traumatique associée à une impotence fonctionnelle du membre atteint qui était totale dans 32 cas (soit 80 %) et partielle chez 08 patients (soit 20%).

A l'inspection, la déformation était évidente chez 11 patients soit 28%, l'œdème était constaté chez 17 patients (soit 44.7 %).

3. Ouverture cutanée :

La fracture était ouverte dans 01 cas, classée stade I de CAUCHOIX et DUPARC.

4. Lésions vasculo-nerveuses :

Un patient a présenté une cyanose de l'extrémité avec allongement du temps de recoloration (>3 secondes). La coloration du membre a repris au bloc opératoire après réduction de la fracture.

5. Les lésions associées :

05 enfants (13.6%) présentaient des lésions associées :

-03 traumatismes crâniens bénins nécessitant une simple surveillance.

-01 cas de contusion abdominale avec à l'échographie un épanchement abdominal minime sans lésions décelables.

-01 cas de contusion thoracique sans lésions radiographiques décelables.

III. Données radiologiques

1. Localisation des fractures

On a noté une prédominance des fractures diaphysaires (65% des cas).

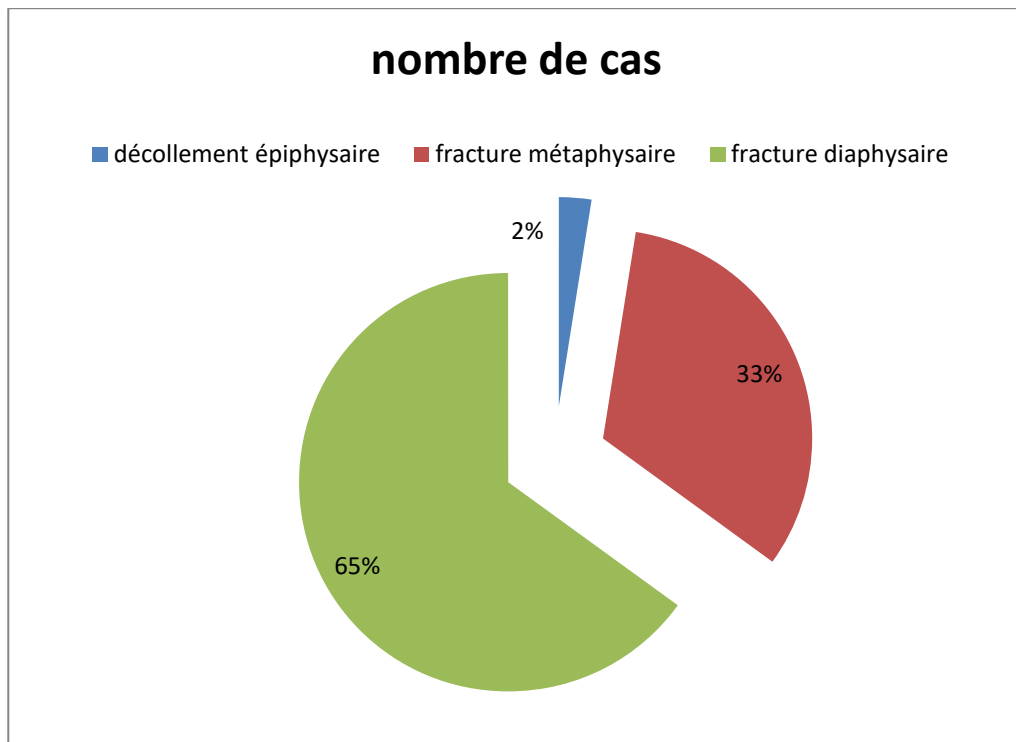


Figure 5 : Répartition selon le siège du trait de fracture (n=40)

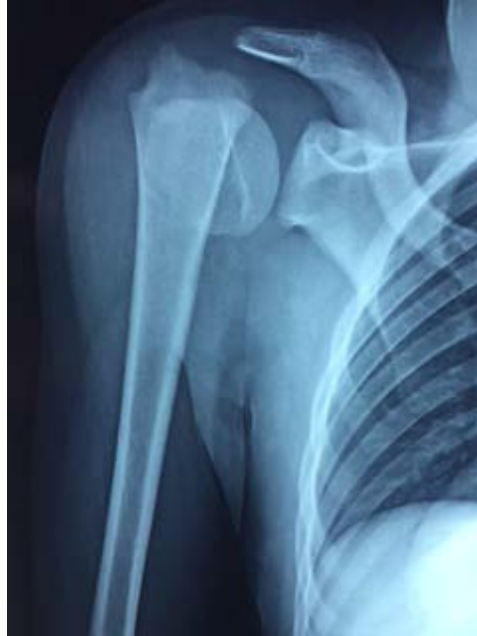


Figure 6: radiographie face d'une fracture décollement épiphysaire stade I de Salter de l'extrémité supérieure de l'humérus.



Figure7: radiographie face d'une fracture métaphysaire de l'humérus à trait transversal avec chevauchement des deux fragments.



Figure 8 : radiographie face d'une fracture médio diaphysaire de l'humérus à trait spiroïde avec angulation.



Figure 9 : radiographie face d'une fracture métaphysaire haute de l'humérus à trait oblique court non déplacée.



Figure 10 : radiographie face d'une fracture diaphysaire de l'humérus avec 3^{ème} fragment.

2. Type de fracture :

2.1. fractures simples :

On a noté 6 cas de fractures simples (15 % des cas). Le trait de fracture était :

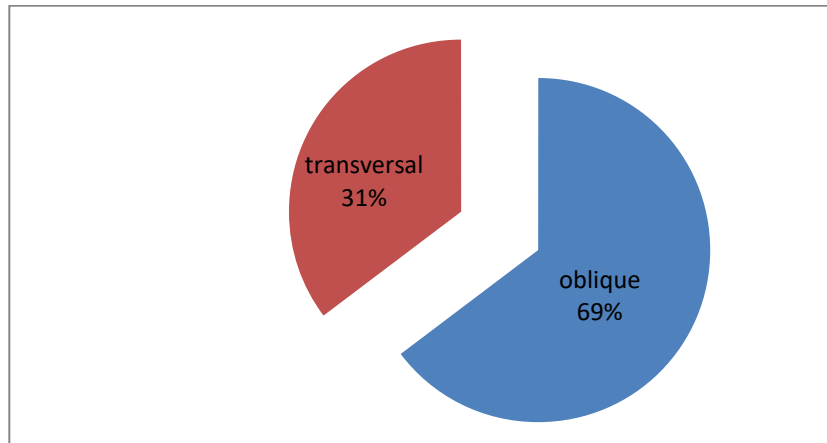


Figure 11 : répartition des fractures selon le type de trait de fracture .

2.2. Fractures déplacées :

On a noté 34 cas de fractures déplacées dans notre série soit 85% dont :

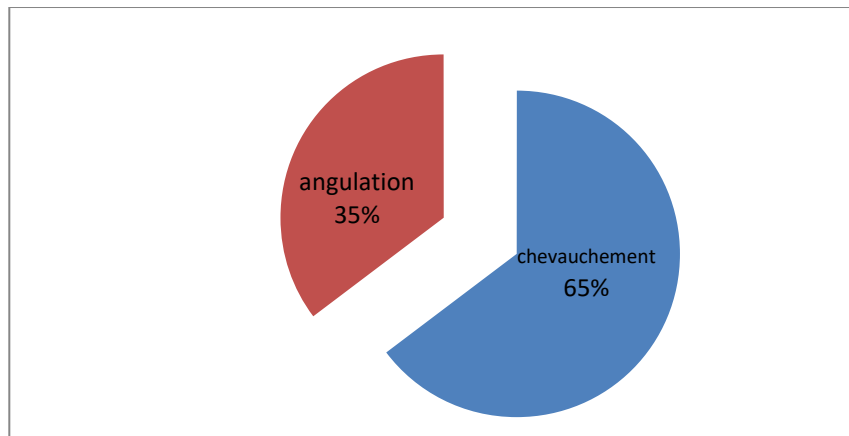


Figure 12 : répartition des fractures déplacées selon le type de trait de fracture.

IV. Données thérapeutiques :

1. Prise en charge pré opératoire :

- Laisser à jeun.
- Tous les patients ont bénéficié d'une attelle plâtrée à but antalgique, et d'un traitement médicamenteux à base de paracétamol par voie intraveineuse ou intrarectal.
- Une antibiothérapie a été administrée par voie intraveineuse chez un seul patient qui présentait une ouverture cutanée punctiforme.

2. Prise en charge chirurgicale :

- le délai avant l'opération était de 8.6h avec des extrêmes allant de [4h-48h]
- la réduction s'est toujours faite sous AG, sous contrôle scopique.
- les broches utilisées étaient des broches en titane de calibre variant entre 20/10 et 30/10
- l'embrochage a été ascendant dans tous les cas, avec mise en place de 2 broches
- L'abord du foyer de fracture a été nécessaire dans 4 cas dûs à une irréductibilité de la fracture par interposition de la longue portion du biceps.

V. Suites postopératoires :

1. Immobilisation complémentaire :

La contention post opératoire a été faite par simple bandage coude au corps de type Dujarrier dans 33 cas, attelle et bandage coude au corps dans 7 cas.

2. La durée d'hospitalisation :

La durée moyenne d'hospitalisation était 3.6 jours avec des extrêmes de [2j-7j].

VI. Complications précoces :

1. Complications per-opératoires :

Aucun incident per-opératoire n'a été noté.

2. Complications infectieuses :

Aucun cas de suppuration sur broches n'a été noté.

3. Problèmes des broches :

3.1. Malposition de la broche :

Il a été noté dans 2 cas. La radiographie de contrôle postopératoire avait objectivé l'issue d'une broche dans l'articulation. Un repositionnement a été fait le jour même.

3.2. Saillie de la broche par la peau :

Cette complication a été observée dans 6 cas (15% cas)

VII. Complications tardives

1. Cal vicieux :

Aucun patient n'a présenté cette complication.

2. Pseudarthrose et retard de consolidation :

Dans notre série 3 cas de retard de consolidation ont été notés. Mais aucun cas de pseudarthrose n'a été objectivé.

VIII. Évolution et résultat final

1. Évolution

1.1. Recul

Les patients étaient suivis en consultation et évalués cliniquement et radiologiquement à une semaine, à la fin du premier mois, au 3^{ème} mois, à l'ablation du matériel au 6^{ème} mois et à 1 an.



Figure 13 : radiographie de contrôle au 3^{ème} mois d'une fracture métaphysaire de l'humérus à trait transversal traitée par ECMES ascendant.



Figure 14 : radiographie de contrôle au 3^{ème} mois d'une fracture diaphysaire de l'humérus avec 3^{ème} fragment traité par ECMES ascendant et objectivant un retard de consolidation.

1.2. Ablation du matériel d'ostéosynthèse

L'ablation du matériel d'ostéosynthèse a été réalisée en moyenne à 6.3 mois après l'embrochage avec des extrêmes de 03 et 09 mois. L'intervention a toujours été réalisée sous anesthésie générale, au cours d'une hospitalisation de jour. Toutes les broches ont pu être enlevées sans complication particulière.

2. Evaluation :

L'état fonctionnel du membre supérieur constitue l'un des plus importants critères de jugement des résultats thérapeutiques d'une fracture de l'humérus. La consolidation à elle seule ne constitue pas un bon résultat.

En fait, l'obtention d'un membre à la fois solide et fonctionnel reste le but désiré de tout traitement en pathologie traumatique et orthopédique.

Pour évaluer les résultats des fractures diaphysaires, nous avons utilisé la classification de Stewart et Hundley modifiée [3].

Pour l'évaluation des fractures métaphysaires, nous avons eu recours au Constant Shoulder Score.

3. Résultats globaux :

Dans notre étude, les résultats fonctionnels ont été appréciés chez 37 patients parmi 40 soit 92%. Trois patients ont été perdus de vue.

Les résultats au cours de notre examen de révision selon la classification de Stewart et Hundley modifiée étaient comme suit (tableau II) :

Très bon résultat : 20 cas soit 80%

Bon résultat : 5 cas soit 20%

Les résultats au cours de notre examen de révision selon le Constant Shoulder Score : tous nos patients avaient un score excellent (< 11)

L'activité antérieure a pu être reprise dans des conditions normales chez tous nos malades soit 100%

Enfin il n'y a eu de reprise chirurgicale chez aucun de nos malades.



DISCUSSION



I. Rappel historique :

Hachethal K.H [4] fut le premier, en 1961, à décrire l'utilisation de broches de Kirchner introduites par la fossette olécrânienne pour réaliser l'ostéosynthèse «souple», à foyer fermé des fractures de la diaphyse humérale.

April G. et Boll P. [5], en 1968, décrivaient l'embrochage centromédullaire à foyer fermé des fractures de l'humérus [6].

Techniquement, les broches centromédullaires étaient utilisées depuis longtemps. Mais comme elles étaient droites, il était très difficile de les guider dans la médullaire et de passer le foyer de fracture. La réduction à foyer fermé était donc quasiment impossible. De plus, ces broches ne permettaient que d'aligner les fragments osseux ; une immobilisation plâtrée d'appoint était nécessaire. C'est l'adaptation des principes mécaniques d'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 ayant des propriétés élastiques, il était possible de les guider pour réaliser, à foyer fermé, des montages peu invasifs, équilibrés et stables [1].

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 [1]. 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, de l'avant bras et de l'humérus chez des enfants relativement grands [4]. Progressivement, à partir des années 1980, de nombreuses équipes d'orthopédie pédiatrique en

France, puis en Europe et aux Etats-Unis, ont adopté la technique. Peu de modifications techniques 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.

Si le traitement orthopédique garde de nombreuses indications, l'ECMES a trouvé sa place dans les situations où il paraissait insuffisant, celles dans lesquelles il était trop inconfortable, ou imposait une immobilisation trop longue. Les autres moyens d'ostéosynthèse (plaques vissées et clous centromédullaires) sont peu utilisés chez l'enfant, voir même abandonnés. [7;8].

II. Rappel anatomique :

Le bras est la partie du membre supérieur comprise entre l'épaule et le coude. L'humérus, os du bras, présente un certain nombre de particularités [9] ; c'est un os long unique interposé entre deux articulations très mobiles. Il présente un corps et deux extrémités. La diaphyse humérale s'identifie au corps de l'os. Le jeu mécanique lui impose une orientation telle que son extrémité inférieure est située dans un plan frontal, alors que l'extrémité supérieure est orientée selon le plan sagittal. Il en résulte une torsion des travées corticales diaphysaires, qui correspondent à la partie la plus rétrécie de l'os, d'où la présence d'une gouttière radiale. Cette torsion fait que l'humérus est un os particulièrement vulnérable, et le prédispose aux fractures.

1. Le squelette :

1.1. L'extrémité supérieure de l'humérus :

Elle présente trois saillies: l'une interne articulaire, la tête de l'humérus, et deux non articulaires, le trochiter et le trochin, situé respectivement en dehors et en avant de la tête (Figure15) [10].

a. La tête de l'humérus :

La tête humérale, à la partie supéro-interne de l'os, est orientée en haut, en arrière et en dedans; elle est palpable à travers le muscle deltoïde lorsque le bras est placé en rotation externe. Elle est limitée en dehors par une rainure circulaire, ou col anatomique. L'axe de la tête et de la diaphyse humérale déterminent un angle de flexion ou d'inclinaison de 130 degrés. Mais l'axe de la tête est également orienté en arrière et en dedans, formant ainsi avec un plan frontal un deuxième angle, de torsion ou de déclinaison, de 15 à 20 degrés.

b. La grosse tubérosité :

Appelée trochiter (tuberculum majus), est situé en dehors de la tête, sur le prolongement du bord externe de la diaphyse. Son contour supérieur présente trois facettes d'insertions musculaires pour les rotateurs de l'épaule (Figure15) :

- en haut, le sus-épineux.
- au milieu, le sous-épineux.
- en bas, le petit rond.

c. La petite tubérosité :

Ou trochin (tuberculum minus) est situé au-dessous et en avant de la tête. Entre le trochiter et le trochin, descend la gouttière ou coulisse bicipitale, dont les lèvres donnent insertion en dehors, au muscle grand pectoral, en dedans au muscle grand dorsal, puis au muscle grand rond (Figure15).

Entre le grand pectoral et le grand dorsal descend la longue portion du muscle biceps, dans toute l'étendue de la gouttière.

L'extrémité supérieure de l'humérus est séparée de la diaphyse par le col chirurgical, portion rétrécie de l'os, sous jacent au trochiter en dehors, et au bord inférieur du col anatomique en dedans.

1.2. La diaphyse humérale :

a. Les surfaces corticales :

La face antéro-externe : elle est occupée dans sa partie proximale par la crête rugueuse du V d'insertion deltoïdienne.

