



HAL
open science

Facteurs pronostics des fractures du col du radius chez l'enfant

Julien Hemmer

► **To cite this version:**

Julien Hemmer. Facteurs pronostics des fractures du col du radius chez l'enfant. Médecine humaine et pathologie. 2018. hal-03297476

HAL Id: hal-03297476

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-03297476>

Submitted on 23 Jul 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

UNIVERSITÉ DE LORRAINE
2018

FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY

THESE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement

Dans le cadre du Troisième cycle de Médecine Spécialisée

Par

Julien HEMMER

Le 31 octobre 2018

**FACTEURS PRONOSTICS DES FRACTURES DU COL DU
RADIUS CHEZ L'ENFANT**

Examineurs de la thèse

Monsieur le Professeur JOURNEAU	Président
Monsieur le Professeur SIRVEAUX	Juge
Monsieur le Professeur GALOIS	Juge
Monsieur le Docteur TASSIN	Juge
Madame le Docteur POLIRSZTOK	Juge

**Président de l'Université de Lorraine :
Professeur Pierre MUTZENHARDT**

**Doyen de la Faculté de médecine :
Professeur Marc BRAUN**

Vice-doyens

Pr Karine ANGIOI-DUPREZ, Vice-Doyen

Pr Marc DEBOUVERIE, Vice-Doyen

Assesseurs :

Premier cycle : Dr Julien SCALA-BERTOLA

Deuxième cycle : Pr Marie-Reine LOSSER

Troisième cycle : Pr Marc DEBOUVERIE

Président de Conseil Pédagogique : Pr Bruno CHENUÉL

Formation à la recherche : Dr Nelly AGRINIER

SIDES : Pr Laure JOLY

Relations Grande Région : Pr Thomas FUCHS-BUDER

CUESIM : Pr Stéphane ZUILY

Chargés de mission

Bureau de docimologie : Dr Guillaume VOGIN

Commission de prospective facultaire : Pr Karine ANGIOI-DUPREZ

Orthophonie : Pr Cécile PARIETTI-WINKLER

PACES : Dr Mathias POUSSEL

Plan Campus : Pr Bruno LEHEUP

International : Pr Jacques HUBERT

=====

DOYENS HONORAIRES

Professeur Jean-Bernard DUREUX - Professeur Jacques ROLAND - Professeur Patrick NETTER - Professeur Henry COUDANE

=====

PROFESSEURS HONORAIRES

Etienne ALIOT - Jean-Marie ANDRE - Alain AUBREGE - Gérard BARROCHE - Alain BERTRAND - Pierre BEY - Marc-André BIGARD - Patrick BOISSEL - Pierre BORDIGONI - Jacques BORRELLY - Michel BOULANGE - Jean-Louis BOUTROY - Serge BRIANÇON - Jean-Claude BURDIN - Claude BURLET - Daniel BURNEL - Claude CHARDOT - Jean-François CHASSAGNE - François CHERRIER - Jean-Pierre CRANCE - Emile de LAVERGNE - Jean-Pierre DESCHAMPS - Jean DUHEILLE - Jean-Bernard DUREUX - Gilbert FAURE - Gérard FIEVE - Bernard FOLIGUET - Jean FLOQUET - Robert FRISCH - Alain GAUCHER - Pierre GAUCHER - Professeur Jean-Luc GEORGE - Alain GERARD - Hubert GERARD - Jean-Marie GILGENKRANTZ - Simone GILGENKRANTZ - Gilles GROSDIDIER - Oliéro GUERCI - Philippe HARTEMANN - Gérard HUBERT - Claude HURIET - Michèle KESSLER - François KOHLER - Jacques LACOSTE - Henri LAMBERT - Pierre LANDES - Marie-Claire LAXENAIRE - Michel LAXENAIRE - Alain LE FAOU - Jacques LECLERE - Pierre LEDERLIN - Bernard LEGRAS - Jean-Pierre MALLIÉ - Philippe MANGIN - Jean-Claude MARCHAL - Yves MARTINET - Pierre MATHIEU - Michel MERLE - Pierre MONIN - Pierre NABET - Patrick NETTER - Jean-Pierre NICOLAS - Pierre PAYSANT - Francis PENIN - Claude PERRIN - Luc PICARD - François PLENAT - Jean-Marie POLU - Jacques POUREL - Francis RAPHAEL - Antoine RASPILLER - Denis REGENT - Jacques ROLAND - Daniel SCHMITT - Michel SCHMITT - Michel SCHWEITZER - Daniel SIBERTIN-BLANC - Claude SIMON - Danièle SOMMELET - Jean-François STOLTZ - Michel STRICKER - Gilbert THIBAUT - Gérard VAILLANT - Paul VERT - Hervé VESPIGNANI - Colette VIDAILHET - Michel VIDAILHET - Jean-Pierre VILLEMOT - Michel WEBER

=====

PROFESSEURS ÉMÉRITES

Professeur Etienne ALIOT - Professeur Gérard BARROCHE – Professeur Pierre BEY –
Professeur Serge BRIANÇON - Professeur Jean-Pierre CRANCE - Professeur Gilbert FAURE –
Professeur Bernard FOLIGUET – Professeur Alain GERARD – Professeur Jean-Marie GILGENKRANTZ -
Professeure Simone GILGENKRANTZ - Professeur Gilles GROSDIDIER
Professeur Philippe HARTEMANN - Professeur Michèle KESSLER - Professeur François KOHLER -
Professeur Alain LE FAOU Professeur Jacques LECLERE - Professeur Yves MARTINET –
Professeur Patrick NETTER - Professeur Jean-Pierre NICOLAS
Professeur Luc PICARD - Professeur François PLENAT - Professeur Jean-François STOLTZ

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

(Disciplines du Conseil National des Universités)

42^{ème} Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{ère} sous-section : (*Anatomie*)

Professeur Marc BRAUN – Professeure Manuela PEREZ

2^{ème} sous-section : (*Histologie, embryologie et cytogénétique*)

Professeur Christo CHRISTOV

3^{ème} sous-section : (*Anatomie et cytologie pathologiques*)

Professeur Jean-Michel VIGNAUD – Professeur Guillaume GAUCHOTTE

43^{ème} Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE

1^{ère} sous-section : (*Biophysique et médecine nucléaire*)

Professeur Gilles KARCHER – Professeur Pierre-Yves MARIE – Professeur Pierre OLIVIER

2^{ème} sous-section : (*Radiologie et imagerie médicale*)

Professeur René ANXIONNAT - Professeur Alain BLUM - Professeur Serge BRACARD –
Professeur Michel CLAUDON - Professeure Valérie CROISÉ-LAURENT - Professeur Jacques FELBLINGER -
Professeur Pedro GONDIM TEIXEIRA

44^{ème} Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1^{ère} sous-section : (*Biochimie et biologie moléculaire*)

Professeur Jean-Louis GUEANT - Professeur Bernard NAMOUR - Professeur Jean-Luc OLIVIER

2^{ème} sous-section : (*Physiologie*)

Professeur Christian BEYAERT - Professeur Bruno CHENUÉL - Professeur François MARCHAL

4^{ème} sous-section : (*Nutrition*)

Professeur Didier QUILLIOT - Professeure Rosa-Maria RODRIGUEZ-GUEANT - Professeur Olivier ZIEGLER

45^{ème} Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1^{ère} sous-section : (*Bactériologie – virologie ; hygiène hospitalière*)

Professeur Alain LOZNIÉWSKI – Professeure Evelyne SCHVOERER

2^{ème} sous-section : (*Parasitologie et Mycologie*)

Professeure Marie MACHOUART

3^{ème} sous-section : (*Maladies infectieuses ; maladies tropicales*)

Professeur Thierry MAY - Professeure Céline PULCINI - Professeur Christian RABAUD

46^{ème} Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1^{ère} sous-section : (*Épidémiologie, économie de la santé et prévention*)

Professeure Nelly AGRINIER - Professeur Francis GUILLEMIN

3^{ème} sous-section : (*Médecine légale et droit de la santé*)

Professeur Henry COUDANE

4^{ème} sous-section : (*Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication*)

Professeure Eliane ALBUISSON - Professeur Nicolas JAY

47^{ème} Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

1^{ère} sous-section : (*Hématologie ; transfusion*)

Professeur Pierre FEUGIER

2^{ème} sous-section : (*Cancérologie ; radiothérapie*)

Professeur Thierry CONROY - Professeur François GUILLEMIN - Professeur Didier PEIFFERT –

Professeur Frédéric MARCHAL

3^{ème} sous-section : (*Immunologie*)

Professeur Marcelo DE CARVALHO-BITTENCOURT - Professeure Marie-Thérèse RUBIO

4^{ème} sous-section : (*Génétique*)

Professeur Philippe JONVEAUX - Professeur Bruno LEHEUP

48^{ème} Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE

1^{ère} sous-section : (Anesthésiologie-réanimation)

Professeur Gérard AUDIBERT - Professeur Hervé BOUAZIZ - Professeur Thomas FUCHS-BUDER
Professeure Marie-Reine LOSSER - Professeur Claude MEISTELMAN

2^{ème} sous-section : (Réanimation)

Professeur Pierre-Édouard BOLLAERT - Professeur Sébastien GIBOT - Professeur Bruno LÉVY

3^{ème} sous-section : (Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie)

Professeur Pierre GILLET - Professeur Jean-Yves JOUZEAU

4^{ème} sous-section : (Thérapeutique ; addictologie)

Professeur François PAILLE - Professeur Patrick ROSSIGNOL – Professeur Faiez ZANNAD

49^{ème} Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE, HANDICAP ET RÉÉDUCATION

1^{ère} sous-section : (Neurologie)

Professeur Marc DEBOUVERIE - Professeur Louis MAILLARD - Professeur Luc TAILLANDIER - Professeure Louise TYVAERT

2^{ème} sous-section : (Neurochirurgie)

Professeur Jean AUQUE - Professeur Thierry CIVIT - Professeure Sophie COLNAT-COULBOIS –
Professeur Olivier KLEIN

3^{ème} sous-section : (Psychiatrie d'adultes ; addictologie)

Professeur Jean-Pierre KAHN - Professeur Raymund SCHWAN

4^{ème} sous-section : (Pédopsychiatrie ; addictologie)

Professeur Bernard KABUTH

5^{ème} sous-section : (Médecine physique et de réadaptation)

Professeur Jean PAYSANT

50^{ème} Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE

1^{ère} sous-section : (Rhumatologie)

Professeure Isabelle CHARY-VALCKENAERE - Professeur Damien LOEUILLE

2^{ème} sous-section : (Chirurgie orthopédique et traumatologique)

Professeur Laurent GALOIS - Professeur Didier MAINARD - Professeur François SIRVEAUX

3^{ème} sous-section : (Dermato-vénéréologie)

Professeur Jean-Luc SCHMUTZ

4^{ème} sous-section : (Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie)

Professeur François DAP - Professeur Gilles DAUTEL - Professeur Etienne SIMON

51^{ème} Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE

1^{ère} sous-section : (Pneumologie ; addictologie)

Professeur Jean-François CHABOT - Professeur Ari CHAOUAT

2^{ème} sous-section : (Cardiologie)