La face postérieure : barrée de haut en bas et dedans en dehors par la gouttière du nerf radial.

La face antéro-interne : elle est parcourue en haut par la longue portion du biceps au fond de sa gouttière.

b. Les bords :

Le bord latéral et le bord médial :

Ces deux bords sont d'autant plus marqués que l'os se rapproche de son extrémité inférieure. Le bord externe est interrompu dans sa partie moyenne par la gouttière radiale qui passe de la face postérieure à la face externe.

Le bord antérieur :

Appelé également ligne âpre, rugueux en haut, il se confond avec la lèvre externe de la coulisse bicipitale.

c. Le canal médullaire :

En raison des implications chirurgicales, il faut rappeler que la diaphyse humérale est vrillée sur son axe. Elle comporte une section proximale cylindrique qui tend à s'effacer à la partie distale pour constituer les deux piliers de la palette humérale de structure compacte et triangulaire.

Les données biométriques concernant la diaphyse humérale sont rares. De Mourgues[11] a mesuré chez l'adulte les diamètres endomédullaires transversal et sagittal : respectivement 18 et 17 mm au 1/3 proximal, 12 et 11 mm au 1/3 moyen et 8,5 et 9 mm au 1/3 distal.

La cavité médullaire présente donc un rétrécissement progressif proximo-distal parfois très marqué. Elle est globalement rectiligne dans le plan frontal mais présente une double courbure dans le plan sagittal ; la courbure distale dirigée vers l'avant est la plus marquée.

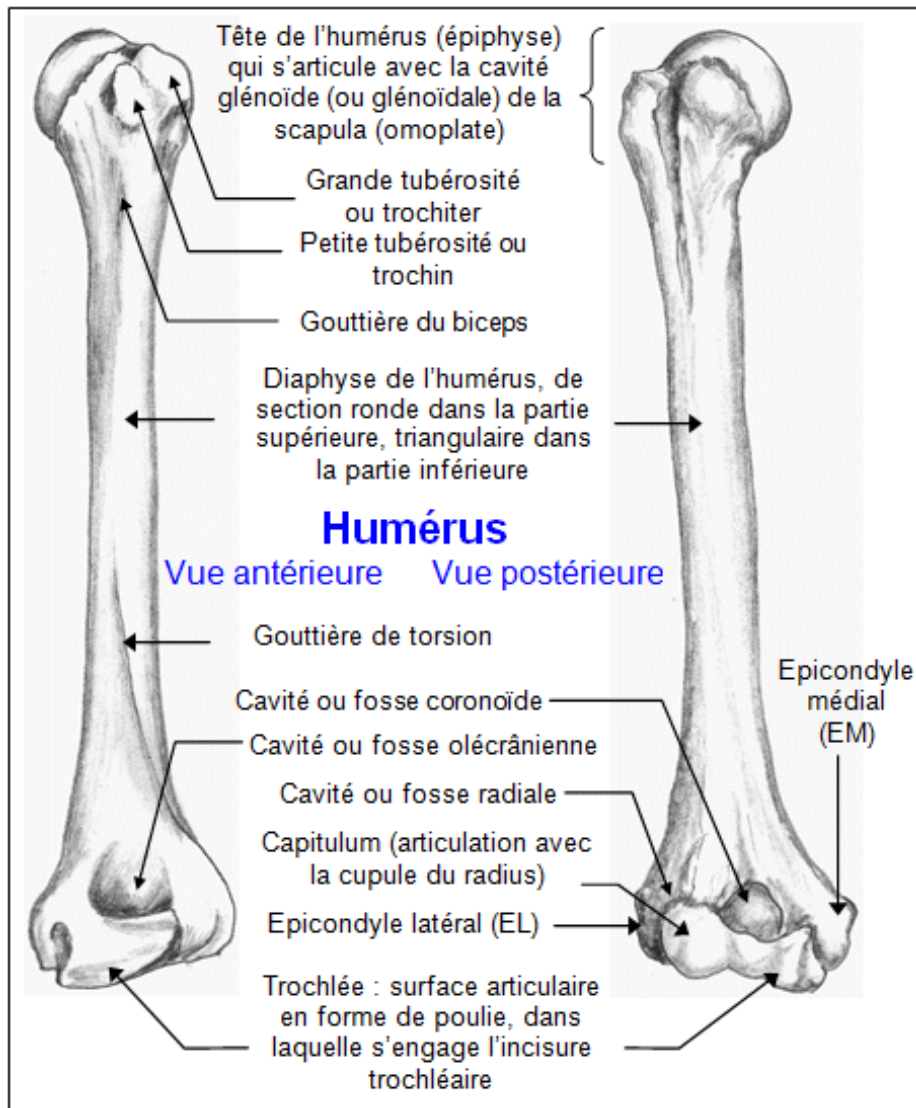


Figure 15[10] : vue antérieure et vue postérieure de l'humérus.

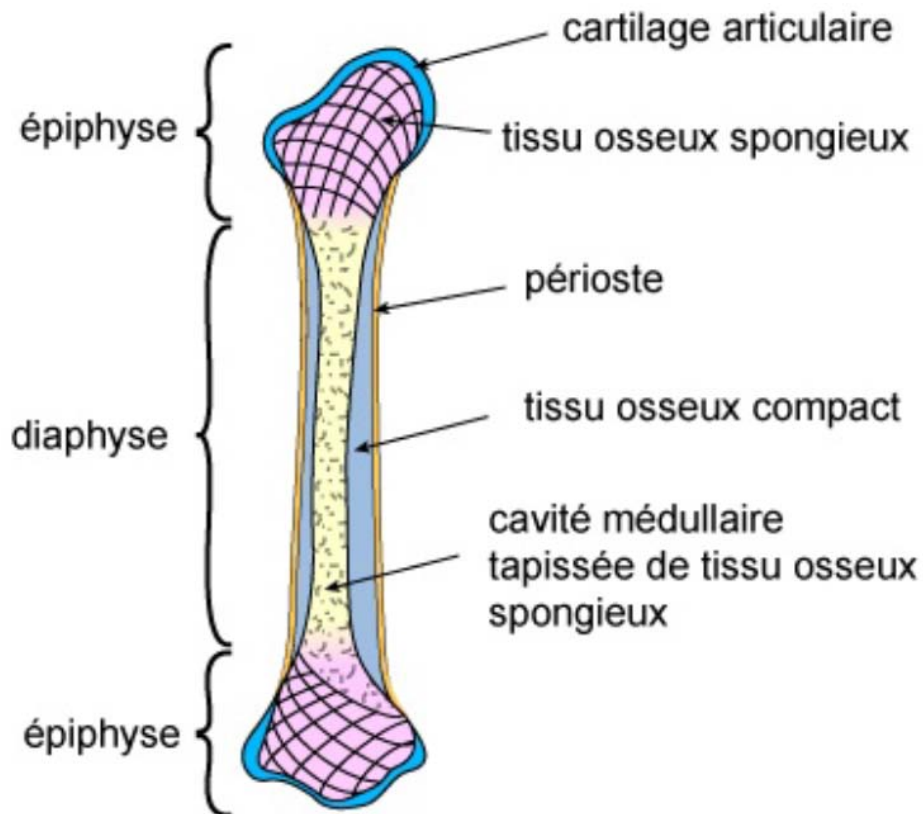


Figure 16 : Schéma d'une coupe sagittale de l'humérus

2. MUSCULATURE :

Le bras est constitué de deux loges musculaires, antérieure et postérieure. La loge antérieure du bras contient trois muscles : le muscle biceps brachial ; le muscle coracobrachial, et le muscle brachial.

En arrière de l'humérus, innervé par le nerf radial, le muscle triceps brachial.

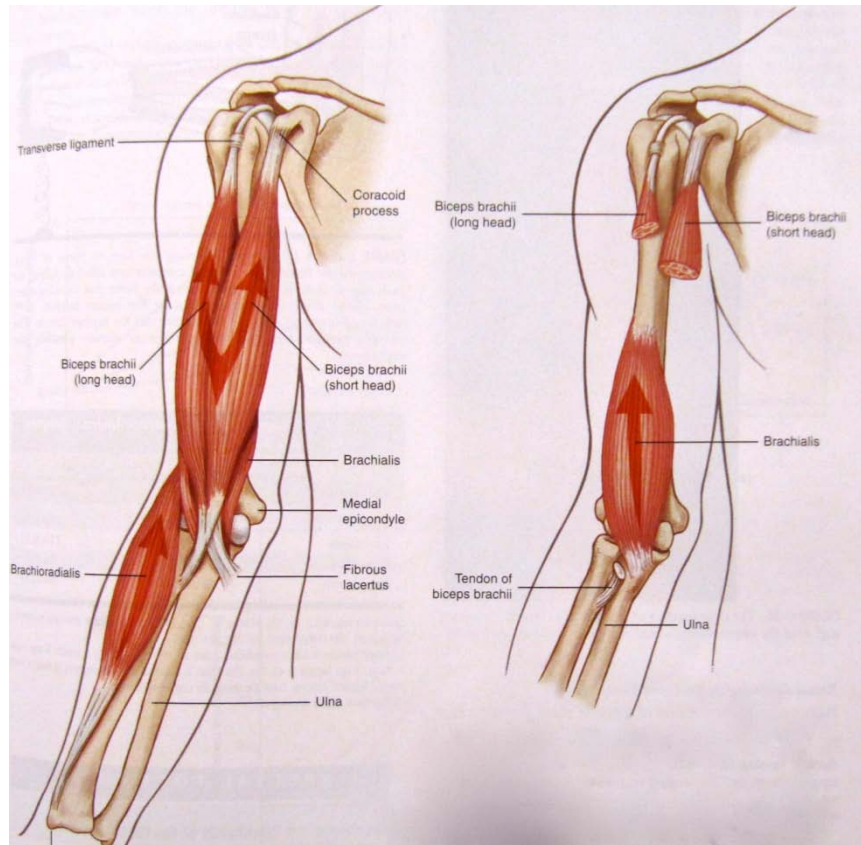


Figure 17 : schémas des muscles du bras

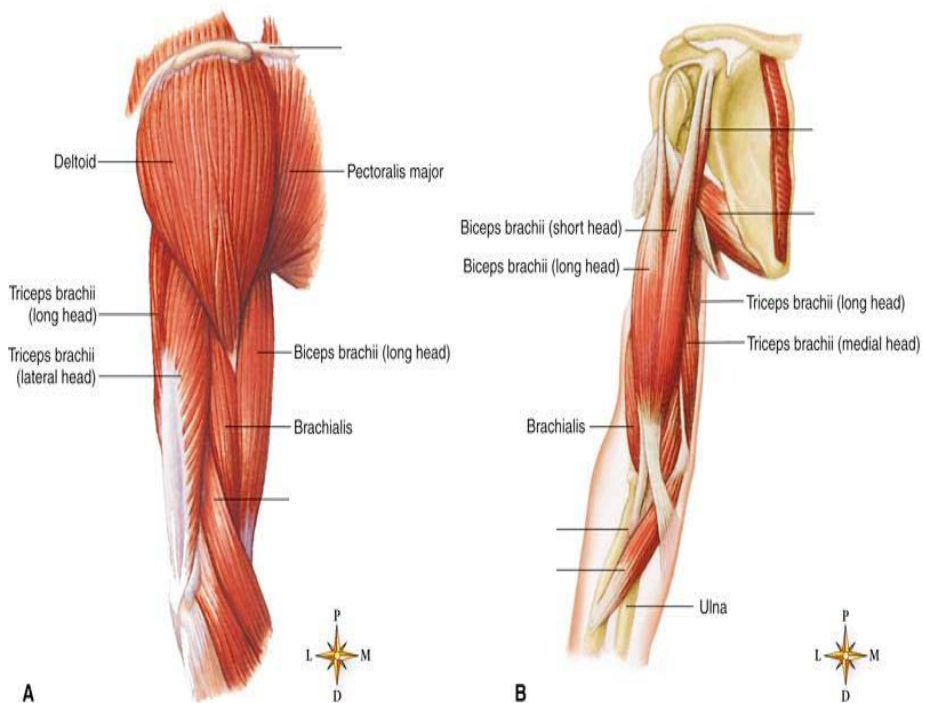


Figure 18 : schémas des muscles du bras

3. Vascularisation :

Le bras livre passage, en profondeur, à l'artère brachiale ainsi qu'à la veine brachiale , et en superficie aux veines céphalique et basilique

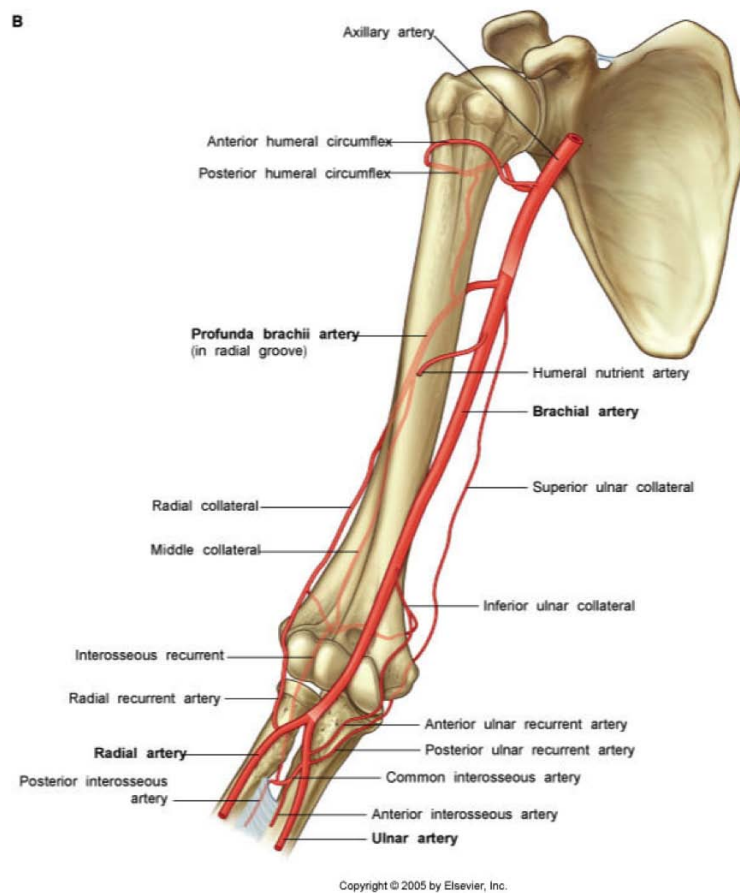


Figure 19 : schéma de la vascularisation du bras.

4. INNERVATION :

En avant et en dedans, pour l'innervation du bras essentiellement : le nerf musculocutané et le nerf cutané médial du bras. Pour l'innervation de l'avant bras et de la main : le nerf cutané médial de l'avant bras, le nerf cubital et le nerf médian. En arrière, le nerf radial qui innerve l'ensemble du membre supérieur.

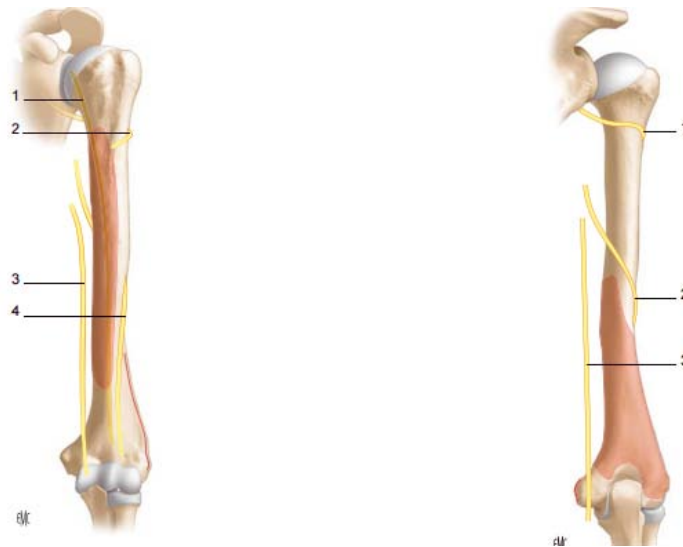


Figure 20 : schéma du trajet du nerf radial

1.Nerf musculocutané , 2.Nerf radial , 3. Nerf ulnaire, 4. Nerf radial

Les rapports étroits du nerf radial avec la face dorsale de la diaphyse humérale contre laquelle il glisse selon un angle de 10 à 15° font partie des données anatomiques classiques (figure 20). En fait, il est quelque peu protégé par des faisceaux musculaires du triceps sauf dans la région supracondylienne à la sortie de sa gouttière de torsion. La traversée de la cloison intermusculaire externe est un point de fixité pour le nerf. Solidaire de la diaphyse, il subira une traction à partir de ce point à l'origine d'une élévation voire d'une section lors d'un mouvement de grande amplitude de l'humérus fracturé.

III. Principes généraux et spécificités des fractures des os longs de l'enfant :

1. Particularités des fractures chez l'enfant:

Le squelette est initialement une matrice cartilagineuse chez le fœtus. Celle-ci va s'ossifier progressivement au cours du développement fœtal par le milieu des diaphyses. Puis dès le 9ème mois de gestation, les épiphyses vont apparaître dans un ordre immuable, identique chez tous. À la naissance, le squelette est constitué d'os fibrillaire (primaire) à l'exception de la diaphyse fémorale qui contient un os lamellaire avec des ostéocytes. Petit à petit, la masse cartilagineuse va diminuer pour être remplacée par du tissu osseux, de sorte qu'en fin de croissance, la majeure partie de la structure est ossifiée et le cartilage ne persiste que sur les surfaces articulaires.

Ceci engendre des spécificités anatomique, biomécanique et physiologique qui font que le squelette de l'enfant diffère de celui de l'adulte par:

- La présence de cartilages de croissance.
- Un os plus poreux (cortex aréolaire) et moins minéralisé que celui de l'adulte, et donc moins résistant.
- Un os plus hydraté, donc plus plastique et plus élastique.
- Un os possédant une gaine périostée plus épaisse et mieux vascularisée.

Ces caractéristiques osseuses expliquent 4 fractures propres de l'enfant :

- La fracture métaphysaire en motte de beurre due à la contrainte en compression de l'os diaphysaire dans l'os métaphysaire.
- La fracture plastique diaphysaire qui est une incurvation traumatique sans fracture macroscopique.
- La fracture en bois vert, avec rupture de la corticale convexe et de son périoste.
- La fracture en cheveu non déplacée grâce au manchon périosté.

A coté de ces fractures typiques on retrouve les fractures communes :
Spirioïde ; transversale ; oblique ; transverso oblique avec ou sans refend ; communitive.

2. Formation et croissance de l'humérus proximal :

La physe proximale de l'humérus est formée de trois noyaux d'ossification (céphalique, du tubercule mineur et du tubercule majeur). Le premier apparaissant au plus tard à 3 mois de vie. Les deux autres apparaissent vers 1 an et fusionnent entre eux entre 3 et 5 ans formant le noyau du massif tubérositaire. Vers 6 ans, ce dernier fusionne avec le noyau céphalique pour former un noyau épiphysaire proximal céphalo-tubérositaire unique. C'est vers cet âge de 6 ans que la physe humérale proximale prend alors sa forme caractéristique en « accent circonflexe » (figure 21), responsable de ce double contour sur les clichés radiologiques accentuant les difficultés d'interprétation et les risques d'erreurs [12].

Cette physe humérale proximale assure près de 80 % de la croissance en longueur de l'humérus permettant un exceptionnel pouvoir de remodelage (figure 21). La fusion du cartilage conjugal est la plus tardive au niveau des os longs (16-17 ans chez la fille, 18 ans chez le garçon) [13], expliquant la survenue de fractures décollement épiphysaire chez l'adolescent et un remodelage de cal vicieux encore possible à cet âge.

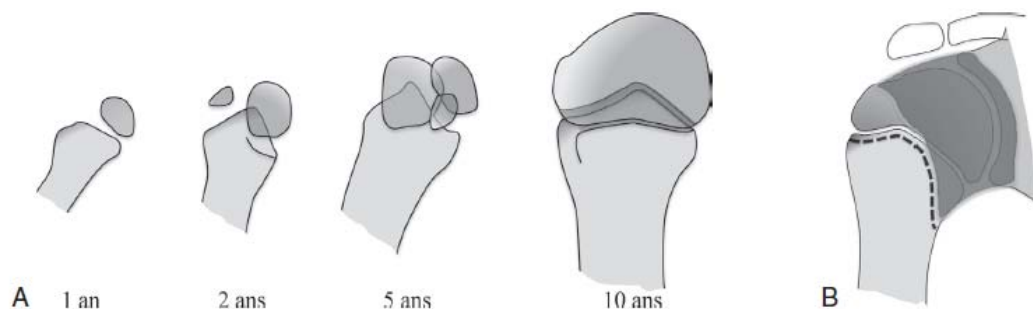


Figure 21[14] : Croissance et anatomie de l'humérus proximal.

A. Aspect de l'épiphyse humérale supérieure au cours de la croissance. L'aspect apparemment excentré des noyaux d'ossification au sein de l'épiphyse explique certains diagnostics de décollement épiphysaire par excès.

B. Ligne d'insertion de la capsule de l'articulation gléno-humérale sur l'humérus proximal, expliquant la fréquence des décollements épiphysaires emportant un coin métaphysaire médial.

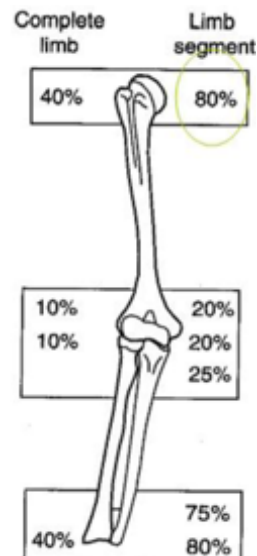


Figure 22 : schéma du potentiel de croissance osseuse du membre supérieure

3. Processus de consolidation des fractures chez l'enfant :

L'os est l'un des seuls constituants de l'organisme capable de réparation complète à la suite d'un traumatisme. La consolidation osseuse d'une fracture diaphysaire chez l'enfant est un raccourci du processus naturel de l'ostéogenèse, tandis que chez l'adulte, il s'agit d'un processus spécifique de guérison [15]. La traumatologie infantile bénéficie ainsi d'avantages tels que la capacité de guérison beaucoup plus rapide du fait de la croissance péri-endostée encore active [16].

Le traumatisme causal entraîne une rupture de l'os, mais également du périoste et de la vascularisation. L'hématome fracturaire est la conséquence du saignement de ces différents éléments. Cet hématome est essentiel à la consolidation.

Une phase d'inflammation aigüe se produit rapidement.

Ensuite apparaît le cal périosté, véritable début de la consolidation. L'apparition de ce cal est inhibé par l'absence de mouvements au niveau du foyer fracturaire (fixation trop rigide). Le périoste est l'élément indispensable à la formation de ce cal.

Le cal endosté débute par une prolifération vasculaire à l'intérieur de la médullaire.

Ces deux cals permettent l'ossification primaire.

Le remodelage peut commencer lorsque cette ossification primaire est obtenue. Il s'agit d'une résorption ostéoclastique du tissu osseux primaire associée à une apposition ostéoblastique d'os lamellaire secondaire orienté selon les contraintes mécaniques. Chez l'enfant ce remodelage est encore amélioré en cas de désaxation osseuse par l'activité de la zone de croissance quand celle-ci est encore active et à proximité du foyer fracturaire.

Ainsi il apparaît que l'os de l'enfant a un plus grand potentiel de consolidation bien que les mécanismes de consolidation soient les mêmes.

Le périoste, plus épais et mieux vascularisé va empêcher certains déplacements et favoriser le cal périphérique.

Le remodelage de l'os va être amélioré par la présence de zones de croissance actives.

En contrepartie la stimulation de la croissance par le traumatisme va provoquer un allongement de l'os fracturé.

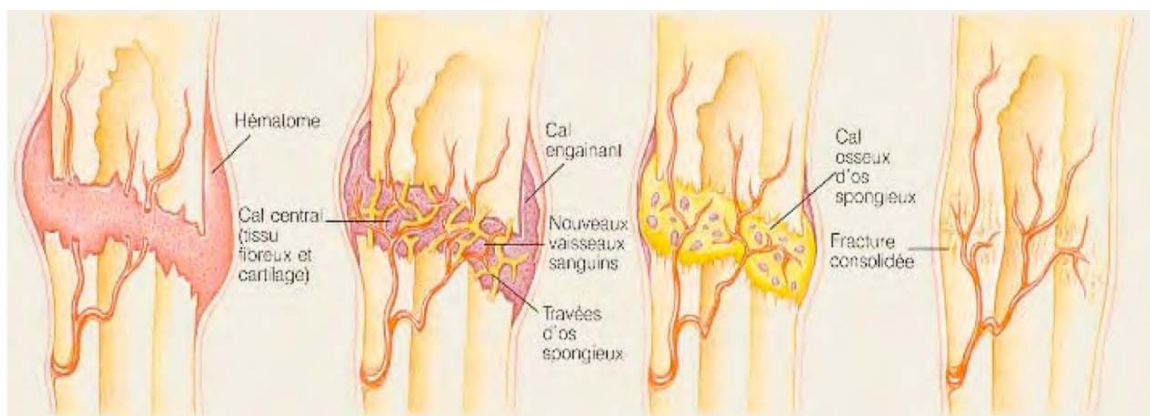


Figure 23[18] : schéma de la réparation osseuse

Toute agression du foyer de fracture comme l'évacuation de l'hématoome, la destruction du périoste et de la vascularisation périphérique ou médullaire, modifie considérablement le schéma de cette réparation osseuse [17 ,18] et prive l'enfant de son processus de réparation naturel.

C'est pourquoi:

- Il faut préserver l'hématome fracturaire à tout prix. C'est le précurseur du cal périosté (pas de chirurgie ouverte si possible). De plus Il n'y pas de nécessité de contact osseux entre les fragments pour qu'une fracture consolide ; Il suffit que les fragments soient dans le même hématome.
- Les fractures ouvertes sont plus longues à consolider que les fractures fermées.
- Chez l'enfant, on cherche à stimuler le cal périosté issu de l'hématome primitif par des micromouvements dans le foyer de fracture, donc on évitera les montages rigides.

La durée approximative de consolidation des fractures chez l'enfant varie considérablement selon l'âge de l'enfant. Pour des patients de même âge, il existe de nombreuses différences individuelles. En règle générale, la formation du cal chez l'enfant est plus rapide que chez l'adulte. Un examen clinique et surtout radiologique permet d'apprécier le degré de consolidation et de fixer la durée d'immobilisation nécessaire. Le cal osseux débute à 1 semaine selon Métaizeau [19]. Les auteurs parlent de consolidation clinique et radiologique à 3-4 mois [15].

4. Possibilités de remodelage et séquelles possibles:

Le remodelage osseux dépend essentiellement du périoste alors que la correction d'axe est assurée par les cartilages de croissance adjacents.

4.1. le rôle du périoste :

Les appositions périostées se constituent aux endroits où s'exercent les contraintes mécaniques (loi de Wolf), alors que les régions non sollicitées font l'objet de résorption.

Ainsi en cas d'angulation osseuse la concavité fera l'objet d'une néoformation alors que la convexité sera le siège d'une résorption.

4.2. le rôle du cartilage de croissance :

Le cartilage de croissance tend à s'orienter perpendiculairement à l'axe mécanique de l'os considéré (loi de Wolkman). Lorsqu'apparaît une angulation anormale, une croissance asymétrique est observée. La région du cartilage de croissance située en regard de la concavité présente une croissance supérieure à celle correspondant à la convexité.

4.3. Facteurs influençant le remodelage :

Le pronostic est d'autant meilleur que :

- le patient est jeune : avant 8 ans, la correction est presque complète, plus tard une angulation peut persister [15].
- la déformation se trouve dans le plan de mouvement de l'articulation [20], sagittal pour l'humérus.
- la fracture se situe près d'une zone à forte activité de croissance (plaque de croissance).

Prévoit décrit une correction de 6° dans les 3 ans postopératoires à raison de 2° par an.

a. Défaut de rotation :

Selon beaucoup d'auteurs, un décalage en rotation ne se corrige jamais [15].

b. Défaut de longueur :

Dans les fractures diaphysaires, la cause la plus fréquente d'inégalité de longueur est la stimulation d'un ou plusieurs cartilages de croissance liée à l'hyperhémie accompagnant le

processus de guérison. Une grande partie de l'hyperallongement est réalisée en 18 mois et finit après 3 ans [21].

Le potentiel de remodelage des cals de l'enfant permet souvent l'acceptation d'imperfections dans l'alignement initial des fractures permettant de recourir aux méthodes de réductions orthopédiques plutôt que chirurgicales.

Cependant, les cals hypertrophiques de l'enfant ne se remodelent pas toujours et les résultats sont quelquefois mauvais [15].

Chez l'adulte, lorsque la consolidation est acquise et que l'activité a repris sans gêne, le traitement est considéré comme terminé. Chez l'enfant il ne peut en être ainsi tant que l'on ne s'est pas assuré que la croissance s'effectue normalement (inégalité de longueur, déviation axiale, épiphysiodèse). Le traitement d'une fracture de l'enfant ne se termine pas avec la consolidation de la fracture et une fonction restituée. Il s'achève lorsque l'intégrité des processus de croissance sans séquelle orthopédique a été vérifiée avec un recul suffisant. Le contrôle à long terme fait donc partie du traitement des fractures de l'enfant.

IV. ANATOMOPATHOLOGIE :

1. fracture diaphysaire :

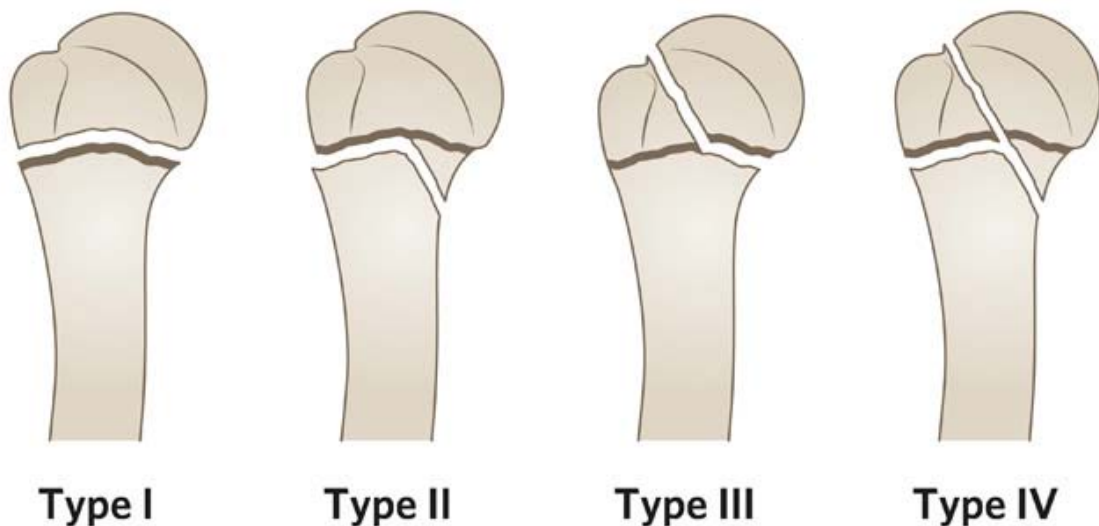
Les fractures diaphysaires sont les plus fréquentes. Le membre supérieur est deux fois plus atteint. Dans les formes complètes, analogues à celles de l'adulte, le trait de fracture peut être spiraloïdal, transversal, ou oblique. Les formes incomplètes sont plus fréquentes et liées à la plasticité de la matrice osseuse.

2. Fractures épiphyso-métaphysaires :

Plus fréquentes chez le garçon que chez la fille. Elles ont pour conséquences la formation d'un pont fibreux puis osseux, avec fusion précoce du cartilage de croissance (épiphysiodèse).