Professeur Edoardo CAMENZIND - Professeur Christian de CHILLOU DE CHURET –

Professeur Yves JUILLIERE - Professeur Nicolas SADOUL

3^{ème} sous-section : (Chirurgie thoracique et cardiovasculaire)

Professeur Thierry FOLLIGUET - Professeur Juan-Pablo MAUREIRA

4^{ème} sous-section : (Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire)

Professeur Sergueï MALIKOV - Professeur Denis WAHL – Professeur Stéphane ZUILY

52^{ème} Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE

1^{ère} sous-section : (Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie)

Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI - Professeur Laurent PEYRIN-BIROULET

3^{ème} sous-section : (Néphrologie)

Professeur Luc FRIMAT - Professeure Dominique HESTIN

4^{ème} sous-section : (Urologie)

Professeur Pascal ESCHWEGE - Professeur Jacques HUBERT

53^{ème} Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE, CHIRURGIE GÉNÉRALE ET MÉDECINE GÉNÉRALE

1^{ère} sous-section : (Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie)

Professeur Athanase BENETOS - Professeur Jean-Dominique DE KORWIN - Professeure Gisèle KANNY

Professeure Christine PERRET-GUILLAUME – Professeur Roland JAUSSAUD – Professeure Laure JOLY

2^{ème} sous-section : (Chirurgie générale)

Professeur Ahmet AYAV - Professeur Laurent BRESLER - Professeur Laurent BRUNAUD

3^{ème} sous-section : (Médecine générale)

Professeur Jean-Marc BOIVIN – Professeur Paolo DI PATRIZIO

54^{ème} Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION

1^{ère} sous-section : (Pédiatrie)

Professeur Pascal CHASTAGNER - Professeur François FEILLET - Professeur Jean-Michel HASCOET
Professeur Emmanuel RAFFO - Professeur Cyril SCHWEITZER

2^{ème} sous-section : (Chirurgie infantile)

Professeur Pierre JOURNEAU - Professeur Jean-Louis LEMELLE

3^{ème} sous-section : (Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale)

Professeur Philippe JUDLIN - Professeur Olivier MOREL

4^{ème} sous-section : (Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale)

Professeur Bruno GUERCI - Professeur Marc KLEIN - Professeur Georges WERYHA

55^{ème} Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU

1^{ère} sous-section : (Oto-rhino-laryngologie)

Professeur Roger JANKOWSKI - Professeure Cécile PARIETTI-WINKLER

2^{ème} sous-section : (Ophtalmologie)

Professeure Karine ANGIOI - Professeur Jean-Paul BERROD

3^{ème} sous-section : (Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie)

Professeure Muriel BRIX

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

61^{ème} Section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL

Professeur Walter BLONDEL

64^{ème} Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Professeure Sandrine BOSCHI-MULLER - Professeur Pascal REBOUL

65^{ème} Section : BIOLOGIE CELLULAIRE

Professeure Céline HUSELSTEIN

=====

PROFESSEUR ASSOCIÉ DE MÉDECINE GÉNÉRALE

Professeur associé Sophie SIEGRIST

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

42^{ème} Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{ère} sous-section : (Anatomie)

Docteur Bruno GRIGNON

2^{ème} sous-section : (Histologie, embryologie et cytogénétique)

Docteure Chantal KOHLER

43^{ème} Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE

1^{ère} sous-section : (Biophysique et médecine nucléaire)

Docteur Antoine VERGER (stagiaire)

2^{ème} sous-section : (Radiologie et imagerie médicale)

Docteur Damien MANDRY

44^{ème} Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1^{ère} sous-section : (Biochimie et biologie moléculaire)

Docteure Shyue-Fang BATTAGLIA - Docteure Sophie FREMONT - Docteure Isabelle AIMONE-GASTIN

Docteure Catherine MALAPLATE-ARMAND - Docteur Marc MERTEN - Docteur Abderrahim OUSSALAH

2^{ème} sous-section : (Physiologie)

Docteure Silvia DEMOULIN-ALEXIKOVA - Docteur Mathias POUSSEL – Docteur Jacques JONAS (stagiaire)

3^{ème} sous-section : (Biologie Cellulaire)

Docteure Véronique DECOT-MAILLERET

45^{ème} Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1^{ère} sous-section : (*Bactériologie – Virologie ; hygiène hospitalière*)

Docteure Corentine ALAUZET - Docteure Hélène JEULIN - Docteure Véronique VENARD

2^{ème} sous-section : (*Parasitologie et mycologie*)

Docteure Anne DEBOURGOGNE

46^{ème} Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1^{ère} sous-section : (*Epidémiologie, économie de la santé et prévention*)

Docteur Cédric BAUMANN - Docteure Frédérique CLAUDOT - Docteur Alexis HAUTEMANIÈRE

2^{ème} sous-section (*Médecine et Santé au Travail*)

Docteure Isabelle THAON

3^{ème} sous-section (*Médecine légale et droit de la santé*)

Docteur Laurent MARTRILLE

47^{ème} Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

1^{ère} sous-section : (*Hématologie ; transfusion*)

Docteure Aurore PERROT – Docteur Julien BROSEUS

2^{ème} sous-section : (*Cancérologie ; radiothérapie*)

Docteure Lina BOLOTINE – Docteur Guillaume VOGIN

4^{ème} sous-section : (*Génétique*)

Docteure Céline BONNET

48^{ème} Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE

2^{ème} sous-section : (*Réanimation ; Médecine d'urgence*)

Docteur Antoine KIMMOUN

3^{ème} sous-section : (*Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie*)

Docteur Nicolas GAMBIER - Docteure Françoise LAPICQUE - Docteur Julien SCALA-BERTOLA

4^{ème} sous-section : (*Thérapeutique ; Médecine d'urgence ; addictologie*)

Docteur Nicolas GIRERD

50^{ème} Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE

1^{ère} sous-section : (*Rhumatologie*)

Docteure Anne-Christine RAT

3^{ème} sous-section : (*Dermato-vénéréologie*)

Docteure Anne-Claire BURSZTEJN

4^{ème} sous-section : (*Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie*)

Docteure Laetitia GOFFINET-PLEUTRET

51^{ème} Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE

3^{ème} sous-section : (*Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire*)

Docteur Fabrice VANHUYSE

52^{ème} Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE

1^{ère} sous-section : (*Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie*)

Docteur Jean-Baptiste CHEVAUX – Docteur Anthony LOPEZ (stagiaire)

53^{ème} Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE, CHIRURGIE GÉNÉRALE ET MÉDECINE GÉNÉRALE

2^{ème} sous-section : (*Chirurgie générale*)

Docteur Cyril PERRENOT (stagiaire)

3^{ème} sous-section : (*Médecine générale*)

Docteure Elisabeth STEYER

54^{ème} Section : DEVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION

5^{ème} sous-section : (*Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale*)

Docteure Isabelle KOSCINSKI

55^{ème} Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU

1^{ère} sous-section : (*Oto-Rhino-Laryngologie*)

Docteur Patrice GALLET

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES

5^{ème} Section : SCIENCES ÉCONOMIQUES

Monsieur Vincent LHUILLIER

7^{ème} Section : SCIENCES DU LANGAGE : LINGUISTIQUE ET PHONETIQUE GENERALES

Madame Christine DA SILVA-GENEST

19^{ème} Section : SOCIOLOGIE, DÉMOGRAPHIE

Madame Joëlle KIVITS

64^{ème} Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Madame Marie-Claire LANHERS - Monsieur Nick RAMALANJAONA

65^{ème} Section : BIOLOGIE CELLULAIRE

Madame Nathalie AUCHET - Madame Natalia DE ISLA-MARTINEZ - Monsieur Jean-Louis GELLY –
Madame Ketsia HESS Monsieur Christophe NEMOS

66^{ème} Section : PHYSIOLOGIE

Monsieur Nguyen TRAN

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE

Docteur Pascal BOUCHE – Docteur Olivier BOUCHY - Docteur Cédric BERBE - Docteur Jean-Michel MARTY

=====

DOCTEURS HONORIS CAUSA

Professeur Charles A. BERRY (1982)
Centre de Médecine Préventive, Houston (U.S.A)
Professeur Pierre-Marie GALETTI (1982)
Brown University, Providence (U.S.A)
Professeure Mildred T. STAHLMAN (1982)
Vanderbilt University, Nashville (U.S.A)
Professeur Théodore H. SCHIEBLER (1989)
Institut d'Anatomie de Würzburg (R.F.A)
Université de Pennsylvanie (U.S.A)
Professeur Mashaki KASHIWARA (1996)
*Research Institute for Mathematical Sciences de
Kyoto (JAPON)*

Professeure Maria DELIVORIA-
PAPADOPOULOS (1996)
Professeur Ralph GRÄSBECK (1996)
Université d'Helsinki (FINLANDE)
Professeur Duong Quang TRUNG (1997)
Université d'Hô Chi Minh-Ville (VIÊTNAM)
Professeur Daniel G. BICHET (2001)
Université de Montréal (Canada)
Professeur Marc LEVENSTON (2005)
Institute of Technology, Atlanta (USA)

Professeur Brian BURCHELL (2007)
Université de Dundee (Royaume-Uni)
Professeur Yunfeng ZHOU (2009)
Université de Wuhan (CHINE)
Professeur David ALPERS (2011)
Université de Washington (U.S.A)
Professeur Martin EXNER (2012)
Université de Bonn (ALLEMAGNE)

A notre Maître, et Président de thèse,

Monsieur le Professeur Pierre JOURNEAU

Professeur de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique

Vous nous avez fait l'honneur de nous confier ce travail et nous vous en remercions.

Votre rigueur et votre perfectionnisme sont pour nous des exemples.

Nous avons été séduits par l'étendue de vos connaissances, la justesse de vos diagnostics, la pertinence de vos indications, et par la précision de vos gestes opératoires.

Nous mesurons la chance d'avoir pu apprendre à vos côtés.

Que ce travail soit l'expression de notre plus grand respect.

A notre Maître et juge,

Monsieur le Professeur SIRVEAUX

Professeur de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites d'accepter de juger ce travail.

Vos compétences techniques ainsi que vos connaissances chirurgicales et médicales sont pour nous source d'admiration.

Nous avons été séduits par vos qualités humaines et par votre sens pédagogique.

Nous mesurons la chance de pouvoir continuer à apprendre à vos côtés, et nous espérons nous montrer dignes de la confiance que vous nous accordez.

A notre Maître et juge,

Monsieur le Professeur GALOIS

Professeur de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites d'accepter de juger ce travail.

Nous avons été séduits par vos qualités pédagogiques et l'étendue de vos connaissances.

Nous mesurons la chance de pouvoir continuer à travailler à vos côtés.

Que ce travail soit l'expression de notre plus grand respect.

A notre Maître et juge,

Monsieur le Docteur TASSIN

Docteur en Chirurgie Orthopédique et Traumatologique

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites d'accepter de juger ce travail.

Nous avons été séduits par votre implication pour les malades, vos compétences chirurgicales et votre sens pédagogique.

C'est pour nous un grand plaisir de vous compter parmi nos juges.

A notre Maître et juge,

Madame de Docteur POLIRSZTOK

Docteur en Chirurgie Orthopédique et Traumatologique

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites d'accepter de juger ce travail.

Nous vous sommes très reconnaissants d'avoir accepté de juger cette thèse.