La classification de Salter et Harris permet de classer ces fractures et d'établir un pronostic sur la croissance

Elle comprend 5 types de fractures-décollements



© The Royal Children's Hospital, Melbourne, Australia

Figure 24 : classification de Salter et Harris

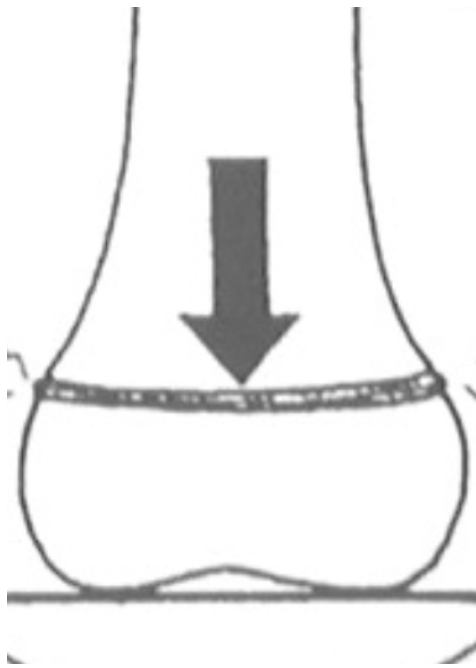


Figure 25 : Stade V de la classification de Salter et Harris

- Type 1 de SALTER et HARRIS :** C'est un décollement épiphysaire pur, sans fracture. La totalité du cartilage conjugal est touchée par le traumatisme. Le déplacement est d'amplitude très variable.
- Type 2 de SALTER et HARRIS :** Le décollement se poursuit avec une fracture d'un petit coin du côté métaphysaire. Le petit coin osseux métaphysaire peut être dépériosté et de ce fait, il peut être dévascularisé et évoluer vers une nécrose et une épiphysiodèse en regard du fragment osseux.
- Type 3 de SALTER et HARRIS :** Le décollement est partiel et il s'arrête au niveau d'une fracture verticale qui sépare un petit fragment de l'épiphyse. Une réduction parfaite s'impose le plus souvent chirurgicalement, car il importe d'avoir non seulement un cartilage conjugal bien réduit, mais aussi que le cartilage articulaire soit rétabli intégralement, afin d'éviter un retentissement sur la fonction articulaire, on fixe le plus souvent le fragment par des vis ou par des broches.
- Type 4 de SALTER et HARRIS :** Il s'agit d'une fracture qui traverse le cartilage conjugal sans le décoller. La réduction doit être parfaite et le risque d'épiphysiodèse est malgré tout important. On voit souvent se développer des épiphysiodèses « en étoile » déformant l'articulation.
- Type 5 de SALTER et HARRIS :** Ce sont des lésions par compression verticale. Les épiphysiodèses sont fréquentes après ces traumatismes. Très souvent, le diagnostic n'est pas fait et l'on parle d'entorse banale. Le traitement consiste en une immobilisation simple, mais celle-ci ne peut permettre d'éviter complètement le risque d'épiphysiodèse qui est très grand. Tous les types d'épiphysiodèses, partielles ou totales, sont ici possibles.

3. La fracture métaphysaire :

Représente 70 % des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus, localisée au niveau du col chirurgical, et plus rarement à la jonction métaphyso-diaphysaire. Le trait est le plus souvent transversal ou oblique court[14].

4. fracture sur os pathologique :

Une fracture est dite pathologique quand elle survient sur un tissu osseux modifié et remanié par un processus pathologique, focal ou systémique.

Chez l'enfant, les fractures pathologiques peuvent être secondaires à de nombreuses causes : maladie métabolique, infection, pathologies neuromusculaires et néoplasies bénignes ou malignes.

Il faut noter la fréquence des fractures pathologiques au niveau de l'humérus proximal puisque cette région totalise 40 % des fractures pathologiques de tout le squelette [23]. Le kyste osseux essentiel en est la première étiologie, l'humérus proximal étant sa localisation de prédilection (51 %) [24]. Les autres tumeurs responsables de fractures pathologiques de l'humérus proximal sont le kyste osseux anévrisimal, le fibrome non ossifiant, la dysplasie fibreuse et les tumeurs osseuses malignes dont l'ostéosarcome [23].

V. Données épidémiologiques :

1. Age :

Tableau II : Répartition de l'âge selon les séries :

Série	Age moyen	Extrêmes d'âge
Rousset [25]	9.7	[3-13ans]
Harchane [26]	10	[5-14ans]
Notre série	9.15	[5-14ans]

Dans notre série, l'âge moyen est de 9.7 ans. Ces résultats rejoignent ceux de la littérature où un pic modéré à l'âge de 10 ans est retrouvé [14].

2. Sex-ratio :

Tableau III : Répartition du sex-ratio selon les séries

Série	Sex-ratio
Rousset [25]	1
Harchane [26]	1.77
Notre série	1.37

Dans notre série, il y avait une prédominance masculine, avec un sex-ratio de 1.37. Ce qui concorde avec la littérature.

Cette prédominance masculine pourrait être expliquée par l'hyperactivité des garçons, ainsi que leur tendance à pratiquer des activités à risque.

3. Causes du traumatisme :

Tableau IV : répartition des causes du traumatisme selon les séries :

Série	AVP	Chutes	Accident de sport	Objet lourd	Agression
Harchane [26]	56%	44%			
Notre série	24%	50%	10%	11%	5%

Les chutes, en diverses circonstances (un quart d'accidents en rapport avec le sport et un tiers en rapport avec un accident de la voie publique), sont la cause la plus fréquente des traumatismes décrits dans la littérature [14]. Dans notre série, elles sont la cause dans la moitié des cas.

Le mécanisme est le plus souvent une chute en arrière sur la main, le membre supérieur étant en adduction avec coude en extension, épaule en extension et rotation externe. Ce mécanisme occasionne plus volontiers une luxation gléno-humérale antéro-interne chez l'adulte [14].

VI. Données cliniques :

1. Côté atteint :

Tableau V : coté atteint selon les séries

Série	Côté droit	Côté gauche
Harchane [26]	60 %	40%
Notre série	47.36%	52.63%

Dans notre série, nous avons noté une légère prédominance de l'atteinte du côté gauche par rapport au côté droit, alors que la majorité de nos patients étaient droitiers. Ces résultats rejoignent ceux de la littérature où le côté non dominant est le plus touché [14].

2. Signes cliniques :

Tableau VI : signes cliniques selon les séries

Série	Douleur	Importance fonctionnelle totale	Déformation	Œdème
Harchane [26]	100%	100%	84%	-
Notre série	100%	78.9%	28%	44.7%

Le diagnostic est le plus souvent simple, d'autant plus que la fracture est déplacée et que le trait est métaphysaire; il est évoqué devant une épaule douloureuse, tuméfiée et impotence fonctionnelle après un traumatisme typique.

Le reste de l'examen somatique doit être minutieux à la recherche de complications locorégionales, notamment vasculo-nerveuses et de lésions associées dont certaines peuvent mettre en jeu le pronostic vital.

3. Ouverture cutanée :

L'ouverture cutanée est rare. On a noté 1 cas de fracture ouverte stade I de CAUCHOIX et DUPARC dans notre série. Dans la série de Harchane, seuls 12% des fractures étaient ouvertes, et il s'agissait également d'un stade I de Cauchoix et Duparc.

Après parage de la plaie, le patient a été mis sous antibiothérapie par voie intraveineuse pendant 48 h, à base d'amoxicilline-acide clavulanique (100 mg /kg/J).

4. lésions vasculo-nerveuses :

Tableau VII : lésions vasculo-nerveuses selon les séries.

Série	Lésions vasculaires	Lésions nerveuses
Harchane [29]	8% d'abolition du pouls radial	4% de paralysie radial
Notre série	2.6% de cyanose	AUCUNE

Les complications aiguës sont rares. Néanmoins, en raison de la proximité des axes vasculo-nerveux de la ceinture scapulaire, quelques rares cas de lésion de l'artère axillaire ont été rapportés dans la littérature [27]. L'étirement des troncs nerveux qui semble relativement fréquent chez le sujet âgé [28], est exceptionnel chez l'enfant (0,7 % de lésions nerveuses cliniques sur 578 patients ayant un squelette en croissance). Ces lésions vasculo-nerveuses sont l'apanage des fractures les plus déplacées [29]. Dans notre série un cas de lésion vasculaire avait été suspecté devant la cyanose des extrémités.

5. lésions associées :

Tableau VIII : Lésions associés selon les séries.

Série	Traumatisme crânien	Traumatisme abdominale	Traumatisme thoracique	Autres fractures associées
Harchane [26]	32%	8%	0 %	10 cas
Notre série	7.5%	2.5%	2.5%	

VII. Données radiologiques :

Les fractures diaphysaires sont plus fréquentes chez l'enfant de moins de 10 ans. Les fractures de l'extrémité proximale de l'humérus surviennent plus souvent chez l'adolescent [30]. Elles sont majoritairement métaphysaires dans 70% des cas alors que les décollements épiphysaires ne représentent que 30% des cas [14].

VIII. Données thérapeutiques de l'ECMES :

1. Définition :

L'ECMES réalise une ostéosynthèse souple, élastique et stable, spécifiquement adaptée aux fractures 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'ECMES reposent sur l'utilisation de l'élasticité des implants introduits dans l'os [5].

Il consiste en 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. L'ECMES doit obéir aux stricts principes décrits par Ferica et aboutir à un montage en double arcs sécants.

2. Bases biomécaniques:

2.1. Résistance mécanique de l'os :

a. Le périoste :

Résiste à la traction, peu aux forces de cisaillement. Sa rupture peut être localisée, hémicirculaire ou circulaire. Dans ce dernier cas les deux fragments sont libres dans tous les plans et la réduction sera instable. L'intensité des lésions périostées conditionne mécaniquement la fracture et son degré de déplacement, mais aussi son pronostic biologique.

b. 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 entraînant un raccourcissement rapide de l'os embroché. Ainsi, l'hypercroissance résultant du traumatisme peut rattraper ce raccourcissement.

2.2. Comportement mécanique de l'os embroché :

Le degré de stabilité et de résistance mécanique d'un montage rigide est supérieur à celui d'un montage élastique.

La micro mobilité d'un foyer soumis à un embrochage centromédullaire élastique stable est permise grâce au caractère souple du montage au dépend d'une moindre stabilité. Une broche tendant à reprendre sa forme initiale développe une force de rappel qui provoque une angulation du foyer de fracture. Deux broches disposées en arcs sécants, leurs forces de rappel s'annulent, le montage est équilibré [15,19].

L'instabilité osseuse obtenue par embrochage souple stimule la formation du cal périosté [15,19]. Au cours de l'ostéosynthèse rigide, l'immobilité parfaite est nécessaire 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 [2].

3. ECMES et consolidation :

L'ECMES assure une consolidation osseuse de façon extrêmement rapide et permet une autonomie précoce du jeune patient [31].

3.1. Sur le plan vasculaire

Lors d'un embrochage centromédullaire, avec du matériel de petit diamètre (les broches) on observe le rétablissement précoce d'un débit sanguin médullaire normal [22,27]. La revascularisation va également être favorisée par la stabilité du montage [25].

3.2. Respect des tissus et de l'hématome fracturaire [32;33]

L'ECMES, 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. La consolidation est favorisée au cours de l'ECMES par le respect de tous les tissus vivants au niveau du foyer de fracture et en conservant également intact l'hématome fracturaire, source d'agents humoraux responsables du cal externe.

Les parties molles participent à la stabilité du montage en jouant un triple rôle:

- La stabilité rotatoire: les muscles et leurs tendons disposés circulairement autour de l'os fracturé jouent le rôle de haubans et limitent les déplacements angulaires ainsi que les cals vicieux rotatoires.
- Le rôle trophique: les contractions postopératoires précoces des muscles entraînent l'augmentation de l'apport nutritionnel et maintiennent une bonne oxygénation locale, celle-ci permet l'ostéoformation cellulaire sans passer par le stade chondroblastique.
- Le rôle morphologique: les contractions des muscles 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 présentant des pathologies neurologiques.

3.3. Importance du respect du périoste :

Après plusieurs expériences, GIRGIS [35] observe que l'avulsion du périoste entraîne une dévascularisation du foyer de fracture, favorisant la production de tissu fibrocartilagineux plutôt que d'os.

L'aspect du cal est différent selon qu'on aborde ou non le foyer de fracture lors d'un enclouage centromédullaire [35]: après enclouage à foyer fermé, le cal est homogène, intimement fixé au foyer de fracture ("anchoring callus"). Par contre, après enclouage à foyer ouvert, le cal prend un aspect en pont ("Bridging callus"), traduisant une dévascularisation plus importante des segments osseux [36].

3.4. L'ECMES comme ostéosynthèse idéale pour une bonne consolidation :

Pour respecter les processus physiologiques de la consolidation des fractures de l'enfant, une ostéosynthèse « idéale » doit donc répondre à plusieurs critères :

- Etre centromédullaire, et réalisée à foyer fermé, pour préserver le périoste et l'hématome fracturaire,
- Etre de faible diamètre (broches) pour favoriser la revascularisation médullaire,
- Etre élastique pour accélérer le développement du cal externe,
- Supprimer les mouvements de rotation et de cisaillement du foyer de fracture,
- Permettre une mise en charge précoce, assurant une compression cyclique physiologique.

L' ECMES remplit toutes ces conditions.

4. Technique chirurgicale de l'ECMES :

4.1. MATERIEL D'OSTEOSYNTHESE

a. Choix du matériau

Deux matériaux sont disponibles sur le marché, l'inox et le titane. Les deux ont le même béquillage et le même ancillaire [37].

Le titane a une meilleure élasticité que l'inox. Il est donc intéressant pour augmenter les micromouvements du montage et stimuler le périoste. La rigidité de l'inox est plus grande. Pour chaque diamètre de broche, la rigidité de l'inox correspond à un diamètre supérieur de 0,5 mm pour le titane.

Chercher une grande rigidité pour le titane force à choisir un diamètre de broche supérieur. Le canal médullaire risque alors d'être trop fin. La corrosion liée aux frottements des broches est identique.

Le choix du matériau est donc dirigé par le type de souplesse ou rigidité que l'on recherche. Schématiquement le titane est intéressant pour les petits enfants pour lesquels on recherche de l'élasticité. L'inox est irremplaçable pour les grands enfants et les adolescents ayant encore des cartilages de croissance, mais pour lesquels la stabilité est prépondérante. Le choix final dépend de la biomécanique, des habitudes et de considérations budgétaires (en raison du surcoût du titane) [38].

b. Broches :

La propriété essentielle des broches est l'élasticité. En effet la forme prise par les broches dans l'os, visible sur les radiographies, n'est qu'apparente. La façon de redressement de la broche étant le garant du maintien de la réduction de la fracture [39].

Le diamètre des broches : Les broches sont disponibles en cinq diamètres 1.5mm, 1.75mm, 2mm, 2.25mm, 2.0 mm, 2.5 mm, 3.0 mm ,3.5 mm et 4.0 mm (figure 26). Elles ont un code de couleur différent pour une identification facile. Le diamètre des broches doit correspondre au minimum à 33% du diamètre du canal médullaire le plus petit [38].

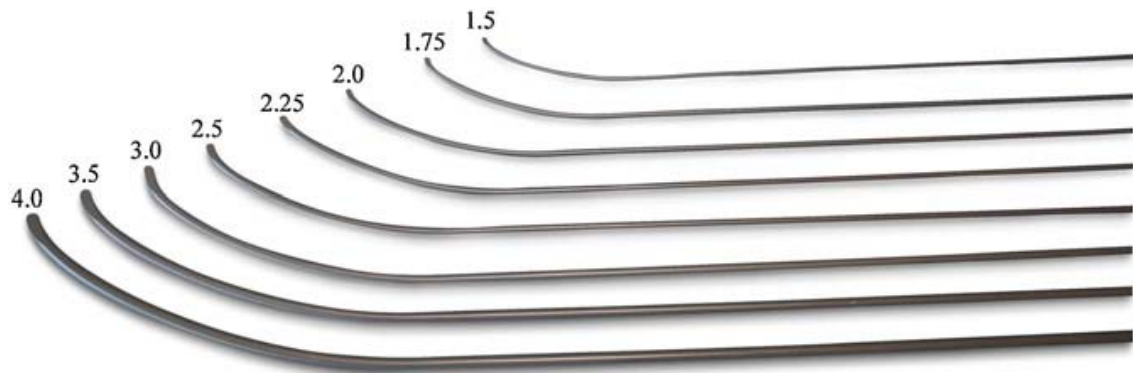


Figure 26 [14] : les différents diamètres des broches de Métaizeau.

La longueur des broches disponible, varie en fonction du calibre pour permettre au chirurgien d'adapter la résistance du montage aux contraintes qu'il aura à subir. 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 mou, soit du côté tranchant en avant. Dans le premier cas ; la pointe pénétrera difficilement dans l'os 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, et 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.

Le cintrage est strictement symétrique, effectué à la main pour se situer en face du foyer de fracture [40].

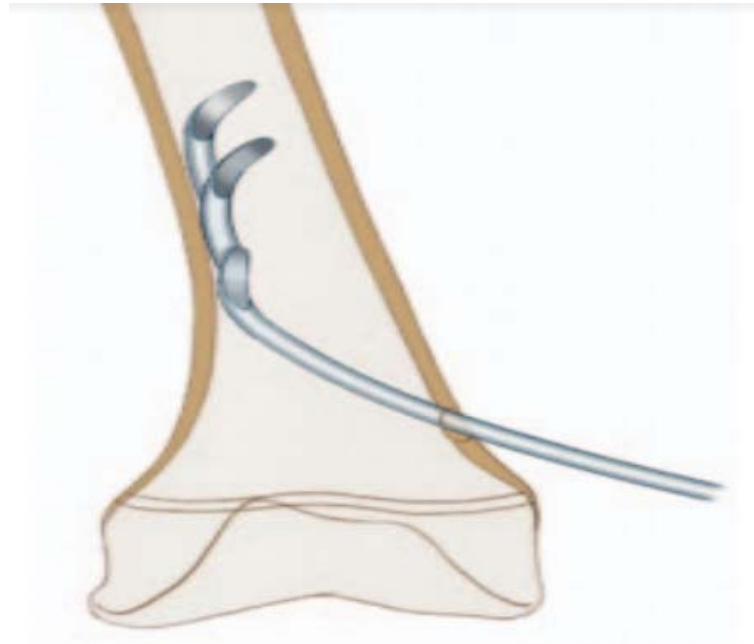


Figure 27[40] : Béquillage nécessaire à la progression de la broche depuis la région métaphysaire vers le canal médullaire.

c. Matériel ancillaire spécifique :

Le matériel ancillaire de pose des broches est relativement simple mais doit être particulièrement adapté, surtout lorsqu'il s'agit de poser des broches de faible diamètre.

Un cintréur de broches: cet instrument est optionnel dans la mesure où les broches peuvent être facilement cintrées à la main, En revanche une pince solide permet de créer ou de modifier le béquillage [40].

Une poignée en T dite américaine : elle doit permettre les mouvements de rotation de la broche afin de la faire progresser dans le canal médullaire et de parfaire la réduction. La poignée ne doit pas glisser sur la broche [40].

Un marteau: il est utilisé lors du passage du foyer de fracture, la pointe de la broche étant parfaitement orientée vers le fragment opposé. La rotation de la poignée en T aura tendance à pousser le plus souvent la broche dans les parties molles. Cependant, assurer toute la progression intra canalaire à l'aide du marteau risquerait de s'exposer à des blocages des broches à l'intérieur de l'os voire à des perforations corticales. L'impaction finale de l'implant est également assurée à l'aide du marteau [40].

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 afin d'obtenir une coupe plutôt mousse, atraumatique sous la peau [40,41].

Un impacteur : il a pour rôle de pousser la broche de façon à maintenir une portion extra osseuse suffisamment longue pour faciliter l'ablation du matériel, mais pas trop longue pour éviter l'irritation sous-cutanée. En aucun cas cet impacteur ne peut être utilisé pour tourner la broche [9,39].



Figure 27 : Matériel ancillaire

4.2. Installation et repères

Sous anesthésie générale, le patient est installé sur une table normale, épaule et membre supérieur reposant sur une table à bras (figure 28). L'amplificateur de brillance est installé de façon à contrôler la face et le profil sans qu'il soit nécessaire de modifier la position du membre supérieur en tenant compte de la position de réduction qui demande souvent une anté-pulsion prononcée. Il est préférable de tester les possibilités de réduction et de contrôle radiographique, avant le badigeonnage. Le membre est ensuite drapé stérilement jusqu'à l'épaule.



Figure28 : installation du malade



Figure 29 : point d'incision

4.3. TECHNIQUE OPERATOIRE AU COURS L'ECMES

a. Introduction des broches et guidage dans le canal médullaire

L'incision cutanée débute à l'aplomb exact du futur point d'entrée, puis se prolonge en s'écartant du trait de fracture.

Les parties molles sont dissociées aux ciseaux perpendiculairement à la surface cutanée, en réalisant un chemin le plus direct possible vers l'os au travers du muscle. Une fois en contact avec la corticale, la pointe des ciseaux recherche le sommet de la convexité.

La pointe carrée reprend alors le trajet ainsi créé, pour forer le trou d'entrée de la broche, d'abord perpendiculairement à l'os. Progressivement, l'instrument est incliné pour que son trajet se rapproche le plus possible de l'axe de la diaphyse. L'orifice doit parfois être suffisamment large pour permettre l'introduction de 2 broches.

L'orifice doit se situer exactement à l'aplomb de l'extrémité proximale de l'incision, et au sommet de la convexité de la surface osseuse. Ces repères sont faciles à retrouver.

Il faut éviter de créer une importante chambre de décollement dans laquelle la broche risque de s'égarer.

La pointe de la broche doit être présentée perpendiculairement au plan osseux, puis réorientée vers le haut une fois la corticale franchie.

Amener la pointe parallèlement à la corticale, exclut toute possibilité de pouvoir pénétrer dans l'os. La pointe béquillée vient s'appuyer sur la corticale opposée sur laquelle elle glisse pour progresser vers le haut. La broche est poussée à la main au moyen de la poignée américaine en lui imprimant des mouvements de rotation axiale alternatifs.

Problèmes techniques: La broche se plante dans la corticale opposée si sa pointe n'est pas assez béquillée ou si l'orifice n'est pas assez incliné. La broche ne coulisse pas si l'orifice d'entrée insuffisamment incliné fait une chicane, quand l'orifice d'entrée n'est pas assez large, ou si la broche n'est pas suffisamment cintrée.



Figure 29 : introduction de la broche

b. Franchissement du foyer :

L'impossibilité de faire progresser la broche, problème fréquent, est due à plusieurs erreurs techniques.

Afin de franchir aisément le foyer, il est préférable d'introduire en premier la broche qui se présentera naturellement en face du canal médullaire du second fragment.

La progression est suspendue lorsque la pointe se trouve à quelques millimètres du trait de fracture. Un contrôle radioscopique est effectué de face et de profil, de façon à vérifier qu'elle se présente bien en face du canal médullaire post-fracturaire.

Si cela n'est pas le cas, elle doit être réorientée par torsion axiale, et ensuite poussée 3 à 4 cm au-delà du foyer de fracture.

La deuxième broche peut alors être introduite. En regard de l'abord du foyer, sa pointe risque de sortir du canal médullaire. Elle devra donc être réorientée par une rotation axiale de 180° , qui lui donnera une direction sensiblement identique à la précédente dont elle devra suivre la route.

Une fois le trait de fracture franchie, la deuxième broche sera à nouveau orientée par une rotation axiale de 180°, de façon à reprendre son trajet initial. Il faut prendre garde à effectuer cette manœuvre exactement en sens inverse de la précédente pour éviter d'enrouler la deuxième broche autour de la première.

Les deux broches sont maintenant poussées le plus loin possible, mais sans entrer dans le spongieux métaphysaire. Tandis que la fracture est maintenue réduite le mieux possible par manœuvres externes, les deux broches sont fichées dans le spongieux métaphysaire.

Problèmes techniques :

La réduction est très partielle, la pointe de la broche ne se présente pas en face de la communication entre les canaux médullaires pré et post fracturaire. Par petits mouvements de rotation axiale de quelques degrés à chaque fois, la position de la pointe de la broche est modifiée, et contrôlée à chaque étape de face et de profil, jusqu'à ce que son orientation soit parfaite. Elle peut être alors poussée au travers du foyer.

c. Terminer l'embrochage :

Dans le plan frontal, une anomalie axiale sera corrigée en inversant la direction de la broche parallèle au défaut de façon à ce que sa convexité vienne s'opposer à l'angulation du foyer. Par exemple, s'il persiste un varus, la broche interne varisante, retournée de 180°, inverse sa force de rappel et devient valgisante. Un varus sera corrigé par une inversion de la broche externe.

Dans le plan sagittal, ce sont les deux broches qui seront réorientées en restant symétriques par rapport à l'axe de l'os.

La fin de l'intervention est très importante, car elle va permettre de fixer la correction. Mal réalisée, elle risque de maintenir un défaut, ou de laisser une trop grande instabilité.

d. Corrections d'axes :

Lorsque les broches sont convenablement positionnées, il arrive qu'un défaut de correction persiste, généralement celui-ci n'est pas très important, et il peut être corrigé par manipulation centromédullaire.

e. Section des broches :

Une fois le montage terminé, les broches doivent être coupées suffisamment courtes pour ne pas irriter la peau, mais également pas trop rases afin de pouvoir les saisir facilement lors de leur ablation. Il y a là un juste milieu qui n'est pas toujours évident de trouver.

Les broches sont habituellement coudées à angle droit au niveau de l'orifice d'entrée, coupées, puis au moyen d'un poussoir, l'angle créé est repoussé dans la métaphyse, assurant ainsi un appui sur la corticale qui empêche la migration de broche, et l'impaction dans le foyer.

Problèmes techniques :

Les défauts de réduction, ou une trop grande instabilité sont les principaux problèmes rencontrés. En voici les principales causes:

Broches de trop petit calibre, ou de calibres différents.

Broches insuffisamment cintrées, ou cintrage asymétrique.

Points d'entrée trop proches du foyer de fracture.

Broches enroulées l'une autour de l'autre.

Mauvaise orientation des pointes des broches.

4.4. Application dans les fractures de l'humérus :

Il s'agit d'un embrochage rétrograde, selon les règles de l'ostéosynthèse mini-invasive respectant les tissus périfracturaires[42,43].

Le patient sous anesthésie générale est installé en décubitus dorsal excentré vers une table à bras radiotransparente en veillant à visualiser l'ensemble de l'humérus ; y compris sa tête en radioscopie. Plus rarement, certains positionnent l'enfant en décubitus latéral bras vertical en abduction surélevé par un appui-bras.

Le champage stérile englobe l'ensemble du membre supérieur et doit ménager un accès à une possible voie delto-pectorale en cas de d'irréductibilité.

Le point de pénétration des broches est situé entre 1 et 2 cm au-dessus de l'épicondyle latéral, l'ouverture cutanée étant décalée distalement afin de faciliter le trajet oblique ascendant des broches. À cette hauteur de l'humérus distal, le nerf radial se situe en avant dans la gouttière bicipitale latérale. La corticale est marquée à la pointe carrée afin d'assurer la stabilité de la mèche de trépanation et d'éviter toute fausse route en particulier dans la gouttière bicipitale externe[44].

Alors que la réductibilité a été vérifiée avant le champage, le plus souvent en abduction franche, les broches sont montées dans le fragment proximal de façon rétrograde, sur un membre posé sur une table à bras, jusqu'au ras du foyer de fracture. La manoeuvre de réduction est répétée et les broches alors impactées à la masse dans le fragment proximal en maintenant la position de réduction (figure 30).

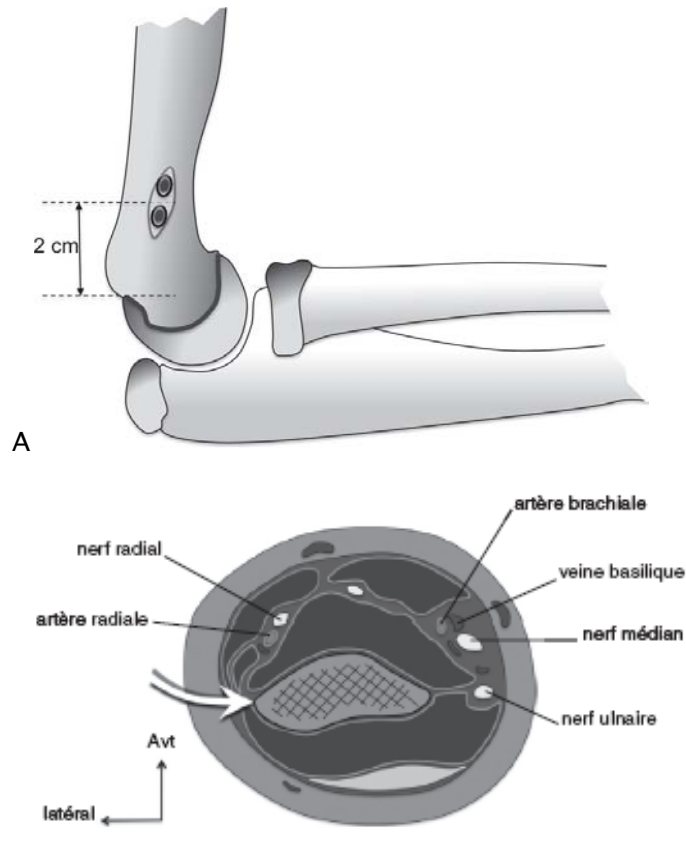


Figure 30[38] : Zone de pénétration des broches d'ECMES rétrograde.

A. Profil du coude. B. Humérus distal en coupe.

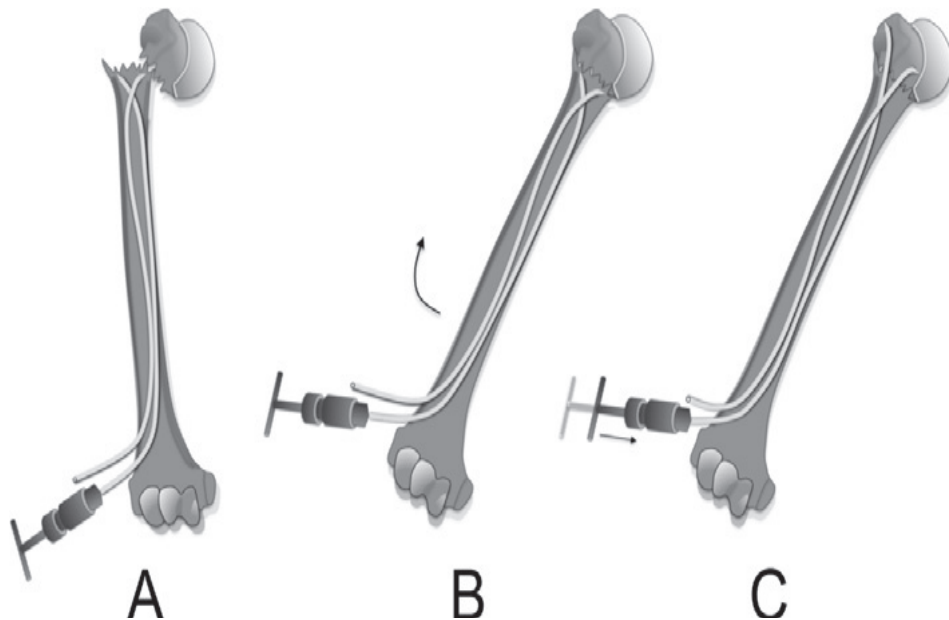


Figure 31[38] : Schématisation de l'ostéosynthèse d'une fracture métaphysaire de l'humérus proximal par d'ECMES rétrograde.

Les broches sont poussées jusqu'au foyer de fracture. A. Elles apparaissent divergentes de face. B. La fracture est ensuite réduite par une manœuvre d'abduction. C. Puis les broches sont poussées dans le massif métaphysaire (épiphysaire au besoin).

En cas de réduction imparfaite, il est possible de jouer sur la rotation de la première broche après son passage dans le fragment proximal, afin de parfaire la réduction avant le passage de la seconde broche.

Les deux broches seront orientées de façon à diverger de 180° dans le fragment proximal (figure 31), en prenant soin de ne pas les enrouler l'une sur l'autre et en multipliant les incidences de contrôle radioscopique pour éliminer un trajet en dehors du fragment proximal.

En cas de fracture métaphysaire, l'impaction dans l'os métaphysaire proximal jusqu'au ras de la physe assure en général une stabilité suffisante. Dans le cas contraire, ou en cas de décollement épiphysaire, les broches sont impactées dans la tête à travers la physe (intérêt des broches pointues) (figure 31), et en limitant bien sûr le nombre de trajets physaires en particulier chez les plus jeunes. Un examen soigneux de la mobilité de l'épaule et la multiplication des incidences de radioscopie éliminent une perforation de la tête humérale et une position intra-articulaire des broches.

Enfin, les broches sont coupées et éventuellement impactées afin de ne laisser que 5 mm dépassant de l'os, car la couverture par les tissus mous à ce niveau est limitée[45 ;46].