Nous vous remercions de l'attention que vous nous avez consacrée.

A nos Maîtres d'internat, Praticiens hospitaliers et Chef de Cliniques :

Qui ont contribué à notre formation

Monsieur le Professeur SIRVEAUX
Monsieur le Professeur JOURNEAU
Monsieur le Professeur MOLE
Monsieur le Professeur GALOIS
Monsieur le Professeur MAINARD
Monsieur le Professeur COUDANE
Monsieur le Professeur GROSDIDIER
Monsieur le Professeur DELAGOUTTE

Monsieur le Docteur ROCHE
Monsieur le Docteur BLANQUART
Madame le Docteur BEVILACQUA
Monsieur le Docteur YVROUD
Monsieur le Docteur JACQUOT
Madame le Docteur BARLA
Monsieur le Docteur ZAHARIA
Monsieur le Docteur GOETZMANN
Monsieur le Docteur BOUDARD
Monsieur le Docteur POLIRZSTOK
Monsieur le Docteur BARBARY
Monsieur le Docteur PENETRAT
Monsieur le Docteur BERRICHI
Monsieur le Docteur CAREMIER
Monsieur le Docteur TURELL
Monsieur le Docteur PITON
Monsieur le Docteur PHILIPPE
Monsieur le Docteur LEYDER
Monsieur le Docteur ANDRE
Monsieur le Docteur BLOCK
Monsieur le Docteur MAYER

Monsieur le Docteur IRRAZI
Monsieur le Docteur MILIN
Monsieur le Docteur CHASTEL
Monsieur le Docteur BARTHEL
Monsieur le Docteur GERVAIS
Monsieur le Docteur LARCHET
Monsieur le Docteur BOULLAND
Monsieur le Docteur DUSSEAU
Monsieur le Docteur LEGNAME
Madame le Docteur ASLAN
Madame le Docteur MULLER
Madame le Docteur GOFFINET
Madame le Docteur MEZZINE
Monsieur le Docteur CHATELIN
Monsieur le Docteur REYNIER
Monsieur le Docteur AMARIUTEI
Monsieur le Docteur LAURAIN
Monsieur le Docteur PILLOY
Monsieur le Docteur REIBEL
Monsieur le Docteur TORTUYAUX
Monsieur le Docteur RAHALI
Monsieur le Docteur ALRAIS

A mes co-internes dont certains sont devenus Chef de Clinique

François EGRISE

Paul WALBRON

Stéphane JULLION

Benjamin AISENE

Hubert SESMAT

Nicolas BAUDRIER

Quentin DUMOULIN

Bertrand GAVANIER

Faycal HOUFANI

Jauffrey PAROT

Camille BAUER

Maxime LEFEVRE

Camille FABBRI

Arthur SCHMITZ

Andréa FERNANDEZ

Victor RAY

Jean HENNEQUIN

Bérangère LAMON

Anne-Charlotte SEAOURT

Aude LOZANO

Florent GALLIOT

Guillaume BILGER

Elise BERNARD

Jean-Charles ROCHEFORT

Baptiste MARCON

Cyrille BUISSET

Mathilde PRIETO

Mehdi ROUZELANE

Mathias KIRSH

Yoan-Kim DE ALMEIDA

Jonathan GRANERO

Dominique BARBIER

Claire MULLER

A toute l'équipe du bloc de l'hôpital Central

Francine, Fred, Laura, Virginie, Sabine, Perrine, Djemila, Charlotte, Sandra

A toute l'équipe du bloc CCEG, dont nombreux sont partis

Marjorie, Anne, Julie, Marie, Mickael, Denis, Patricia, François, Dom, Manu, Olivier, Dorice, Emilie, Stéphane, Annick, Isabelle, Catherine, Alice, Nico, et George pour aller à la muscule

A toutes les équipes paramédicales avec qui j'ai pu travailler

Aux kinésithérapeutes, manipulateurs radio, infirmières d'étage, infirmières de bloc, infirmière de consultation, aides-soignantes, ASH

A toutes les secrétaires

En particulier Michelle et Christelle

Et à tous ceux que j'oublie...

A ma très chère et tendre compagne, Fatima.

Tu as toujours été de bon conseil et tu as su m'accompagner dans ce travail avec une grande patience et un soutien immense. Je t'en remercie.

A la chance que nous avons de nous être rencontrés.

A la chance que nous avons de vivre ensemble.

A notre avenir.

A mes parents, Marie et Jean-Luc.

Je vous remercie pour l'éducation et tout l'amour que vous avez su me donner.

Je vous remercie pour le soutien que vous nous avez toujours apporté.

Sans votre bienveillance, je ne serais peut-être pas ici.

Je vous souhaite du bonheur.

Je vous souhaite une longue vie, en bonne santé.

A mes grands-parents.

A mes grands-pères, Marcel et Julien, vous resterez à jamais des symboles d'humanité. Vous avez su me porter bonheur pendant ma première année de médecine.

Vous nous manquez.

A mes grands-mères, Juliette et Monique. Ne changez rien, continuez.

A mon filleul, Marceau, la grande star 2018.

A ses parents :

A ma petite sœur, Laura.

Et à Anthony.

A mon petit frère, Louis.

Et à Hyunji.

A ma marraine, Marie-Paule.

Et à David.

A mon parrain, Gérard.

Et à Armelle.

A tous les membres de ma famille.

Je dédie cette thèse.

SERMENT

« Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité. Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux. Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité. J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me sont confiés. Reçue à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs. Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité. Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque ».

Table des matières

I.	Présentation du sujet	24
A.	Epidémiologie	24
B.	Anatomie du radius proximal chez l'enfant	24
C.	Types lésionnels, classifications	25
1.	Les deux types lésionnels de Jeffery	25
2.	Les cinq types lésionnels de Newman	27
3.	Classification d'O'Brien	31
4.	Classification de Steele et Graham	32
5.	Classification de Judet modifiée par Métaizeau	34
D.	Traitements	35
1.	Traitement orthopédique	35
2.	Réduction par manœuvres externes	36
3.	Traitements chirurgicaux	40
E.	Complications	47
1.	Nécrose de la tête radiale	47
2.	Pseudarthrose	47
3.	Ossifications hétérotopiques	48
4.	Synostose radio ulnaire proximale	49
5.	Epiphysiodèse radiale proximale	50
6.	Elargissement de la tête radiale	51
7.	Infection	51
8.	Lésions neurologiques	51
F.	Facteurs pronostics	52
1.	Age	52
2.	Lésion(s) associée(s)	52

3.	Stade initial de déplacement	52
4.	Type de fracture	52
5.	Délai de prise en charge.....	53
6.	Type de traitement.....	53
G.	Indications	53
II.	Article	56
A.	Introduction.....	56
B.	Matériel et méthode.....	57
1.	Patients	57
2.	Méthode	59
3.	Analyse statistique.....	61
C.	Résultats	61
1.	Résultats cliniques.....	61
2.	Résultats radiographiques	62
3.	Corrélations radio cliniques	62
4.	Analyse des facteurs pronostics.....	63
D.	Discussion	69
1.	Résultats cliniques.....	69
2.	Complications.....	70
3.	Facteurs pronostics	71
4.	Limites et points forts de l'étude	74
E.	Conclusions et perspectives	74
III.	Annexes.....	76
IV.	Bibliographies	81

I. Présentation du sujet

A. Epidémiologie

Les fractures du col du radius représentent 1% des fractures, et entre 5 et 20% des fractures du coude chez l'enfant [1–5].

Elles sont plus fréquemment rencontrées chez les enfants âgés de 8 à 11 ans, mais peuvent être présentes dès l'âge de 2 ans et jusqu'à 16 ans [2].

Le sexe ratio est de 1:1, les filles sont généralement plus jeunes au moment de la fracture [2].

Le côté droit est autant atteint que le côté gauche [2]

L'étude épidémiologique de Landin et al publiée en 1986 [4] a recensé 86 fractures du col du radius pour 589 fractures du coude, soit 14% des fractures du coude.

La plus grosse série de la littérature est celle de De Mattos et al [1] qui rapportent entre 1999 et 2012, 756 fractures du col radial pour 7635 fractures du coude, soit 9,9%. 656 ont eu un traitement non chirurgical (87%) et 100 un traitement chirurgical (13%).

L'incidence des fractures du coude étant de 12/10000 [4], si on considère les chiffres de De Mattos, avec 11 595 018 sujets âgés de 2 à 16 ans au 1^{er} janvier 2018 en France [6], il y aurait 1377 fractures du col du radius en France en 2018, dont 179 seraient opérées.

B. Anatomie du radius proximal chez l'enfant

A 9 semaines de développement, l'embryon humain mesure 30 mm. A cette date sont définis la tête et le col du radius, ainsi que l'incisure radiale de l'ulna [7].

A la naissance les épiphyses du coude sont entièrement cartilagineuses et aucun point d'ossification secondaire n'est visible. Le point d'ossification de la tête du radius apparait à l'âge de 4 ou 5 ans chez la fille et à 5 ou 6 ans chez le garçon [8,9].

A 4 ans, la concavité de la surface articulaire de la tête radiale est identique à celle d'un coude adulte, c'est la hauteur et la proportion de cartilage qui change ; ceci explique que la physiopathologie et le pronostic des fractures de l'extrémité supérieure du radius sont complètement différents chez l'enfant et chez l'adulte [7].

Globalement la croissance du radius s'effectue à 80% au niveau de la plaque de croissance distale. A l'âge de 5 ans, la plaque de croissance distale représente 85% de la croissance totale et atteint 90% à l'âge de 8 ans. La croissance de l'ulna s'effectue à 85% au niveau de la plaque de croissance distale, la croissance de l'humérus à 80% au niveau de la plaque de croissance proximale [8].

La vascularisation de l'épiphyse radiale proximale s'effectue par des vaisseaux qui pénètrent dans le périoste au niveau du col du radius [7,10].

C. Types lésionnels, classifications

1. Les deux types lésionnels de Jeffery

En 1950 Jeffery et al [11] publient une étude menée à Birmingham en Angleterre dont le matériel incluait 24 enfants qui présentaient une fracture du col radial dont l'angulation initiale était supérieure à 30 degrés. Ils décrivent deux types lésionnels :

a) Type Jeffery I

Ce type lésionnel concernait 22 enfants (92%) du matériel de l'étude de Jeffery [11]. Le mécanisme décrit est une chute sur la main, coude en extension et en valgus. Une force de compression venant du capitulum de l'humérus vient s'exercer sur la partie latérale de la tête radiale entraînant une fracture au niveau du col du radius avec bascule latérale de l'épiphyse. Par ce même mécanisme peuvent être

associé(s) une fracture de l'épicondyle médial, une lésion du ligament collatéral médial et/ou une fracture de l'olécrane (Figure 1).