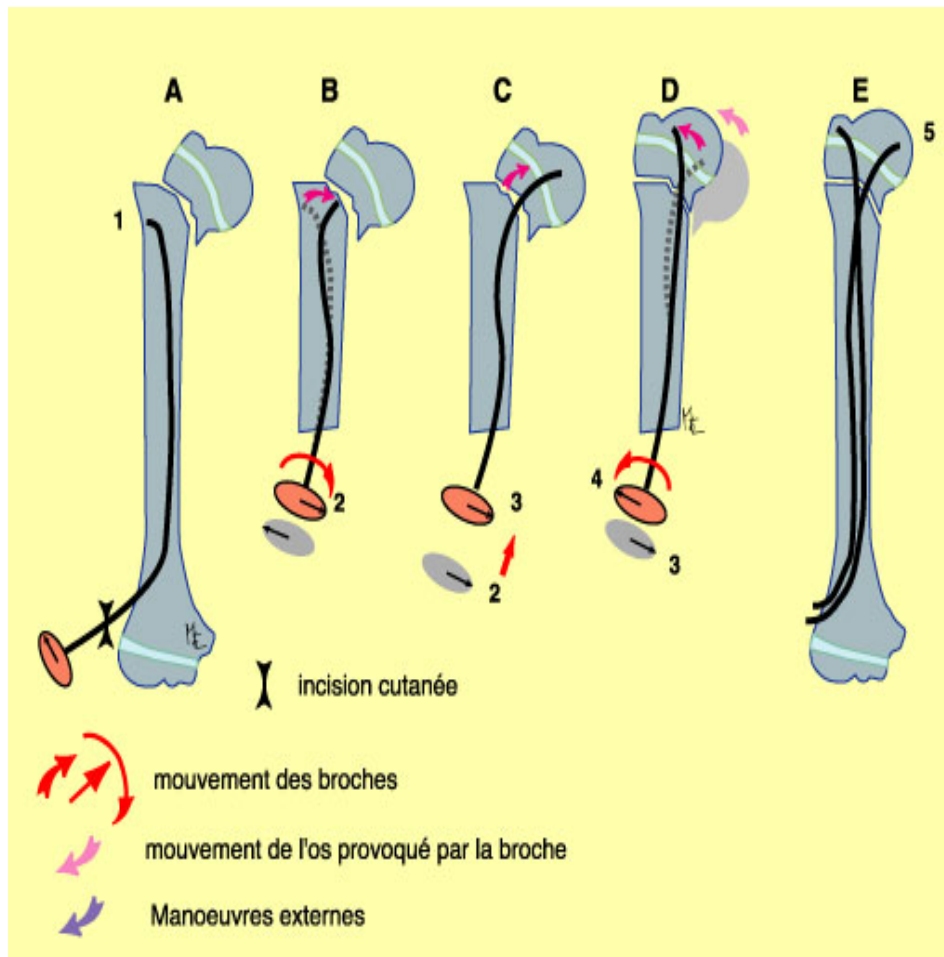


Figure 32[19] : ECMES de l'humérus : technique d'embrochage ascendant pour une fracture de l'extrémité supérieure (technique de Métaizeau)

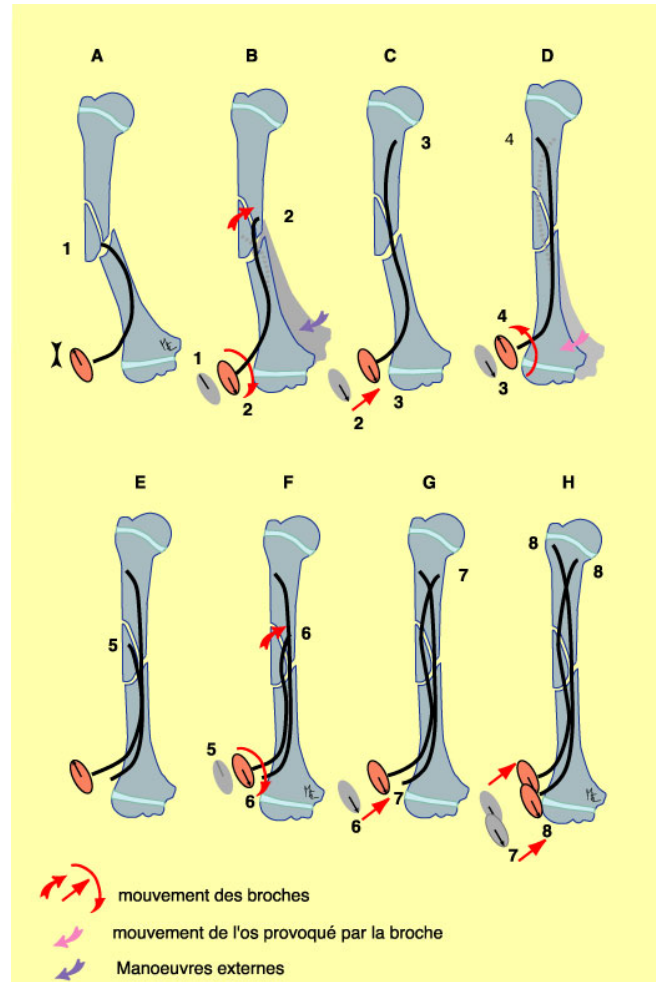


Figure 33[19] : ECMES de l'humérus :
technique d'embrochage ascendant pour une fracture diaphysaire (technique de Maitezeau).

4.5. SUITES OPERATOIRES :

a. Immobilisation :

La durée d'immobilisation est discutée. Selon Métaizeau, une immobilisation est nécessaire pendant 6 semaines. Le membre supérieur sera maintenu coude au corps grâce à une simple écharpe ou un bandage Dujarrier [1], selon Lefèvre L'immobilisation pourrait se limiter à la mise en place d'une écharpe du membre pendant 2 à 3 semaines[14], avec par la suite une reprise douce et progressive de la mobilisation, n'autorisant les grandes amplitudes qu'à partir de la 6^{ème} semaine.

Dans notre série, la contention post opératoire a été faite par simple bandage coude au corps dans 82% ; une association attelle plâtrée et bandage coude au corps a été réalisée dans 18 % cas.

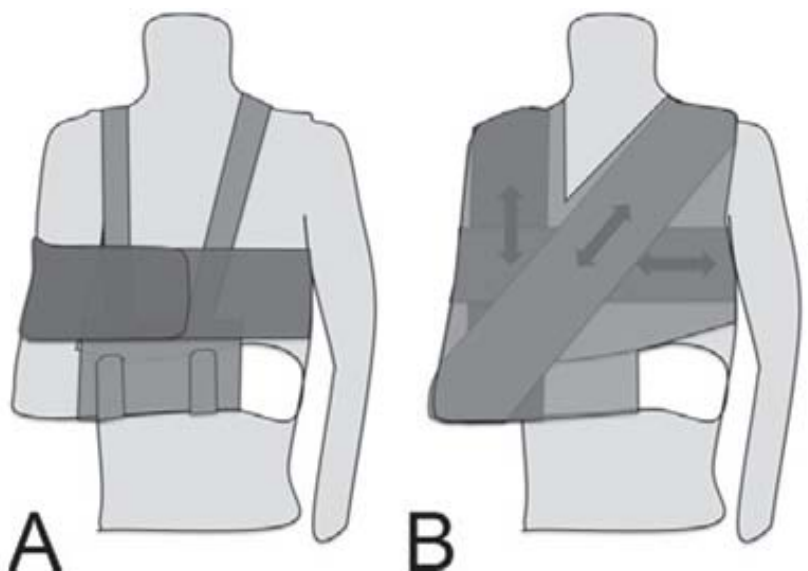


Figure34 [14] : Différents moyens d'immobilisation du traitement orthopédique.

A. Coude au corps par écharpe contre écharpe. B. Technique de Dujarrier.

b. Radiographie de contrôle post opératoire

Des radiographies de contrôle sont réalisées en post opératoire immédiat afin de vérifier que les broches ont été correctement placées et que la réduction est satisfaisante. Deux incidences sont nécessaires ; une incidence de face et une incidence de profil trans thoracique.

c. Durée d'hospitalisation :

Dans notre série, la durée moyenne d'hospitalisation était de 3.6 jours.

L'ECMES permet donc un retour rapide à domicile et une reprise précoce de l'activité. Ceci présente un gain financier certain et une nette diminution des conséquences scolaires et sociales.

IX. Complications :

1. Complications précoces :

1.1. Complications infectieuses :

Les infections après ostéosynthèse par ECMES d'une fracture chez l'enfant représentent 2%, allant des infections mineures superficielles aux infections profondes [47].

Dans notre étude, aucune des fractures n'a présenté de complication infectieuse postopératoire comme dans la plupart des séries.

Métaizeau [1] recommande de laisser le matériel en place jusqu'à consolidation en cas d'infection superficielle ; et l'ablation du matériel et son remplacement par un fixateur externe en cas d'infection profonde.

1.2. paralysie radiale :

Au niveau de la fosse axillaire, le nerf radial traverse l'espace axillaire inférieur pour se diriger obliquement en bas et en dehors en étant littéralement plaqué contre la face postérieure de la diaphyse jusqu'à imprimer sur la surface osseuse une gouttière : le sillon du nerf radial. Dans cette première portion brachiale, le nerf est situé dans la loge postérieure du bras où il assure l'innervation motrice des trois chefs du triceps.

Poursuivant sa direction en contournant le bord latéral de la diaphyse, le nerf traverse ainsi le septum intermusculaire latéral pour apparaître dans la loge antérieure du bras. Cette traversée du septum se situe à une distance moyenne de 16 cm de l'extrémité distale de l'os.

Compte tenu de l'importante variation individuelle de la mesure de ce niveau de 9 à 21cm, d'après BONO [48], il est préférable de retenir en pratique selon GUSE [49] l'existence d'une zone dangereuse à la fois constante et imprécise de 10 à 15cm, à partir de l'épicondyle latéral. Après cette traversée le nerf garde un trajet oblique proche de la verticale, il longe ainsi

la face latérale de la diaphyse distale, C'est dans cette portion que le nerf est particulièrement exposé sur une longue distance [50,51].

Dans notre série, un seul cas de paralysie radial était observé, le patient a récupéré après 3 mois.

La fréquence diminuée de cette complication est justifiée par le fait qu'il est interdit d'orienter les broches vers l'arrière de l'humérus puis de les pousser vers les parties molles postérieures afin d'éviter l'apparition d'une paralysie radiale postopératoire.

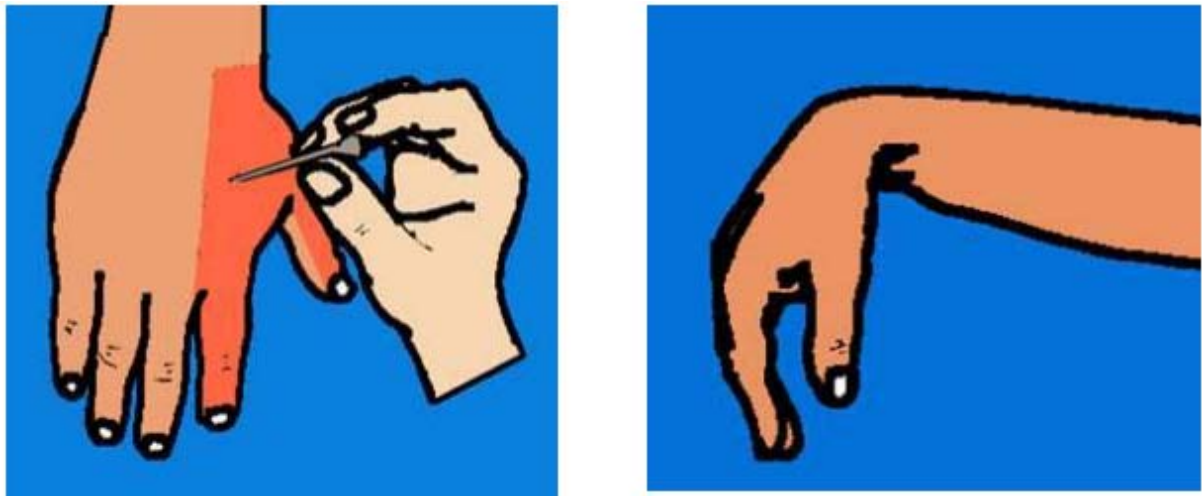


Figure 35 : paralysie du nerf radial

2. Problèmes des broches :

2.1. Malposition de la broche :

Dans notre série une malposition d'une broche est retrouvée chez 5% de nos malades. La radiographie de contrôle postopératoire avait objectivé l'issue d'une broche dans l'articulation. Un repositionnement a été fait le jour même.

2.2. Saillie de la broche :

Dans la littérature, la complication la plus commune après l'utilisation de l'ECMES est l'extériorisation des broches observée dans les montages ascendants [11], avec l'irritation de la peau et parfois l'infection.

Dans notre série cette complication a été observée dans 6 cas (15% cas).

Pour éviter ce problème, quelques suggestions :

- Ne pas introduire la broche trop près de la physe distale de l'humérus qui est sous-cutanée, mais plutôt commencer à quelques centimètres plus proximal [52].
- Couper l'extrémité des broches en douceur avec une pince coupe broche.
- Ne pas plier le bout de la broche à un angle très large, et éviter les exercices de flexion complète du coude avant d'enlever les broches [52].

3. Complications tardives :

Tableau IX : complications tardives selon les séries

Série	Retard de consolidation	Cal vicieux	Pseudarthrose	Raideur
Rousset [25]	0%	7%	0%	0%
Harchane [26]	0%	0%	0%	0%
Lascombes [53]	2%	2.5%	0%	0%
Notre série	7.5%	0%	0%	0%

Sans avoir les inconvénients d'une ostéosynthèse (évacuation de l'hématome, déperiostage, et fixation rigide), l'ECMES laisse le foyer dans les conditions d'un traitement orthopédique (respect du périoste de l'hématome fracturaire et immobilisation non stricte) mais avec une réduction qui sans être anatomique est nettement meilleure, et le plus souvent suffisante ; compte tenu des possibilités de remodelage. La consolidation est aussi rapide et les cals vicieux moins fréquents [1].

X. Évolution :

1. Recul :

Dans notre série, tous les patients étaient suivis en consultation et évalués cliniquement et radiologiquement, à une semaine, à la fin du premier mois, au 3^{ème} mois, et à l'ablation du matériel au 6^{ème} mois.

2. Ablation du matériel d'ostéosynthèse :

Tableau X : délai entre embrochage et ablation des broches selon les séries

Série	Ablation des broches
Harchane [26]	14.3 mois
Notre série	6.3 mois

Au cours d'une hospitalisation courte et sous anesthésie générale, la reprise des incisions cutanée permet d'extérioriser des broches habituellement bien palpables sous la peau. Les broches sont alors saisies par une pince adaptée, munie d'une enclume pour permettre l'utilisation d'un marteau. Compte tenu de l'excellent ancrage des boches dans l'os spongieux, leur extraction peut en effet nécessiter des forces importantes.

Dans notre série, l'ablation du matériel d'ostéosynthèse a été pratiquée en moyenne à 6.3 mois après l'embrochage avec des extrêmes de 03 et 09 mois. Toutes les broches ont pu être enlevées sans complications.

D'après Métaizeau l'ablation des broches est réalisée entre le 3^{ème} et le 6^{ème} mois, mais elle peut l'être dès la 3^{ème} semaine en cas de mauvaise tolérance [1].

3. Evaluation :

La plupart des études montrent la supériorité de l'ECMES dans le traitement des fractures de l'humérus. Il constitue un moyen d'ostéosynthèse fiable exposant à peu de complications, qu'il est facile d'éviter ou de contrôler.

Dans notre service pour évaluer les résultats des fractures diaphysaires, nous avons utilisé la classification de Stewart et Hundley modifiée, objectivant un très bon résultat dans 80% de nos malades.

Les résultats au cours de notre examen de révision selon Constant Shoulder Score pour les fractures métaphysaires : 100% de nos patients ont un score excellent.

XI. INTERET ET AVANTAGE DE L'ECMES

1. Avantages [54] :

L'introduction des broches à foyer fermé préserve l'intégralité du périoste, sa vascularisation, l'hématome fracturaire, et permet de limiter le préjudice à une cicatrice de petites tailles au niveau du coude.

L'élasticité du matériel laisse persister dans le foyer, une certaine mobilité qui diminue l'activité du périoste et permet une restructuration rapide des travées osseuses [55] favorisant la cicatrisation et la consolidation rapide des fractures.

Grâce à cette élasticité, le montage s'appose à de grands déplacements évitant l'apparition de défauts résiduels préjudiciables.

Une diminution importante du risque infectieux.

Une consolidation rapide permettant une reprise rapide de l'activité physique.

Une diminution de l'absentéisme scolaire.

Un nursing correct chez le polytraumatisé.

2. Les limites [54] :

Le risque de défaut de rotation existe mais il est négligeable

Une seconde hospitalisation pour ablation de broches est nécessaire pendant seulement 24 à 48 heures.

L'irradiation du personnel du bloc opératoire.

XII. Comparaison de l'ECMES avec les autres moyens thérapeutiques des fractures de l'humérus :

1. Traitement orthopédique [56] :

Il reste le traitement de référence chez le jeune enfant de moins de 5 ans chez qui la durée d'immobilisation pose peu de problèmes notamment scolaires [57].

La consolidation est en général rapide, et bon nombre d'imperfections vont être remodelées par la croissance.

1.1. Méthodes :

– bandage coude au corps

– Plâtre pendant

1.2. Les avantages du traitement orthopédique :

Pas de risque infectieux par inoculation directe.

Respect des conditions favorables de réparation (hématomes périfracturaires, vascularisation locale et périostée).

Sur le plan mécanique, le plâtre ne constitue pas une immobilisation stricte. Il persiste au niveau du foyer de fracture une certaine mobilité favorable à la consolidation.

Absence de cicatrice

Pas de réintervention pour ablation du matériel.

1.3. Les inconvénients et les complications

- Escarres lors du plâtre.
- Risque de survenue d'un syndrome de loge.
- Déplacement secondaire par contention insuffisante.
- Cals vicieux.

Enfin, certains états pathologiques contre-indiquent le recours au traitement orthopédique. C'est le cas des enfants polytraumatisés ou polyfracturés nécessitant un nursing particulier, et des enfants ayant des troubles neurologiques ou de fragilité osseuse, et ne pouvant pas supporter une longue immobilisation.

2. Traitement chirurgical :

2.1. Méthodes

- broches de Kirschner ascendantes
- broches de Kirschner percutanées
- plaque vissée
- fixation externe

2.2. Avantages

- les broches de kirschner permettent une stabilisation du foyer de fracture en respectant l'hématome fracturaire et le périoste. Kapendji, dans une série d'embrochage « en palmier » pour des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus, décrivait comme autre avantage : le trajet court et direct des broches permettant une mise en place plus facile, un point d'entrée loin de tout voisinage articulaire donc pas de risque de raideur [58]
- la plaque vissée permet une stabilisation plus rigide et trouve sa place en cas d'insuffisance de l'embrochage

- le fixateur externe trouve sa place lors d'une infection du foyer de fracture ou en cas de fracture communitive.

2.3. Inconvénients

- Kirschner [59]: n'offre pas l'élasticité des broches de Métaizeau, donc pas de forces de rappel au niveau du foyer de fracture
- plaque vissée : dépériostage important, non respect de l'hématome fracturaire, risque infectieux plus important, risque de léser le nerf radial et cicatrice inesthétique. De plus elle nécessite une deuxième intervention aussi importante pour ablation de matériel
- fixateur externe : très inconfortable car très encombrant ; plusieurs orifices d'entrée des fiches donc des cicatrices inesthétiques ; nécessité d'un nursing continu (soins et nettoyage des fiches).



CONCLUSION



Une fracture de l'humérus (en dehors du coude) impose d'éliminer la possibilité d'une maltraitance chez les très jeunes enfants.

La connaissance du développement et de l'anatomie de l'humérus permet une meilleure interprétation de la radiographie, notamment chez l'enfant de jeune âge. Elle permet également une meilleure compréhension des différentes formes de fractures rencontrées. La prise en charge de ces fractures est marquée par l'exceptionnel potentiel de remodelage, surtout lorsqu'elles sont proches du cartilage de croissance. Cela autorise un traitement orthopédique sans réduction préalable dans un grand nombre de cas. Lorsque le déplacement est au-delà du potentiel de remodelage, l'ECMES apporte une solution de réduction et de stabilisation efficace. Il permet également une mobilisation plus précoce et offre un confort plus important au patient, surtout lorsqu'il s'agit d'un polytraumatisé.



ANNEXES

Annexe I :

Fiche d'exploitation

L'apport de l'embrochage centromédullaire élastique stable dans les fractures de l'humérus chez l'enfant :

IDENTITE :

Nom Prénom :

Age :

latéralité :

Sexe :

Origine :

Adresse (Tél) :

ATCDS :

Médicaux : oui :

non :

si oui

Chirurgicaux : oui :

non :

si oui

Date de l'accident :

Circonstances : AVP Chute Accident de sport

Enfant battu Autres

Côté : Dt Gche

Mécanisme :

Direct Indirect

Délai de consultation :

CLINIQUE :

Dlr IMS : Tle Ple

Œdème Ecchymose Déformation

Ouverture cutanée : Non oui St CD : I II III

Lésion V*N* : non oui

RADIOGRAPHIE :

Type : DE FM FD

Déplacement: oui non

Si oui : chevauchement angulation >1/2 <1/2

Os pathologique : oui non

LESIONS ASSOCIEES :

Fract : 2 os avt bras fémur tibia bassin
Lésions : TC T. thorax T. abdominal
T. rachis poly T

TRAITEMENT :

Ortho : bandage plâtre contention réduction
Chir : foyer ouvert foyer fermé
* broches * ECMES * autres
Découverte opératoire : long biceps périoste deltoïde incarceration musculaire

Suivi :

Post op immédiats : lésions vasculo-nerveuse iatrogène
Radiologie : broches en place oui non
Tardif : infections sur matériels cals déplacement pseudarthrose
Contrôle : 1ère : sem 1er mois 3 mois
Complications : oui non
Si oui :.....
Ablation du matériel : Durée d'immobilisation :.....

Résultats :

Fonctionnel : mobilité active : mobilité passive :
Radiologique : Réduction anatomique cal vicieux inégalité de longueur
Esthétique : Très bon bon mauvais

Evaluation :

FD : classification de stewart et hundley modifiée : basé sur : l'existence d'une douleur résiduelle
La mobilité l'alignement

Annexe II :

Constant Shoulder Score :

FIGURE 3

Objective part of the English Constant Score test protocol.

Test Protocol for the Constant Score
(After, Constant CR et al. | Shoulder Elbow Surg; March/April 2008)

C. Movement		POINT																																
<p>Four different active and pain-free movements of the arm are performed. 1. If the arm can be lifted to 140 degrees with pain and 110 degrees without pain in 1 +2 then a range of motion of 110 degrees is recorded.</p> <p>The tester first shows the desired movement, which the test subject then performs. All exercises are done with the test subject standing with their feet pointing directly forwards and a shoulder width apart.</p>																																		
<p>1+2</p> <p>Forward and lateral elevation are recorded with a long-armed goniometer. Movements are performed only by the affected arm. (0-20 points)</p> <p>Reference points are the arm's axis and processus spinosus of columna thoracalis.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>0-30</th> <th>30-60</th> <th>60-90</th> <th>90-120</th> <th>120-150</th> <th>151 -</th> <th>Range of motion (degrees)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Flexion</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Abduction</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>10</td> <td>Point</td> </tr> </tbody> </table>			0-30	30-60	60-90	90-120	120-150	151 -	Range of motion (degrees)	Flexion								Abduction									0	2	4	6	8	10	Point	
	0-30	30-60	60-90	90-120	120-150	151 -	Range of motion (degrees)																											
Flexion																																		
Abduction																																		
	0	2	4	6	8	10	Point																											
<p>3</p> <p>External rotation performed without help and the hands should be placed behind and above the head without touching the head. (0-10 points)</p> <p>Movements are performed by both arms simultaneously but recorded only for the affected side, starting with "hands behind head, elbows forward".</p> <p>The movements must be performed painlessly. (2 points are given for each separate completed movement)</p>		<table border="1"> <tbody> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Hands behind head, elbows forward.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Hands behind head, elbows back.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Hands to the top of the head, elbows forward.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Hands to the top of the head, elbows back.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Full elevation of the arms</td></tr> </tbody> </table>	<input type="checkbox"/>	Hands behind head, elbows forward.	<input type="checkbox"/>	Hands behind head, elbows back.	<input type="checkbox"/>	Hands to the top of the head, elbows forward.	<input type="checkbox"/>	Hands to the top of the head, elbows back.	<input type="checkbox"/>	Full elevation of the arms																						
<input type="checkbox"/>	Hands behind head, elbows forward.																																	
<input type="checkbox"/>	Hands behind head, elbows back.																																	
<input type="checkbox"/>	Hands to the top of the head, elbows forward.																																	
<input type="checkbox"/>	Hands to the top of the head, elbows back.																																	
<input type="checkbox"/>	Full elevation of the arms																																	
<p>4</p> <p>Internal rotation is performed without help and where the subject use their thumb to point the anatomic landmarks specified to the right. (0-10 points)</p> <p>Movements are performed only by the affected arm, starting with "outer thigh".</p> <p>The movements must be performed painlessly (points are given in brackets)</p>		<table border="1"> <tbody> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Lateral aspect of the thigh (5)</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Behind the patella (2)</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Scapular joint (4)</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Wrist (5)</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>12th thoracic vertebra (8)</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Interscapular level (10) (Between the shoulder blades)</td></tr> </tbody> </table>	<input type="checkbox"/>	Lateral aspect of the thigh (5)	<input type="checkbox"/>	Behind the patella (2)	<input type="checkbox"/>	Scapular joint (4)	<input type="checkbox"/>	Wrist (5)	<input type="checkbox"/>	12th thoracic vertebra (8)	<input type="checkbox"/>	Interscapular level (10) (Between the shoulder blades)																				
<input type="checkbox"/>	Lateral aspect of the thigh (5)																																	
<input type="checkbox"/>	Behind the patella (2)																																	
<input type="checkbox"/>	Scapular joint (4)																																	
<input type="checkbox"/>	Wrist (5)																																	
<input type="checkbox"/>	12th thoracic vertebra (8)																																	
<input type="checkbox"/>	Interscapular level (10) (Between the shoulder blades)																																	
<p>D Strength (0-25 points)</p> <p>Strength is measured with a dynamometer. The test is done with the test subject standing with their feet pointing directly forwards and a shoulder width apart.</p> <p>The arm should be abducted 90 degrees in scapular plane. If the arm cannot be elevated to 90 degrees a score of 0 points is given. The wrist is pronated so the palm faces down and the elbow is stretched as much as possible. The strap of the dynamometer should be placed around the wrist of the test subject so that it lies over the long head of the ulna.</p> <p>The test subject is instructed to push maximally upwards for 5 seconds.</p> <p>Verbal encouragement is given simultaneously: Ready 3-2-1 push, push, push</p> <p>The score is calculated from the highest score of 3 attempts, each performed with at least a 1 minute interval. The score corresponds to the force in pounds (max 25 points). If the strength is measured in kilograms, calculate scores by multiplying by 2.2</p>																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Strength (lbs/kg)</th> <th>1st attempt</th> <th>2nd attempt</th> <th>3rd attempt</th> <th>Best score</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Strength (lbs/kg)	1 st attempt	2 nd attempt	3 rd attempt	Best score																												
Strength (lbs/kg)	1 st attempt	2 nd attempt	3 rd attempt	Best score																														
Overall score for C+D (objective subtotal, 0-65 points)																																		
Total Constant Score A+B+C+D (0-100 points)																																		

FIGURE 2

Subjective part of the English Constant Score test protocol.

Test Protocol for the Constant Score
(After, Constant CR et al. | Shoulder Elbow Surg; March/April 2008)

Patient data (sticker)	Diagnosis _____ Right: ____ Left: ____		
	Consultation date:	Preop. 3 months	6 months 1 year
Tel No.			

A. Pain	POINT												
<p>Score the highest pain level you have experienced in your shoulder during ordinary activities within the last 24 hours. (0-15 points) (Indicate by setting a mark on the line)</p> <p>(Points are calculated by the equation: 15 - x = score; X is the measured distance [cm] from "no pain" to the mark (use a ruler). If decimal then round up or down to closest integer. I.e.: 1,4 cm = 1 point and 1,5 cm = 2 points)</p> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center; margin-right: 10px;">No Pain</div> <div style="flex-grow: 1; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; right: 0; top: -15px;">Insupportable pain</div> </div> </div>													
B. Activities of daily living , the next 4 questions deal with everyday activities you experienced over the last week.													
<p>1. Is your sleep disturbed by your shoulder? (0-2 points) (Tick one box)</p> <p>(points are given in brackets)</p> <table style="margin-left: 40px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 20px;"></td> <td style="padding-left: 10px;">Undisturbed sleep (2)</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 20px;"></td> <td style="padding-left: 10px;">Occasional disturbance (1)</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 20px;"></td> <td style="padding-left: 10px;">Every night (0)</td> </tr> </table>		Undisturbed sleep (2)		Occasional disturbance (1)		Every night (0)							
	Undisturbed sleep (2)												
	Occasional disturbance (1)												
	Every night (0)												
<p>2. How much of your normal daily work does your shoulder allow you to perform? (0-4 points) (Indicate by setting a mark on the line)</p> <p>(The score is given by measuring the distance [cm] from "All" to the mark (use a ruler)) : 0-3 = 4 point, >3-6 = 3 point, >6-9 = 2 point, >9-12 = 1 point, >12-15 = 0 point</p> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center; margin-right: 10px;">All</div> <div style="flex-grow: 1; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; right: 0; top: -15px;">None</div> </div> </div>													
<p>3. How much of your normal recreational activity does your shoulder allow you to perform? (0-4 points) (Indicate by setting a mark on the line)</p> <p>(The score is given by measuring the distance [cm] from "All" to the mark (use a ruler)) : 0-3 = 4 point, >3-6 = 3 point, >6-9 = 2 point, >9-12 = 1 point, >12-15 = 0 point</p> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center; margin-right: 10px;">All</div> <div style="flex-grow: 1; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; right: 0; top: -15px;">None</div> </div> </div>													
<p>4. To which level can you use your hand comfortably? (0-10 points) (Tick one box)</p> <p>(points are given in brackets)</p> <table style="margin-left: 40px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 20px;"></td> <td style="padding-left: 10px;">Below the waist (0)</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 20px;"></td> <td style="padding-left: 10px;">Up to waist (2)</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 20px;"></td> <td style="padding-left: 10px;">Up to the navel/sternum (4)</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 20px;"></td> <td style="padding-left: 10px;">Up to neck (6)</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 20px;"></td> <td style="padding-left: 10px;">Up to top of the head (8)</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 20px;"></td> <td style="padding-left: 10px;">Above the head (10)</td> </tr> </table>		Below the waist (0)		Up to waist (2)		Up to the navel/sternum (4)		Up to neck (6)		Up to top of the head (8)		Above the head (10)	
	Below the waist (0)												
	Up to waist (2)												
	Up to the navel/sternum (4)												
	Up to neck (6)												
	Up to top of the head (8)												
	Above the head (10)												
Overall score for A+B (subjective subtotal, 0-35 points)													



RÉSUMÉS



Résumé

L'embrochage centromédullaire élastique stable (ECMES) représente un nouveau principe de fixation endomédullaire. Il semble particulièrement s'adapter aux exigences de la traumatologie pédiatrique.

Les autres techniques, utilisées notamment chez l'adulte ne sont pas adaptées à un os en croissance et peuvent être pourvoyeuses de complications. L'ECMES permet une stabilisation efficace tout en autorisant une reprise rapide de l'activité. Il permet d'éviter une immobilisation longue et inconfortable sans augmenter le risque de complications.

Nous rapportant une étude rétrospective colligée au service de traumatologie orthopédique pédiatrique à l'hôpital mère-enfant au centre hospitalier universitaire Mohamed VI de Marrakech, sur une période de 6 ans s'étalant de Janvier 2009 à Décembre 2014, chez 40 enfants de 5 à 14ans présentant des fractures de la diaphyse ou de l'extrémité supérieure de l'humérus.

L'âge moyen de nos patients était de 9.15 ans (5-14ans), 50% des patients étaient victimes d'une chute.

Une ouverture cutanée était présente dans 1 cas ; et 5 cas présentaient des lésions associées. Un embrochage ascendant a été réalisé chez tous nos patients. Tous les malades ont bénéficié d'un suivi clinique et radiologique avec des contrôles à une semaine, un mois, et au 3eme mois. L'ablation du matériel était réalisée au 6 ème mois. Un contrôle a lieu une année après le traumatisme.

Après chirurgie, 2 cas de malposition de broche ont été noté; la radiographie de contrôle postopératoire avait objectivé l'issue d'une broche dans l'articulation. Un repositionnement a été fait le jour même. Un seul cas de saillie de broche a été noté. L'évolution était favorable après recoupe des broches.

L'ECMES reste une méthode simple dans sa conception avec des indications qui sont multiples, cette méthode semble être le meilleur moyen thérapeutique des fractures de l'humérus chez le grand enfant et dans le contexte de polytraumatisme.

Abstract

Stable elastic intramedullary nailing (SEIN) is a new principle of endomedullary fixation. It seems particularly adapted to the necessities of pediatric traumatology. The techniques used for adults are not well adapted to the growing bone and can lead to complications. SEIN provides fixation and allows rapid functional recovery. It avoids long and uncomfortable immobilisation in a cast without increasing the risk of complications.

We reviewed 40 patients, from 5 to 14 years old, with fractures of the humeral shaft or proximal humerus who underwent SEIN in the department of pediatric surgery at Mohammed VI University hospital in Marrakech, over a period of 6 years from January 2009 to December 2014. A Functional score and pain relief were assessed as outcomes.

The mean age of our patients was 9.15 years (5–14 years). 50% of the patients were victims of a fall.

A wound was found in 1 case, and 5 patients had associated lesions. The nails were inserted from distal to proximal in all our patients. All patients were monitored clinically and with radiographs at one week of follow up, at the end of the first month, at the third month, at the removal of the material after six months and after one year. The nails were removed six months after surgery. Two cases of malposition of a nail were noted. A repositioning was done the same day. In only one case, the nail back out and needed to be shortened.

The SEIN remains a simple method with multiple indications. This method seems to be the best therapeutic way for the fractures of the humerus in the great child. With polytrauma, multiple fractures, head injuries and other conditions which necessitate intensive nursing care, SEIN should also be preferred to immobilisation in a cast.