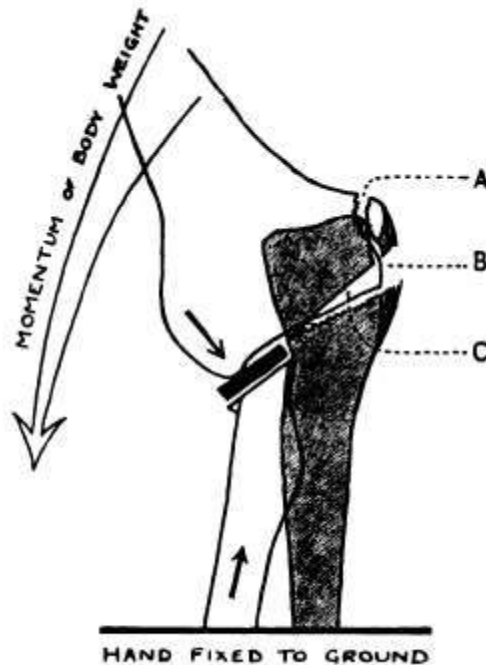


Figure 1 [11] : Mécanisme lésionnel du type Jeffery I

A : Epicondyle médial, B : Ligament collatéral médial, C : Olécrane

b) Type Jeffery II

Il concernait 2 enfants (8%) de l'étude de Jeffery [11]. Le mécanisme lésionnel décrit est une chute sur la main avec subluxation postérieure du coude. La tête radiale se trouve d'abord luxée en arrière de l'humérus. Lorsque le coude se réduit, la tête vient se heurter à l'humérus, provoquant une fracture du col du radius avec bascule postérieure de l'épiphyse qui va rester luxée en arrière (Figure 2).



Figure 2 : Mécanisme lésionnel du type Jeffery II [11]

2. Les cinq types lésionnels de Newman

En 1977, Newman et al [12] publient une étude qui comprend 48 enfants présentant une fracture du col du radius, les auteurs décrivent 5 types lésionnels différents observés dans leur cohorte :

a) Type 1 de Newman

Il correspond exactement au type 1 décrit par Jeffery [11]. Il s'agit du type le plus fréquent en représentant 38 patients de l'étude (79%). 11 d'entre eux (29%) ont une lésion associée, avec 5 fractures de l'olécrane, 4 fractures de l'épicondyle médial et 2 lésions du ligament collatéral médial. (Figure 3)

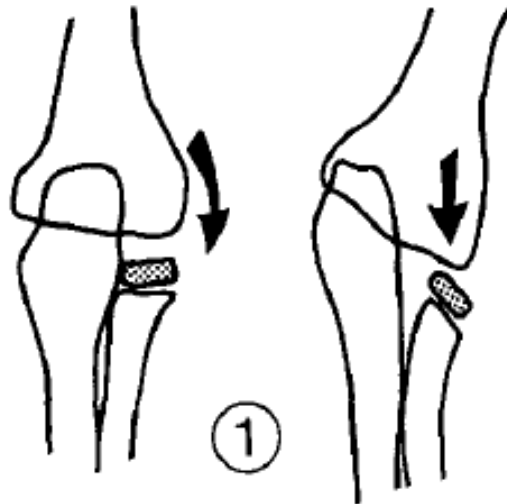


Figure 3 : Type 1 de Newman [12]

b) Type 2 de Newman

Il s'agit du type 2 de Jeffery [11] et correspond à 2 enfants (4%) de l'étude de Newman et al [12]. (Figure 4)

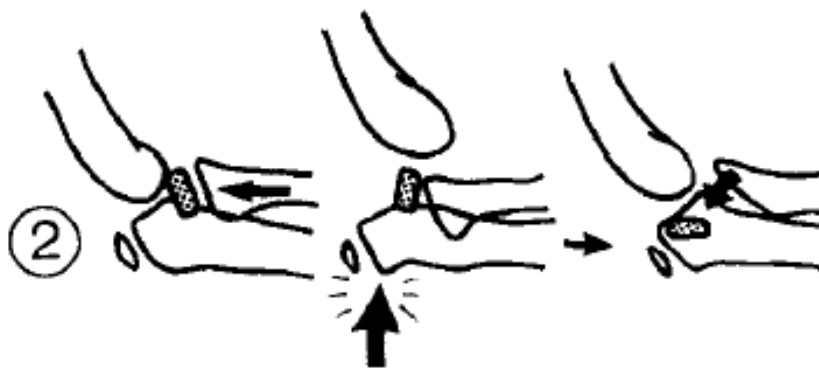


Figure 4 : Type 2 de Newman [12]

c) Type 3 de Newman

Il correspond à un déplacement antérieur de la tête radiale associé à une luxation postérieure du coude. Lorsque l'ulna vient se luxer en arrière, la tête radiale reste coincée en avant et se heurte à la partie antérieure et distale de l'humérus, entraînant une fracture du col radial avec bascule de l'épiphyse vers l'avant. (Figure 5)

Ce type de lésion serait assez fréquent, il est retrouvé chez 6 patients (12,5%) de l'étude de Newman [12].



Figure 5 : Type 3 de Newman [12]

d) Type 4 de Newman

Il est le résultat d'un traumatisme avec contrainte en cisaillement au niveau du coude. Il existe une fracture de l'olécrane et une fracture du col du radius. Les traits de fractures sont horizontaux, le déplacement est une translation médiale pure sans angulation (Figure 6).

Il faut le distinguer d'un type 1 associé à une fracture de l'olécrane, où il y a une contrainte en valgus et une bascule latérale de l'épiphyse radiale proximale.

Ce type lésionnel est retrouvé chez 1 patient (2%) de l'étude de Newman [12].

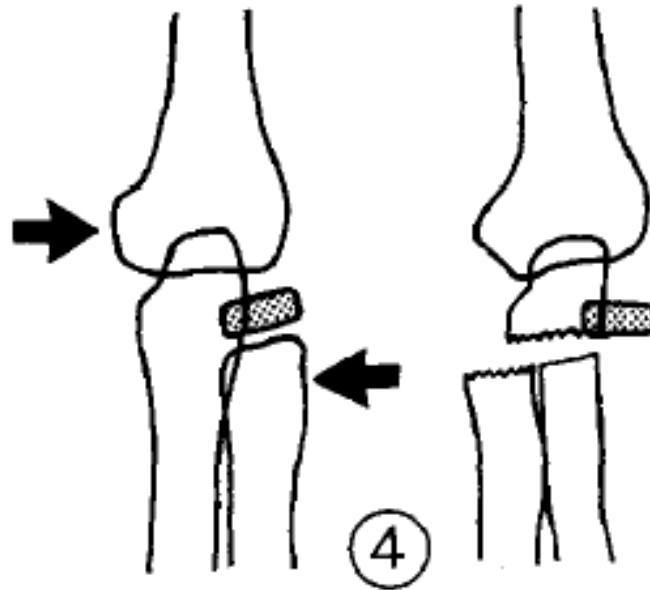


Figure 6 :Type 4 de Newman [12]

e) Type 5 de Newman

Il correspond à une fracture du col du radius associée à une fracture diaphysaire des deux os de l'avant bras et à une luxation antérieure du radius. Il semblerait que la fracture du col du radius soit survenue après la fracture des deux os de l'avant-bras, le fragment proximal du radius aurait été refoulé vers le haut sur l'humérus, entraînant la fracture du col du radius. (Figure 7)

Ce type de lésion est rare, et correspond à un seul patient (2%) de la cohorte de Newman [12].

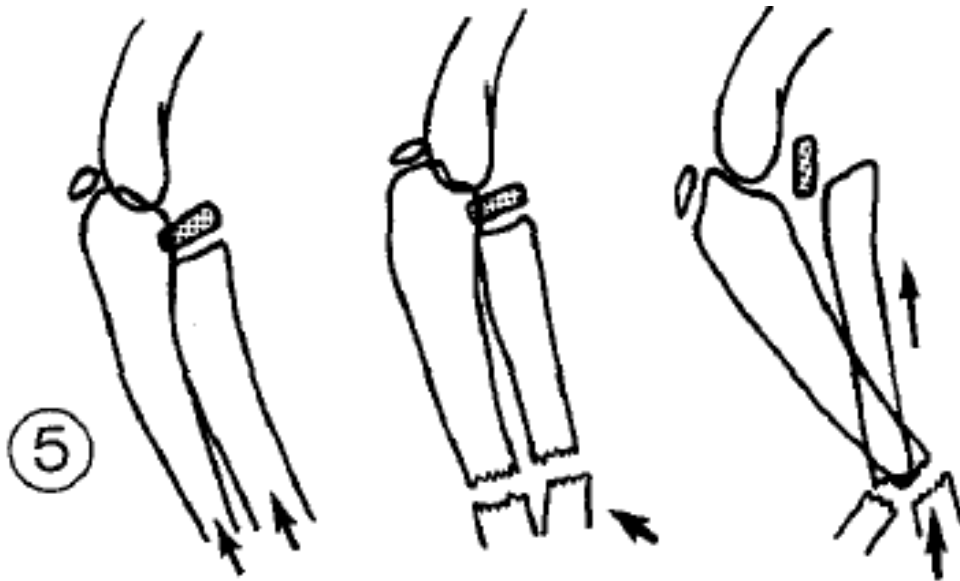


Figure 7 : Type 5 de Newman [12]

3. Classification d'O'Brien

Cette classification a été décrite en 1965 par O'Brien et Al [7]. Elle est basée sur l'angle de déplacement entre la surface articulaire de la tête du radius et l'axe de la diaphyse.

Il existe 3 stades de déplacement :

Le stade I correspond à une angulation de 0 à 30°.

Le stade II à une angulation de 30 à 60°.

Et le stade III à une angulation supérieure à 60°. (Figure 8)

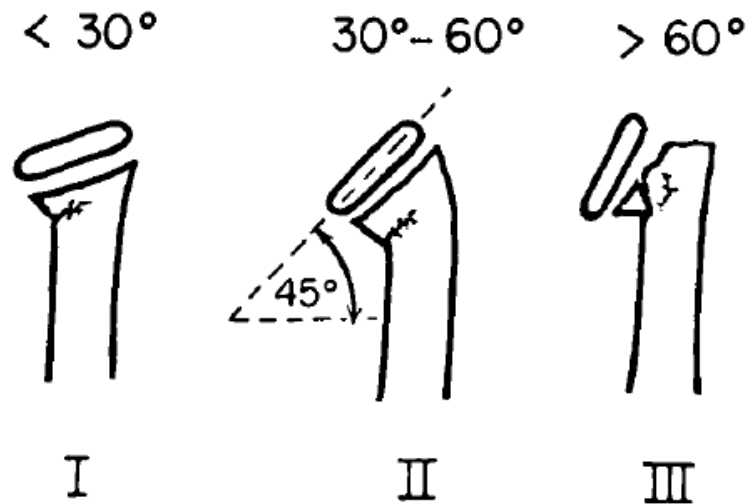


Figure 8 : Classification d'O'Brien [7] : Stade I, Stade II, Stade III

4. Classification de Steele et Graham

Cette classification a été décrite par Steele et Graham en 1992 [13]. Comme la classification d'O'Brien [7], elle mesure l'angle entre la ligne perpendiculaire à la surface articulaire de la tête radiale, et l'axe diaphysaire du radius.

Les auteurs expliquent qu'il n'est pas toujours évident de mesurer cet angle, car souvent dans un contexte traumatique, les radiographies ne sont pas toujours réalisées de face stricte. Ils ont donc mesuré également le déplacement, qui correspond au pourcentage de largeur métaphysaire inoccupée, par rapport à la largeur métaphysaire totale au niveau du foyer de fracture.

4 stades ont été établis (Figure 9, Figure 10) :

Stade I : déplacement de 0 à 10%, angulation de 0 à 30°

Stade II : déplacement de 11 à 50%, angulation de 31 à 60°

Stade III : déplacement de 51 à 90%, angulation de 61 à 90°

Stade IV : déplacement > 90%, angulation > 90°

Grade	Displacement (per cent)	Angulation (degrees)	Number
I	0 to 10	0 to 30	0
II	11 to 50	31 to 60	19
III	51 to 90	61 to 90	14
IV	> 90	> 90	3

Figure 9 : Classification de Steele et Graham [13]

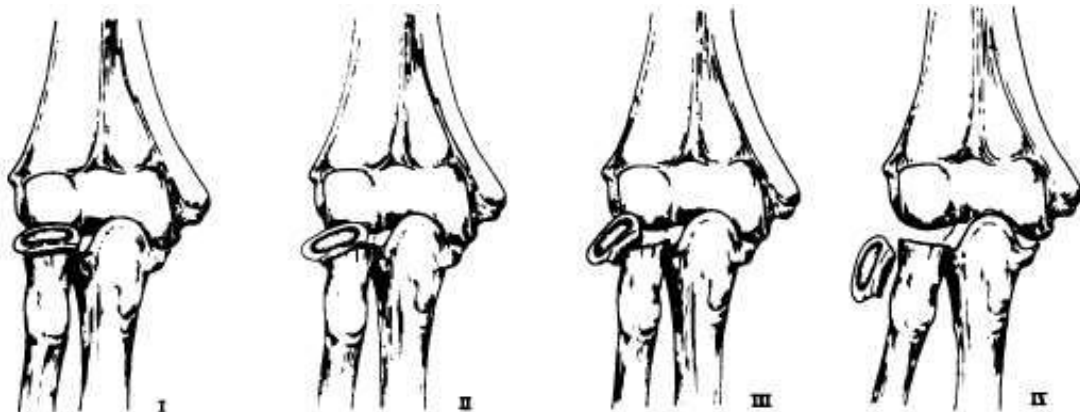


Figure 10 : Illustration de la classification de Steele et Graham [13]

5. Classification de Judet modifiée par Métaizeau

Décrite par Judet en 1962 [14], elle est basée sur la bascule de l'épiphyse radiale et correspond à un angle.

L'angle est mesuré entre la ligne qui représente la surface articulaire et l'horizontale (Figure 11).

Il existe 4 stades :

Stade I: Simple translation, angle 0°

Stade II: angle compris entre 0 et 30°

Stade III : angle compris entre 30 et 60°

Stade IV : angle supérieur à 60°

En 1993, Métaizeau [15] modifie la classification de Judet [14] simplement en séparant les stades IV en 2 sous-groupes :

Stade IV a : angle compris entre 60 et 80°

Stade IV b : angle supérieur à 80°

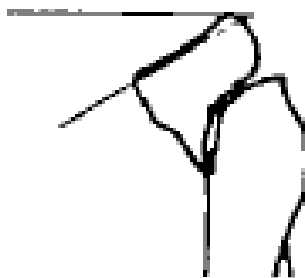


Figure 11 : Mesure de la bascule épiphysaire dans la classification de Judet modifiée par Métaizeau [15]

D. Traitements

1. Traitement orthopédique

Le coude est immobilisé dans un plâtre de Paris moulé brachio-palmaire pendant 3 à 4 semaines. L'avant-bras est en position neutre. (Figure 12)

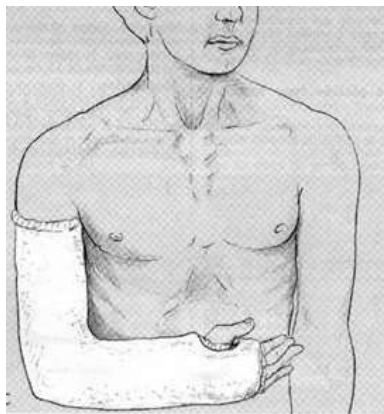


Figure 12 :

L'indication dépend du degré de déplacement initial. La plupart des auteurs recommandent ce traitement pour les fractures dont l'angle de déplacement initial est inférieur à 30° [2,7,13,16,17]. Jones et al [18] retiennent le traitement orthopédique seulement pour les déplacements inférieurs à 15°, Tan et al [19] pour les déplacements inférieurs à 45°.

2. Réduction par manœuvres externes

a) Technique de Jeffery

Décrite par Jeffery en 1950, indiquée pour les fractures de type Jeffery I [11].

Le coude est en extension et contraint en varus afin d'ouvrir le compartiment huméro-radial. Il faut trouver le degré de pronosupination pour lequel la tête radiale se trouve directement entre le muscle anconé et les muscles extenseur. La fracture est réduite par pression digitale de l'opérateur. (Figure 13)

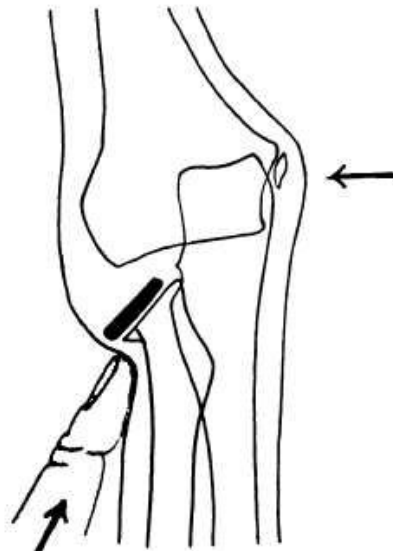


Figure 13 [11] :

b) Technique de Kaufman

Elle est décrite par Kaufman et al en 1989 [20] :

Le coude est porté à 90° de flexion et mis en position de supination maximale. Le pouce de l'opérateur vient se placer à la partie antérolatérale de l'emplacement normal de la tête radiale et exerce une pression sur la tête radiale pendant que l'avant-bras est porté progressivement en pronation. (Figure 14)



Figure 14 [20] :

c) Technique de Neher :

Cette technique a été décrite par Neher et al en 2003 [21]. Le coude est en extension. Sous contrôle fluoroscopique, on cherche la position en pronosupination dans laquelle la tête radiale paraît la plus basculée, elle apparaît alors rectangulaire (Figure 15). L'opérateur exerce ensuite une pression digitale sur la tête coude en extension et en varus forcé. (Figure 16)



Figure 15 [21]:

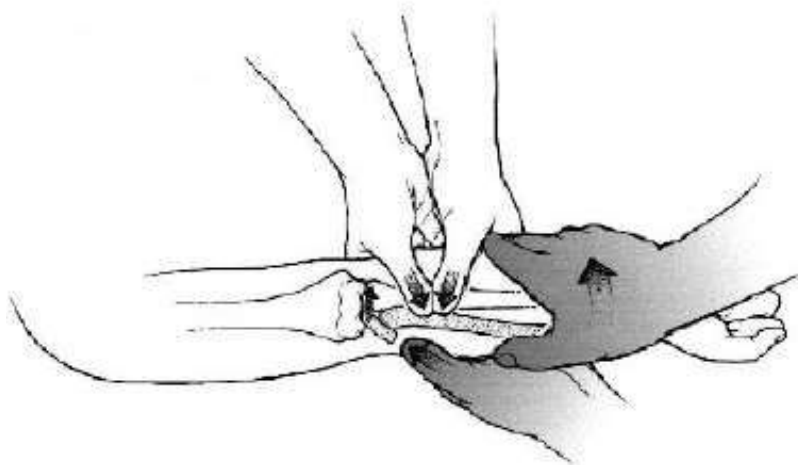


Figure 16 [21] :

d) Technique de Monson :

Cette manœuvre de réduction a été décrite par Monson et al en 2009 [22] :

Sous contrôle fluoroscopique, le coude est placé en supination maximale à 90° de flexion. La tête radiale étant basculée latéralement, le fait de porter l'avant-bras en supination maximale va amener l'apex de la diaphyse du radius en avant de la tête radiale. L'opérateur va exercer une pression sur la diaphyse du radius vers l'arrière et réduit ainsi la fracture (Figure 17).

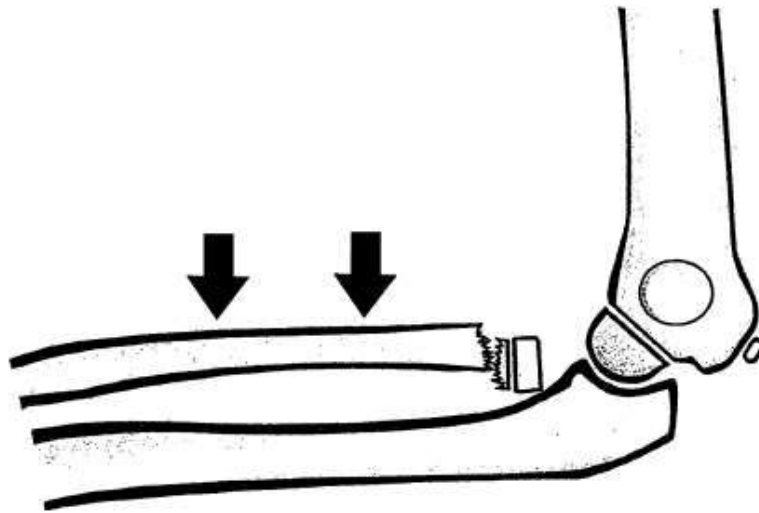


Figure 17 [22] :

3. Traitements chirurgicaux

a) Traction

Ce traitement a été utilisé chez 4 patients dans l'étude de Henrikson et al en 1969 [3]. Nous n'avons pas retrouvé d'autres cas dans la littérature. Ce traitement n'est pas recommandé.

b) Excision de la tête radiale

Un cas d'excision de la tête radiale est décrit par Jeffery en 1950 chez un enfant qui présente une fracture type Jeffery I [11]. A long terme le radius est subluxé en avant avec présence d'ossifications. Cet enfant présentait une restriction des amplitudes articulaire importante.

c) Réduction à ciel ouvert sans ostéosynthèse

La fracture est abordée latéralement dans l'intervalle entre le muscle anconé et le muscle extenseur ulnaire du carpe, avant-bras en pronation pour éviter une lésion du nerf interosseux postérieur. Une fois la fracture réduite, la réparation capsulaire et ligamentaire permet habituellement le maintien d'une bonne stabilité. Le membre est ensuite immobilisé dans un plâtre coude à 90° avec 45° de pronation pendant 4 semaines [23]. Ce traitement existe depuis plus de 60 ans et il est actuellement encore utilisé. Le plus souvent il s'agit d'un traitement de deuxième intention après échec d'une réduction par manœuvre externe ou percutanée dans les fractures les plus déplacées [11,12,18,23].

d) Brochage trans-capitulum

Après réduction à ciel ouvert, une broche de Kirschner d'arthrorise huméro-radiale, coude en flexion est mise en place pendant 4 semaines (Figure 18). Ce moyen d'ostéosynthèse a été abandonné dans les années 80 et n'est plus recommandé [2,7,12,16,24].