ملخص

إن أسلوب و تقنية المسامير النخاعية المرنة الثابتة (م ن م ث) تمثل مبدأ جديدا لتثبيت بعض الكسور عند الطفل دون أن يكون لها صدئ ومعاناة من العيوب التي يمكن أن يتعرض لها من مجموعة علاجية لكسور عظم العضد, خصوصا الفترة القصيرة للاستشفاء و التعبئة السريعة علاوة على التأثير على إيقاع تدرس هذا الطفل . و نحيطكم علما بدراسة استذكارية استقرائية من مصلحة الجراحة التقويمية للأطفال بالمستشفى الجامعي محمد السادس بمراكش ما مفاده : حالات كسور عظم العضد و أنه على امتداد فترة زمنية تساوي ست سنوات من بداية يناير 2009 إلى نهاية دجنبر 2014 كان عند 40 طفلا تتراوح أعمارهم ما بين 5 إلى 14 سنة. و تستقر نسبة معدل العمر لدى هؤلاء المرضى عند 9.15 سنة (5 إلى 14 سنة). و لم تسجل التقطعات الجلدية إلا لدى حالة واحدة، و لدى خمس حالات جروح داخلية متكثفة .

إن تقنية المسامير النخاعية المرنة الثابتة طبقت على كل المرضى بشكل تصاعدي ، و جميع هؤلاء المرضى جرت عليهم المراقبة السريرية و الاشعاعية كل أسبوع إلى نهاية الشهر الأول إلى الشهر الثالث مع المسامير إلى ستة أشهر و إلى متم سنة . اجتثاث المسامير تم بعد مرور ستة أشهر على العملية الجراحية .

هناك حالتان من عدم المطابقة تم اكتشافهما بالتصوير بأشعة المراقبة التي أبرزت موقع المسامير في الكسر و قد تم إصلاح العطب في اليوم نفسه.

وتبقى تقنية المسامير النخاعية المرنة الثابتة طريقة و منهجية بسيطة في تصميمها و تصورها مع مؤشراتنا و دلالاتها المتعددة ، هذه المنهجية تمثل أنجع أسلوب لعلاج كسور العضد عند كبار الأطفال و في سياق الصدمات المتعددة .



BIBLIOGRAPHIE



1. **METAIZEAU J-P.**
L'embrochage centromédullaire élastique stable (ECMES).
Service d'Orthopédie, Hôpital Belle-Isle MOUT-1992 ; 1-19.
2. **LASCOMBES P; METAIZEAU JP.**
Embrochage centromédullaire élastique stable: bases mécaniques.
Elsevier Masson, 2006 ; Page :118-120.
3. **KEMPF I, HECKEL TH, Pidhorz LE, Taglang G, Grosse A.**
L'enclouage verrouillé selon Seidel des fractures diaphysaires humérales récentes.
Rev Chir Orthop 1994; 80: 5-13.
4. **HACKETHAL K.H.**
Die Bündel-Nogelung.
Berlin, Springer Verlag . 1961; 1: 134p.
5. **APPRILL G.BOLLP.**
Le traitement des fractures du col de l'humérus par embrochage centromédullaire sans ouverture du foyer de fracture.
Rechiorthoy, 1968 ; 54 : 657-666.
6. **KAPANDJIA.**
L'ostéosynthèse par la technique des broches « en palmier des fractures du col chirurgical de l'humérus ».
Ann Chir Man, 1989 ; 8, 1 : 39-52.
7. **CLAVERT JM, KARGERC, LASCOMBES P, LIGIER JN, METAIZAU JP.**
Fractures de l'enfant Monographie de GEOP.
Sauramps Médical, Montpellier 2002.
8. **LASCOMBESP.**
Embrochage élastique stable en traumatologie.
Conférence d'Enseignement de la SOCOFT, Elsevier, Paris, 2001 : 275-301.
9. **LASCOMBES P, PREVOT J, METAIZEAU J.P, PONCELLET T.**
Elastic stable intra medullary nailing in forearm shaft fractures in children : 58 cases
J Pediatric Orthop. 1990, 10: 167-71.
10. **BOUCHET A., CUILLERET J. :**
Anatomie topographie descriptive et fonctionnelle : le membre supérieur et le membre inférieur,
Paris, Simep, 1990, p : 3-17.

11. **HINTON RY, Lincoln A, Crockett MM, Sponseller P, Smith G.**
Fractures of the femoral shaft In children. Incidence, mechanisms and socio demographic risk factors.
J Bone Joint Surg Am 1999 Apr;81(4):500–9.
12. **KOHLER R, Trillaud JM.**
Fracture and fracture separation of the proximal humerus in children : Report of 136 cases.
J Pediatr Orthop 1983 ; 3 : 326–32.
13. **PRITCHETT JW.**
Growth plate activity in the upper extremity.
Clin Orthop Relat Res 1999 ; 268 : 235–42.
14. **Y. LEFÈVRE**
Proximal humeral fractures in children and adolescents.
Conférences d'enseignement 2013.
15. **CLAVERT JM, METAIZEAU JP.**
Les fractures des membres chez l'enfant,
Montpellier, Sauramps médical: diffusion Vigot, 1990.
16. **CHRISTINAZ D.**
Embrochage élastique stable pour les fractures de l'enfant [Stable elastic nailing of fractures in children].

Rev Med Suisse Romande. 1994Apr;114(4):319–26.
17. **KNORR P, Schmittenbecher PP, Dietz HG.**
Die Behandlung pathologischer Frakturen der langen Röhrenknochen im Kindesalter mittels elastisch stabiler Markraumschienung [Treatment of pathological fractures of long tubular bones in childhood using elastic stable intramedullary nailing].
Unfallchirurg. 1996 Jun;99(6):410–4.
18. **DIETZ HG, Joppich I, Marzi I, Farsch K, Schlickewei W, Schmittenbecher PP.**
Behandlung der Femurfrakturen im Kindesalter [Treatment of femoral fractures in childhood. Consensus Report of the 19th Meeting of the Child Traumatology Section of the DGU, Munich, 23–24 June 2000].
Unfallchirurg. 2001 Aug;104(8):788–90.
19. **METAIZEAU JP.**
L'ostéosynthèse chez l'enfant par Enclouage CentroMédullaire Élastique Stable.
Montpellier, Sauramps Médical: diffusion Vigot, 1988.

20. **VON LAER L.**
Spontanverläufe nach Frakturen im Wachstumsalter [Natural course following fractures during the growth years].
Orthopade. 1994 Jun;23(3):21 1–9.

21. **SHAPIRO F.**
Developmental patterns in lower–extremity length discrepancies.
J Bone Joint Surg Am. 1982;64(5):639–51.

22. **REINBERG O, Frey P, Meyrat BJ.**
Traitement des fractures de l'enfant par enclouage centro–médullaire élastique stable (ECMES) [Treatment of pediatric fractures by intramedullary stable elastic pinning].
Z Unfallchir Versicherungsmed. 1994Jul;87(2):110–8; discussion 118–9.

23. **ORTIZ EJ, Isler MH, Navia JE, Canosa R.**
Pathologic fractures in children.
Clin Orthop Relat Res 2005 ; 432 : 116–26.

24. **TEOH KH, Watts AC, Chee YH, Reid R, Porter DE.**
Predictive factors for recurrence of simple bone cyst of the proximal humerus.
J Orthop Surg 2010 ; 18 : 215–9.

25. **ROUSSET M , Federico Canavese , Antoine Samba , Mounira Mansour Khamallah**
Résultats des fractures déplaçées métaphysodiaphysaire de l'humérus distal traitées par embrochage centromédullaire élastique stable chez l'enfant .
89e réunion annuel de la Société française de chirurgie orthopédique et traumatologique / Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique 100S (2014)
S211–S324 S273

26. **HARCHANE L**
Embrochage centromédullaire élastique stable de l'humérus chez l'enfant (a propos de 25) , thèse numéro 150/2014

27. **WERA GD, Friess DM, Getty PO, Armstrong DG, Lacey SH, Baele HR.**
Fracture of the proximal humerus with injury of the axillary artery in a boy aged 13 years.
J Bone Joint Surg Br 2006 ; 88–B : 1521–23.

- 28. VISSER JD, Rietberg M.**
Interposition of the tendon of the long head of biceps in fracture separation of the proximal humeral epiphysis.
Neth J Surg 1980 ; 32 : 12-5.
- 29. HWANG RW, Bae DS, Waters PM.**
Brachial plexus palsy following proximal humerus fracture in patients who are skeletally immature.
J Orthop Trauma 2008 ; 22 : 286-90.
- 30. SUNNY H. KIM, ROBERT M. SZABO, AND RICHARD A. MARDER.**
Epidemiology of Humerus Fractures in the United States:
Nationwide Emergency Department Sample, 2008, American College of Rheumatology 2012.
- 31. OGDEN JA.**
Skeletal injury in the child.
3th ed. London : Springer ; 2000. p. 456-62.
- 32. PREVOT J, Lascombes P, Lesur E, Dautel G, Métaizeau JP, Ligier JN.**
Embrochage centromédullaire élastique stable.
EMC (Elsevier Masson SAS), Techniques chirurgicales – Orthopédie–Traumatologie 1993 ; 44-018.
- 33. LASCOMBES P.**
Embrochage centromédullaire élastique stable.
Elsevier, 2006 ; 320 pages. ISBN 284299809X.
- 34. PEREZ-SICILIA Je, MoroteJurado JI, GorbachoGironés Jm, Hernández Cabrera Ja, González Buendía Yr.**
Osteosíntesis percutánea en fracturas diafisarias de antebrazo en niños y adolescentes.
Rev Esp Cir Ostr 1977; 12: 321-334.
- 35. TEOT L.**
L'Embrochage centromédullaire élastique stable chez l'enfant.
In conférences d'enseignement de la SOFCOT, ortho-pédiatrie 1996;4:151-71.
- 36. METAIZEAU JP, LIGIER JN.**
Le traitement chirurgical des fractures des os long chez l'enfant.
J CHIR (paris) 1984; 121:527-737.

37. **CLAVERT JM, Gicquel P.**
Inox ou titane ? In : Lascombes P, editor. Embrochage centro médullaire élastique stable.
Paris : Elsevier ; 2006. p. 25-30.
38. **BILLY. B .**
Osteosynthesis in orthopedics and traumatology of the child and teenager.
Conférences d'enseignement 2013
39. **LASCOMBES P, DUPARC J.**
ECMES en traumatologie pédiatrique, données actuelles
Cahier d'Enseignement de la SOFCOT 2001 ; 78.275-300.
40. **LASCOMBES P.**
Embrochage centromédullaire élastique stable.
EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie–Traumatologie,
2007 ;44-018.
41. **TEOT L, LASCOMBES P, MEMBRE H.**
L'embrochage centromédullaire élastique stable: principes– techniques, application en
traumatologie infantile.
Springer Berlin Heidelberg 2003 ; P :279-289.
42. **JOURNEAU P, Lascombes P.**
Fracture de l'extrémité proximale de l'humérus.
In : Lascombes P, editor. Embrochage centromédullaire élastique stable. Paris : Elsevier ;
2006. p. 89-106.
43. **SESSA S, Lascombes P, Prévôt J, Gagneux E, Blanquart D.**
Embrochage centromédullaire dans les fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus
chez l'enfant et l'adolescent.
Chir Pediatr 1990 ; 31 : 43-6.
44. **METAIZEAU J.P.**
Technique de l'embrochage des fractures du membre supérieur chez l'enfant.
Hôpital Belle-Isle 1992 : 1-5.
45. **PREVOT J, Lascombes P, Lesur E, Dautel G, Métaizeau JP, Ligier JN.**
Embrochage centromédullaire élastique stable.
EMC (Elsevier Masson SAS), Techniques chirurgicales – Orthopédie–Traumatologie 1993 ;
44-018.

46. **SLONGO TF.**
Complications and failures of the ESIN technique.
Injury 2005 Feb;36 Suppl 1:A78–85.
47. **LUHMANN SJ, Schootman M, Schoenecker PL, Dobbs MB, Gordon JE.**
Complications of titanium elastic nails for pediatric femoral shaft fractures.
J Pediatr.Orthop. 2003;23:443–447.
48. **BONO C.M, GR. OSSMAN M.G, HOCKWALD N, TROMETTA P.**
Radial and axillary nervex : anatomic considerations for humeral fixation.
Clin Orthop 2000; 373 : 259–64.
49. **GUSE T.R, OSTUM R.F.**
The surgical anatomy of the radial nerve around the humeral.
Clin Orthop. 1995; 320 : 149–53.
50. **LEFEVRE CH, GERARD R, LE COUR GRANDMAISON, JACQ J, LE MEM D, HU W, HENRY M.**
Risques anatomiques des ostéosynthèses diaphysaires de l'humérus.
51. **GERWIN M, HOTCHKISS RN, WEILAND AJ.**
Aleternative operative exposures of the posterior aspect of the humeral diaphysis with
reference to–the radial nerve.
J Bone JOINT Surg Am 1996 ; 78 : 1690–5.
52. **LASCOMBES P, Haumont T, Journeau P.**
Use and abuse of flexible intramedullarynailing in children and adolescents.
J Pediatr.Orthop. 2006 Nov–Dec;26(6):827–34.
53. **LASCOMBES P ,d, A. Nespola, J.–M. Poircuitte a, D. Popkovb, A. de Ghelderec, T. Haumonta, P. Journeaua .**
Complications précoces lors de l'utilisation pour fracture chez l'enfant de l'enclouage
centromédullaire élastique : à propos de 100 cas traités par clous à extrémité et tige
précourbées.
Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique (2012) 98, 327–334
54. **KRAUZE A, Ziebowicz A, Marciniak J.**
Corrosion resistance of intramedullary nails used in elastic osteosynthesis of children.
Journal Of Materials Processing Technology 2005;163:209–14.

55. **METAIZEAU JP.**
L'embrochage centro-médullaire d'une fracture du fémur chez l'enfant.
Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique 2005 ; 91(4) :377-384.
56. **BERNE .D, P. Mary, J.-P. Damsin, G.**
Filipe Fracture de la diaphyse fémorale de l'enfant : traitement par plâtre pelvi-pédieux d'emblée.
Revue de chirurgie orthopédique 2003 ; 89 :599-604.
57. **DE MOURGUES G, Fischer LP, Gillet JP, Carret JP.**
Fractures récentes de la diaphyse humérale. À propos d'une série continue de 200 observations. Etude de la vascularisation artérielle intra-osseuse de l'humérus.
Rev Chir Orthop 1975; 61: 191-207.
58. **KAPANDJI A.**
L'ostéosynthèse par la technique des broches en palmiers des fractures du col chirurgical de l'humérus.
Ann Chir Main, 1989, 8, n ° 1, 39-52.
59. **SUNNY H. KIM, ROBERT M. SZABO, AND RICHARD A. MARDER.**
Epidemiology of Humerus Fractures in the United States:
Nationwide Emergency Department Sample, 2008

قسم الطبيب

أقسم بالله العظيم

أن أراقب الله في مهنتي.

وأن أصون حياة الإنسان في كافة أطوارها في كل الظروف
والأحوال باذلة وسعي في استنقاذها من الهلاك والمرض
والألم والقلق.

وأن أحفظ للناس كراماتهم، وأستر عورتهم، وأكتم سرهم.
وأن أكون على الدوام من وسائل رحمة الله، باذلة رعايتي الطبية للقريب
والبعيد، للصالح والطالح، والصديق والعدو.

وأن أتأبر على طلب العلم، أسخره لنفع الإنسان .. لا لأذاه.
وأن أوقر من علمني، وأعلم من يصغرنني، وأكون أخاً لكل زميل في المهنة
الطبية

متعاونين على البر والتقوى.

وأن تكون حياتي مصداق إيماني في سري وعلانيتي، نقيّة مما يشينها تجاه
الله ورسوله والمؤمنين.

والله على ما أقول شهيدا

تقنية المسامير النخاعية المرنة الثابتة في كسور العضد لدى الأطفال (الكوع مستبعدة)

الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم 2016/ 12 /19

من طرف

السيدة امداح راضية

المزداة في 12 أبريل 1990 باسفي

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية :

المسامير النخاعية المرنة الثابتة - عظم العضد - كسر - طفل

اللجنة

الرئيس

المشرف

الحكام

ر. الفيزازي

أستاذ في جراحة الأطفال.

أ. أغوتان

أستاذ مبرز في جراحة الأطفال.

ك. فريجي

أستاذة مبرزة في جراحة الأطفال.

ه. جلال

أستاذ مبرز في الفحص بالأشعة.

م. أ. بنهيمه

أستاذ مبرز في جراحة العظام والمفاصل.

السيد

السيد

السيدة

السيد

السيد