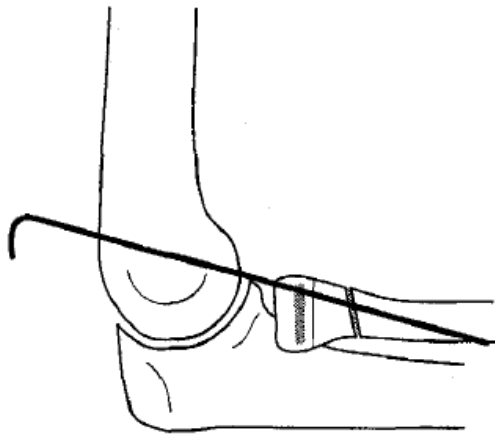


Figure 18 : [2]

e) Embrochage à ciel ouvert

La voie d'abord est identique à celle utilisée dans les réductions à ciel ouvert sans ostéosynthèse. Une fois la fracture réduite, une ou deux broches de Kirschner vont être introduite(s) dans la tête radiale en zone extra articulaire jusque dans la métaphyse radiale proximale (Figure 19). Le coude est immobilisé à 90° dans un plâtre. Les broches sont retirées à 3 semaines post-opératoires [25]. Dans une étude des broches résorbables ont même été utilisées [26]. Ce traitement assez agressif est utilisé depuis plus de 60 ans et toujours d'actualité, le plus souvent après échec d'une réduction à foyer fermée dans les fractures les plus déplacées [7,12,16,24,27,28].



Figure 19 [25] :

f) Réduction par instrument levier percutané

Cette technique est décrite d'abord par Steele et al en 1992 qui utilisent une broche de Kirschner [13] (Figure 20), puis en 1993 par Bernstein et al qui utilisent un clou de Steinmein [29]. L'anatomie du nerf interosseux postérieur et de l'arcade de Frohse doit être connue afin d'éviter une lésion neurologique possible [13,25,29]. En percutané, sous contrôle fluoroscopique, la broche ou le clou Steinman est introduit dans le foyer de fracture, la réduction se fait alors par une manœuvre de levier. L'instrument peut aussi être appliqué sur la tête radiale et s'utilise alors comme un Joystick. Une combinaison de ces deux manœuvres en simultanée est possible. Aucune ostéosynthèse n'est effectuée. Une amplitude complète en pronosupination est un critère de bonne réduction. Le coude est ensuite immobilisé à 90° dans un plâtre en rotation neutre pendant 3 à 6 semaines [13,29]. Les résultats obtenus sont plutôt bons [13,29,30]. Dans la série de Steele et al [13], 94% des 36 patients ont un bon ou un excellent résultat. Dans l'étude de Basmajian, ces patients ont des meilleurs résultats que ceux qui ont eu une réduction à ciel ouvert [31]. Dans la cohorte de Bernstein [29], la perte moyenne en supination est de 10,4°, 14,2° en pronation.

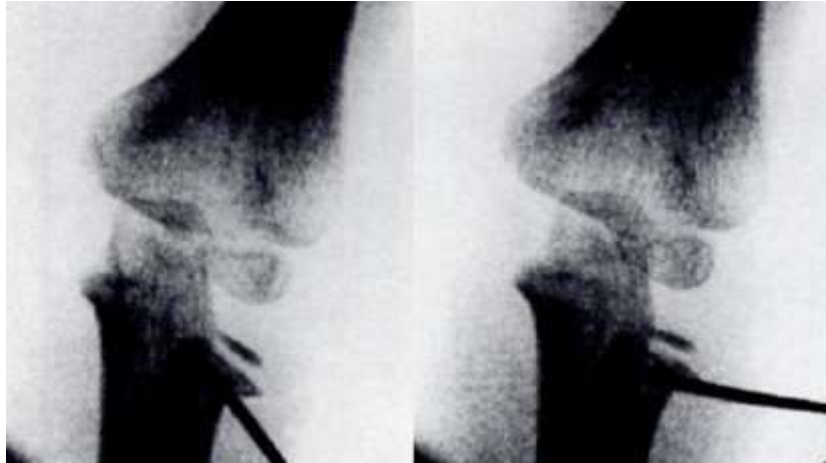


Figure 20 : Technique décrite par Steele [13]

g) Brochage percutané

La réduction s'effectue par manœuvres externes et/ou grâce à un instrument levier en percutanée sous contrôle fluoroscopique. Une broche de Kirschner est ensuite introduite dans la peau en position postérieure et latérale par rapport à la tête radiale (Figure 21), puis est poussée au travers du foyer de fracture vers le bas et en dedans (Figure 22). La broche est laissée extériorisée à la peau, puis un plâtre est mis en place pendant 2 à 3 semaines, la broche et le plâtre sont retirés à ce délai [30,32]. Dans l'étude de Futami [30], 10 enfants avec 10 résultats excellents. Dans la série de Biyani [32], 5 des 8 patients ont une limitation de 5 à 15° en pronosupination.

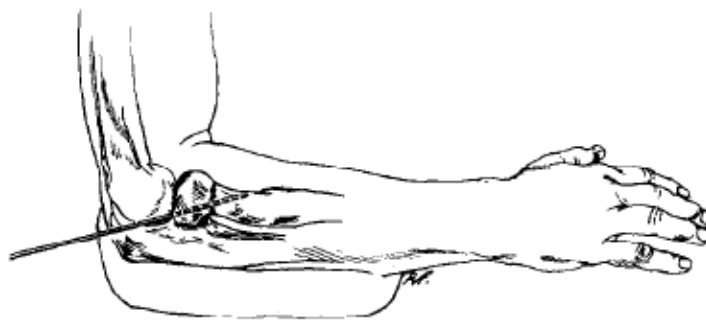


Figure 21 [32]:



Figure 22 [32] :

Une variante consiste à utiliser la broche d'ostéosynthèse comme un levier de réduction : sous contrôle fluoroscopique et parfois arthrographique [33], la broche est introduite au niveau de la peau distalement par rapport à la fracture. Elle est ensuite poussée vers le haut en dedans jusqu'au niveau du foyer de fracture. Comme dans la technique de Kapanji [34], elle est utilisée comme un levier pour réduire la bascule latérale de la tête puis sera tirée vers le bas en dedans (Figure 23, Figure 24). Elle est laissée extériorisée de la peau avec un plâtre pendant 4 à 6 semaines, la broche et le plâtre sont retirés à ce délai [35–37]. Dans la littérature, 3 études montrent des résultats bons ou excellents [35–37].

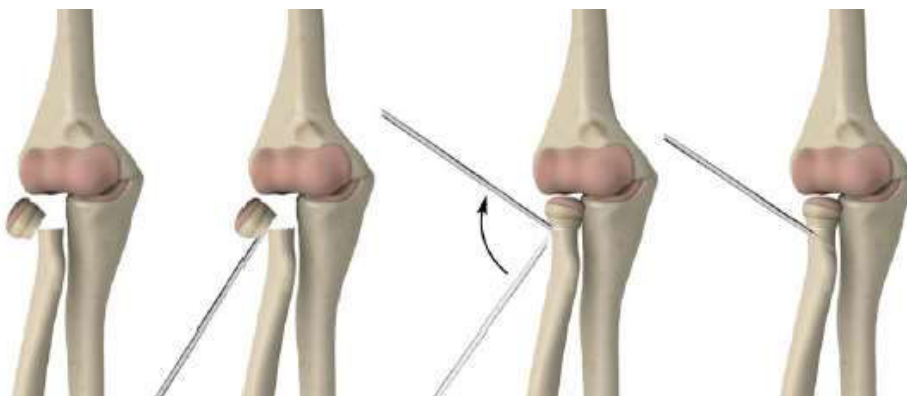


Figure 23 [35] :



Figure 24 [35] :

h) Embrochage centromédullaire selon Métaizeau

Cette technique de réduction percutanée a été décrite par Métaizeau et al en 1993 [15] (Figure 25) :

Sous anesthésie générale, le membre supérieur est installé sur une table à bras et champé dans sa totalité avec un amplificateur de brillance. Une incision cutanée latérale de 1 à 2 cm est réalisée à la jonction métaphyso-diaphysaire distale du radius, au-dessus du cartilage de croissance. Les tissus sous cutané sont discisés et écartés, avec notamment la branche sensitive du nerf radiale. Une corticotomie du radius est réalisé à l'aide d'une pointe carrée. Une broche de Kirschner de 1,2 à 2mm de diamètre (selon l'âge de l'enfant), dont l'extrémité supérieure est pointue et béquillée est montée dans la médullaire du radius jusqu'au foyer de fracture. L'épiphyse proximale du radius est poinçonnée par la broche centromédullaire. La rotation distale de la broche permet de réduire l'épiphyse sur le col du radius. Lorsque la réduction n'est pas satisfaisante ou impossible, une réduction par manœuvre externe et/ou une réduction par instrument levier percutané peut être réalisée [15,38–41]. Une deuxième broche centromédullaire peut être également introduite pour compléter la réduction en cas de bascule persistante de l'épiphyse.

Une seule broche est laissée en place pour l'ostéosynthèse, elle est coupée à ras de l'os en distal. Un plâtre brachio palmaire est laissé pendant 2 à 3 semaines. La broche centromédullaire est retirée à 8 semaines au bloc opératoire.

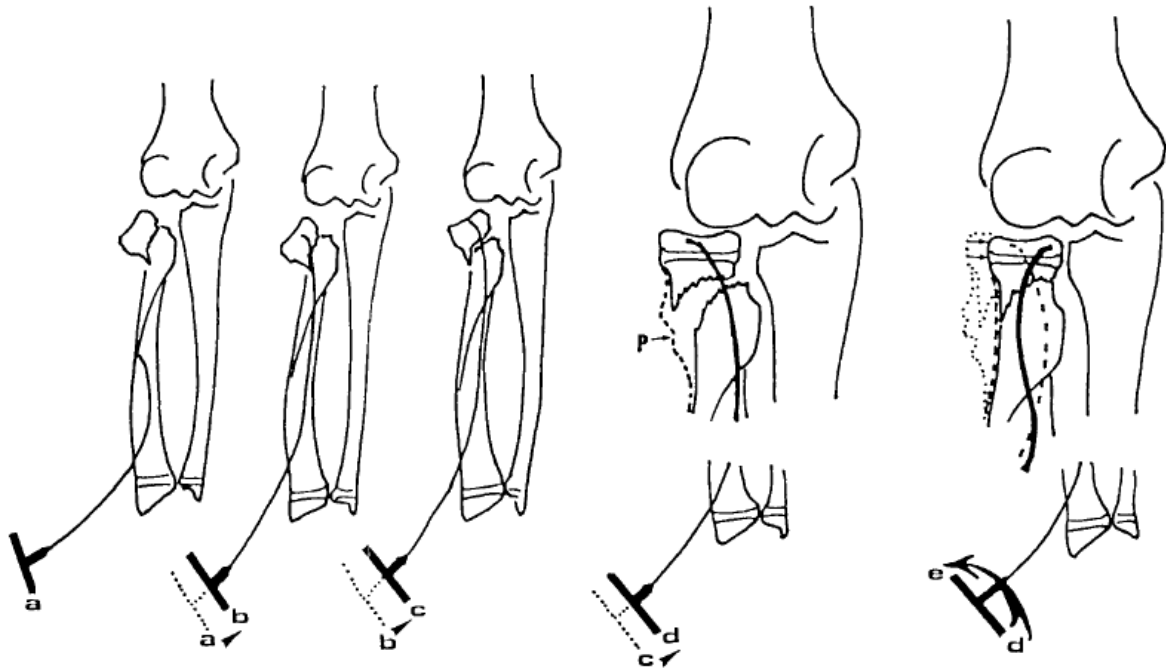


Figure 25 [15] :

La technique de Métaizeau représente aujourd'hui le traitement gold standard des fractures du col du radius lorsqu'une réduction percutanée avec ostéosynthèse est indiquée. Elle donne de très bons résultats, et a fait l'objet de nombreuses études [5,15,38–53].

E. Complications

1. Nécrose de la tête radiale

Elles sont liées à l'interruption de l'apport vasculaire au niveau du périoste. L'aspect radiologique montre une tête radiale remaniée (Figure 26). Elles sont fréquentes dans les fractures où il n'y a plus de contact osseux entre les deux fragments [54], et dans les fractures de type Jeffery II [11,55]. Une réduction à ciel ouvert avec lésion iatrogène du périoste favorise la survenue de cette complication. Elles sont responsables de mauvais résultats.



Figure 26 [55] : Ostéonécrose de la tête radiale

2. Pseudarthrose

Elles sont rares. Elles sont plus souvent observées dans les traumatismes à haute énergie, avec déplacement important et lésions associées [56]. Elles ont probablement la même physiopathologie que les ostéonécroses, liée à un défaut d'apport vasculaire. Une chirurgie à ciel ouvert et/ou un déplacement majeur sont probablement des facteurs de risque de pseudarthrose du col du radius. Leur prise

en charge a fait l'objet de résections de la tête radiale, de reprises pour cure de pseudarthrose, et d'abstentions thérapeutiques. Le pronostic est sombre. (Figure 27)



Figure 27 [56] : Pseudarthrose

3. Ossifications hétérotopiques

La physiopathologie est mal connue. Elles sont probablement plus fréquentes en cas de lésion associée mais peuvent être présente dans les fractures du col du radius isolée. La localisation la plus fréquente est la partie antérieure et proximale de l'ulna, qui correspond à l'insertion ulnaire du muscle supinateur. D'autres localisations ont été retrouvées : retro-olécranienne, intra articulaire et au niveau du muscle brachiale. Elles sont fréquentes [12,15,16,19,24,28,31,38,57–61], 25% dans la série de Newman [12], 37% dans celle de Vahvanen [16]. Les conséquences cliniques varient : dans certains cas elles peuvent entraîner des phénomènes douloureux et des limitations des amplitudes articulaires. Dans la série de Newman, elles n'affectaient pas le résultat [12]. Elles peuvent s'associer à d'autres complications [16] (Figure 28).



Figure 28 [24] : Ossification hétérotopique

4. Synostose radio ulnaire proximale

Les conséquences fonctionnelles sont graves, la pronosupination est bloquée. La physiopathologie et les causes restent floues. O'Brien [7] pense qu'elles peuvent se développer en cas de lésion du ligament annulaire et du périoste. Dans l'étude de Newman, elles ont été observées dans les cas où il persistait un déplacement supérieur à 4 mm après réduction [12]. Plusieurs cas sont retrouvés dans la littérature [1,3,5,7,12,13,16,19,27,31,53], leur fréquence est rare, 0,5% dans la série de De Mattos [1] qui comprend toutes les fractures quel que soit le traitement et le stade, et jusqu'à 10% dans la série de Newman [12] qui comprend les fractures ayant fait l'objet d'une réduction. (Figure 29).



Figure 29 [17] : Synostose

5. Epiphysiodèse radiale proximale

Les fermetures prématurées du cartilage de croissance sont fréquentes [7,11–13,23,24,46]. Elles représentent 13% des cas dans la série de Tan et al [19], et 50% dans celle de Newman et al [12]. Elles ne sont probablement pas liées à la méthode de réduction mais au traumatisme initial en lui-même [29]. Dans l'étude de Newman, elles ne sont corrélées ni à l'âge, ni au type de fracture, ni à la qualité de la réduction ; et ne sont pas non plus associées à un mauvais résultat [12]. La conséquence peut être une déformation en cubitus valgus avec raccourcissement du radius [7,12,13,19,28]. Dans la majorité des cas le raccourcissement est inférieur à 5 mm [12,13] et la déformation est bien tolérée. Toutefois quelques reprises pour ostéotomie correctrice ont été décrites [28].

6. Elargissement de la tête radiale

Il s'agit de l'anomalie radiographique la plus fréquemment rencontrée. Dans la littérature, elle est présente dans 12 à 90% des séries [7,12,16,23,29,53]. Faciglia et al [23] retrouvent 90% de cas avec élargissements de 2 à 5mm. Les élargissements de la tête radiale ne sont probablement pas liés au type de traitement mais au traumatisme initial en lui-même [12,29]. Dans la plupart des cas, il n'y a pas de conséquences cliniques, avec absence de symptôme et amplitudes articulaires complètes [12,23]. Il ne faut pas les confondre avec les nécroses de la tête radiale, où il existe souvent un aspect élargit et déformé de la tête radiale [23] avec un pronostic fonctionnel très mauvais.

7. Infection

C'est une complication générale de la chirurgie. Des cas de pseudo bursite ont été rapportés au niveau du point d'entrée dans les embrochages centromédullaires à la partie distale et latérale de l'avant-bras [48]. Un cas d'infection après réduction percutanée par broche a été relevé [57].

8. Lésions neurologiques

Elles peuvent entrer dans le cadre des complications immédiates, et sont alors liées à la fracture et/ou au(x) lésion(s) associée(s) [48]. Elles peuvent également être iatrogènes. Des cas de neurapraxie du nerf interosseux postérieur ont été observés après des réductions à ciel ouvert [24,28,45]. Dans l'étude de Bernstein un cas de neurapraxie du nerf interosseux postérieure a été causé par le clou de Steinman réducteur [29]. Dans les embrochages centromédullaire, la branche sensitive du nerf peut être lésée. Quelques cas ont été rapportés, le plus souvent avec récupération complète [48,59], un cas présente une hypoesthésie définitive [49].

F. Facteurs pronostics

1. Age

Plusieurs études ont montré qu'un âge élevé au moment du traumatisme initial était un facteur de mauvais pronostic [1,12,19,31,62]. Dans l'étude de De Mattos [1], les enfants âgés de plus de 10 ans ont plus de risque d'être opéré à ciel ouvert, d'évoluer vers une complication et vers un mauvais résultat clinique.

2. Lésion(s) associée(s)

Elles sont fréquentes. Elles sont présentes dans 20 à 50% des cas [1,2,15,19,24,27,31,44,45,62]. Le plus souvent il s'agit : de lésions du ligament collatéral médial, de fractures de l'olécrane, de l'ulna proximal ou de l'épicondyle médial, et de luxation du coude [2]. Certaines études ont montré que la présence d'une lésion associée était un facteur de mauvais pronostic [19,23], d'autres pas [1,31,62].

3. Stade initial de déplacement

Un déplacement important est un facteur de mauvais pronostic. Plusieurs études montrent que plus le stade de déplacement est élevé, plus le résultat clinique est mauvais [31,53,62]. Toute fois De Mattos et al n'ont pas trouvé de rapport significatif entre déplacement et résultat [1].

4. Type de fracture

Les fractures de type Jeffery II sont de très mauvais pronostic avec risque majeur de développement d'une nécrose et/ou d'une épiphysiodèse [7,11,55].

5. Délai de prise en charge

Un délai de prise en charge retardé a été identifié comme un facteur de mauvais pronostic dans plusieurs études [7,12,62]. L'étude de Zimmerman montre statistiquement qu'un délai de prise en charge supérieur à 2 jours est associé à des résultats cliniques plus mauvais [62].

6. Type de traitement

La plupart des auteurs ont montré que les traitements chirurgicaux à ciel ouvert donnent plus de complications et de mauvais résultats que les traitements moins invasifs [1,11,12,19,24,31]. Toutefois une étude réalisée par Guttierrez et al ne montre pas de lien entre mauvais résultat et réduction à ciel ouvert, ils suggèrent donc l'utilisation de ce traitement dans les fractures les plus déplacées [53].

G. Indications

La prise en charge de ces fractures est essentiellement dépendante du stade de déplacement initial et reste controversée.

Les indications du traitement orthopédique varient selon les auteurs. Très peu d'études ont analysé le potentiel de remodelage. Certains auteurs proposent un traitement orthopédique chez tous les patients dont l'angulation initiale est inférieure à 30° [2,7,13,16,17], d'autres retiennent la valeur de 45° [19,63]. Pour Fowles et Kassab [64] les enfants âgés de moins de 5 ans avec angulation inférieure à 50° et les enfants âgés de 5 à 10 ans avec angulation inférieure à 30° doivent être traités de manière orthopédique ; selon eux un angle supérieur à 15° chez les filles âgées de plus de 12 ans et chez les garçons âgés de plus de 14 ans doit faire l'objet d'une réduction. Selon Bernstein et al [29] une angulation inférieure à 60° est chez un enfant de moins de 6 ans nécessite un plâtre, une angulation supérieure à 30° chez un enfant de plus de 12 ans est inacceptable.

Plusieurs auteurs ont proposé des algorithmes de prise en charge pour le traitement de ces fractures [2,7,13,16,17,43]. Ces algorithmes sont différents selon l'époque car les techniques de réductions et d'ostéosynthèse ont évolués mais les majorités des auteurs s'accordent à penser que lorsqu'une réduction est nécessaire, le traitement doit être le moins agressif possible en utilisant en première intention les techniques de réduction à foyer fermée, qu'elles soient réalisées par manœuvre externe, en percutanée, avec ou sans ostéosynthèse. En raison de mauvais résultats plus fréquent, les réductions réalisées à ciel ouvert sont utilisées le plus souvent en dernier recours, après échec des moyens de réductions à foyer fermés, ou parfois d'emblée dans les fractures les plus déplacées.

Jusque dans les années 1980, les techniques de réduction percutanée n'existaient pas. Par exemple, O'Brien et al [7], Vahvanen et al [16] préconisaient une réduction par manœuvre externe dans les fractures avec angle de déplacement compris entre 30 et 60°, au-delà ils réalisaient systématiquement des réductions à ciel ouvert.

L'arrivée des techniques de réductions percutanée a amélioré la prise en charge et le résultat de ces fractures en diminuant le nombre de chirurgie à ciel ouvert.

Steele et al [13], qui ont publié une technique de réduction percutanée à l'aide d'une broche levier, l'utilisaient si la fracture avait un angle de déplacement compris entre 30 et 90° avec de très bons résultats.

Radomisli et al [2] traitaient orthopédiquement les déplacements inférieure à 30°, au-delà ils faisaient d'abord une réduction par manœuvre externe, puis en cas de réduction insuffisante une réduction percutanée avec une broche, puis en cas d'échec une chirurgie ouverte.

Evans et al [17] propose en 1998 un algorithme : les fractures avec déplacement inférieur à 30° sont traitées orthopédiquement. Les fractures dont le déplacement est compris entre 30 et 90° font l'objet d'une réduction par manœuvre externe. En cas d'échec, une réduction percutanée par broche levier est réalisée. Si la réduction est obtenue mais qu'elle est instable, une ostéosynthèse percutanée est indiquée (embrochage percutanée ou centromédullaire). En cas d'échec de réduction percutanée ou dans les fractures avec déplacements supérieur à 90°, une réduction à ciel ouvert est faite, avec une ostéosynthèse par broche ou réparation du ligament annulaire si la réduction est instable.

En 2011, Tan et al [19] suggèrent un traitement orthopédique pour toutes fractures dont l'angulation est inférieure à 45°. Au-delà ils recommandent en première intention une réduction par manœuvres externes, puis en cas d'échec une réduction percutanée avec une broche de Kirschner, et seulement en dernier recourt une réduction à ciel ouvert.

Métaizeau et al [15,43] suggèrent une réduction par manœuvre externe pour les fractures dont l'angle de déplacement est inférieur à 45°. Après réduction, si la bascule de l'épiphyse radiale reste supérieure à 20° ils recommandent un embrochage centromédullaire.

L'embrochage centromédullaire décrit par Métaizeau en 1993 [15,43] est devenu le traitement de référence lorsqu'une réduction percutanée est indiquée, car la technique est simple, mini invasive et donne des résultats excellents [5,15,38–53].

Peu d'études comparative ont été publiées, mais l'embrochage centromédullaire donne de meilleurs résultats que les embrochages, qu'ils soient à ciel ouvert [42,50], ou percutané [51].

II. Article

A. Introduction

Les fractures du col du radius représentent 1% des fractures et de 5 à 20% des lésions du coude chez l'enfant [1–6]. Dans 20 à 50% des cas il existe une lésion associée [1,2,15,19,24,27,31,44,45,62]. Plusieurs mécanismes lésionnels sont connus, le plus fréquent étant une chute sur la main, l'avant-bras en supination et le coude en extension et en valgus, comprimant la tête radiale contre le capitulum et entraînant une fracture du col avec bascule latérale de l'épiphyse [2,11,12,18]. La vascularisation de la tête du radius est sous la dépendance de vaisseaux qui traversent le périoste en regard du col. L'apport vasculaire peut ainsi être perturbé par une fracture très déplacée ou par un geste chirurgical local et entraîner secondairement une nécrose [7,10,43]. L'embrochage centromédullaire selon Métaizeau, donne les meilleurs résultats lorsque la réduction et l'ostéosynthèse sont indiquées [5,15,38–52]. Plusieurs classifications basées sur le déplacement initial de la fracture existent, et déterminent le traitement et le pronostic selon les stades [14,15,11,7,13]. Mais le déplacement n'est pas le seul facteur pronostic impliqué. Quelques études ont recherché et analysé d'autres facteurs pronostics, mais à notre connaissance aucune utilisait l'embrochage centromédullaire comme unique moyen d'ostéosynthèse [1,19,27,31,53,62]. L'objectif principal de cette étude est d'analyser les résultats cliniques et radiologiques d'une cohorte dans laquelle l'embrochage centromédullaire était le moyen d'ostéosynthèse et d'établir si des facteurs pronostics autres que le seul stade de déplacement initial devaient être pris en compte. Cela permettra de déterminer si certains mauvais résultats auraient pu être évités. Nos hypothèses sont qu'un déplacement supérieur à 80° (stades IV), un type Jeffery 2 [17], une chirurgie à foyer ouvert, la présence de lésion(s) associée(s), une angulation supérieure à 20° après réduction (réduction insuffisante) et un âge supérieur à 10 ans sont des facteurs de mauvais pronostic.

B. Matériel et méthode

1. Patients

Entre 2005 et 2015, 103 patients ont nécessité une réduction pour une fracture du col radial au CHU de Nancy. Les critères d'inclusion étaient un cartilage de croissance ouvert, un dossier complet et un recul minimal de 1 an. 67 patients ont été inclus : 39 filles et 28 garçons, d'âge moyen de 9 ans (2-15). Selon la classification de Judet modifiée par Métaizeau [14,15] (Figure 30), il y avait 12 stades 2 (17,9%), 31 stades 3 (46,2%), 14 stades 4A (20,9%) et 10 stades 4B (14,9%). (Figure 31).

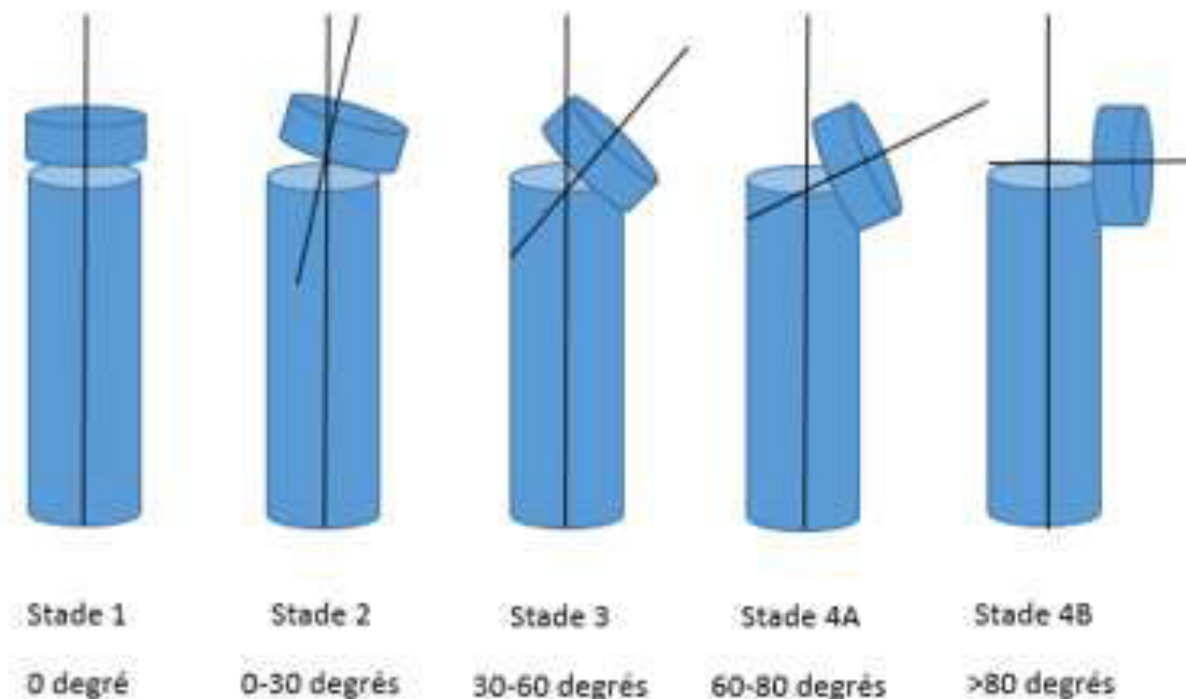


Figure 30 : Classification de Judet modifiée par Métaizeau

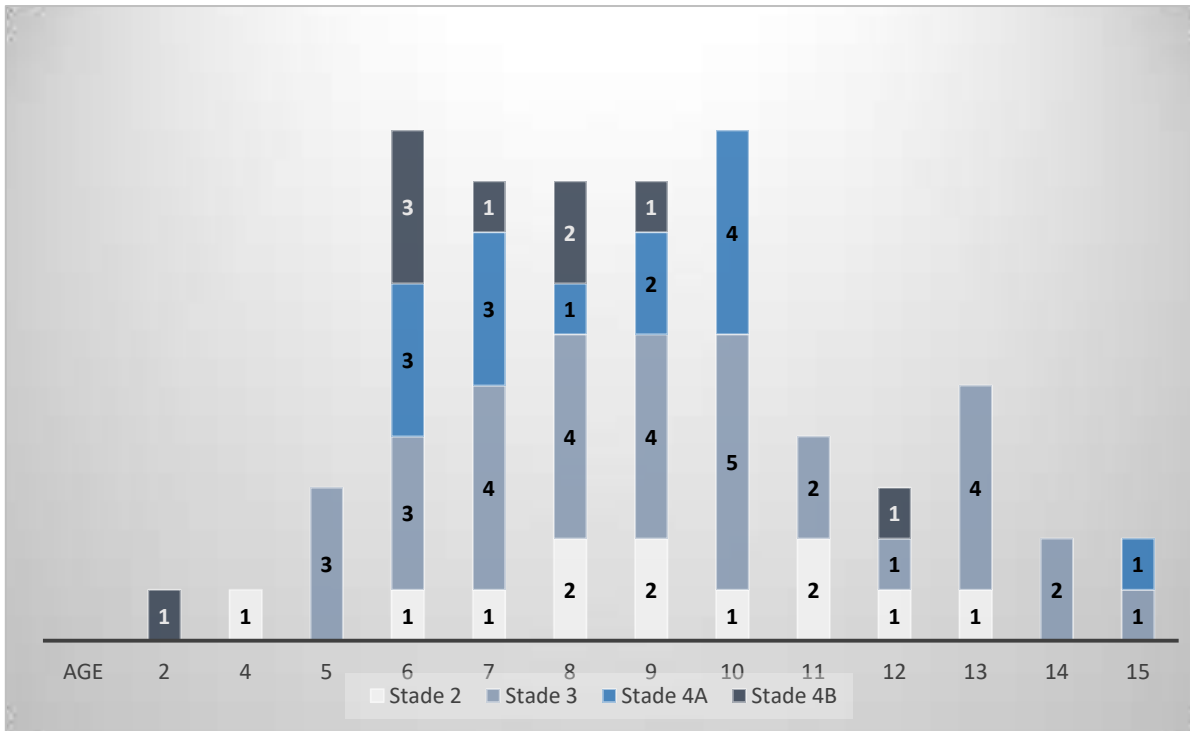


Figure 31 : Ages et stades

66 patients présentaient une fracture du col radial (dont 2 types Jeffery II), et 1 une fracture Salter 4. Chez 22 patients il existait au moins une lésion associée (33%), comprenant 11 fractures de l'olécrane, 7 luxations du coude, 3 fractures de la métaphyse proximale de l'ulna, 2 fractures de la diaphyse de l'ulna dont une lésion de Monteggia associée à la fracture du col radial, 1 fracture du condyle médial, une fracture de la diaphyse du radius et une fracture du quart distal des deux os de l'avant-bras. 8 patients (11,9%) ont eu une réduction par manœuvre externe suivi d'une immobilisation plâtrée, 58 (86,6%) un embrochage centromédullaire, dont 41 cas (61,2%) une réduction selon la technique de Métaizeau avec poinçonnage uniquement centromédullaire de l'épiphyse et réduction par rotation de la broche centromédullaire; dans 8 cas (11,9%) un embrochage centromédullaire avec une réduction aidée par une broche levier percutanée, et dans 9 cas (13,4%) un embrochage centromédullaire après une réduction à foyer ouvert (incluant les deux fractures de type Jeffery II). Le patient présentant la fracture Salter 4 a eu une réduction à foyer ouvert avec une ostéosynthèse par vis. Selon les critères de Métaizeau [15] (Figure 32), 41 réductions initiales étaient excellentes (61,2%), 16 bonnes (23,9%), 6 moyennes (9%), et 4 mauvaises (6%).

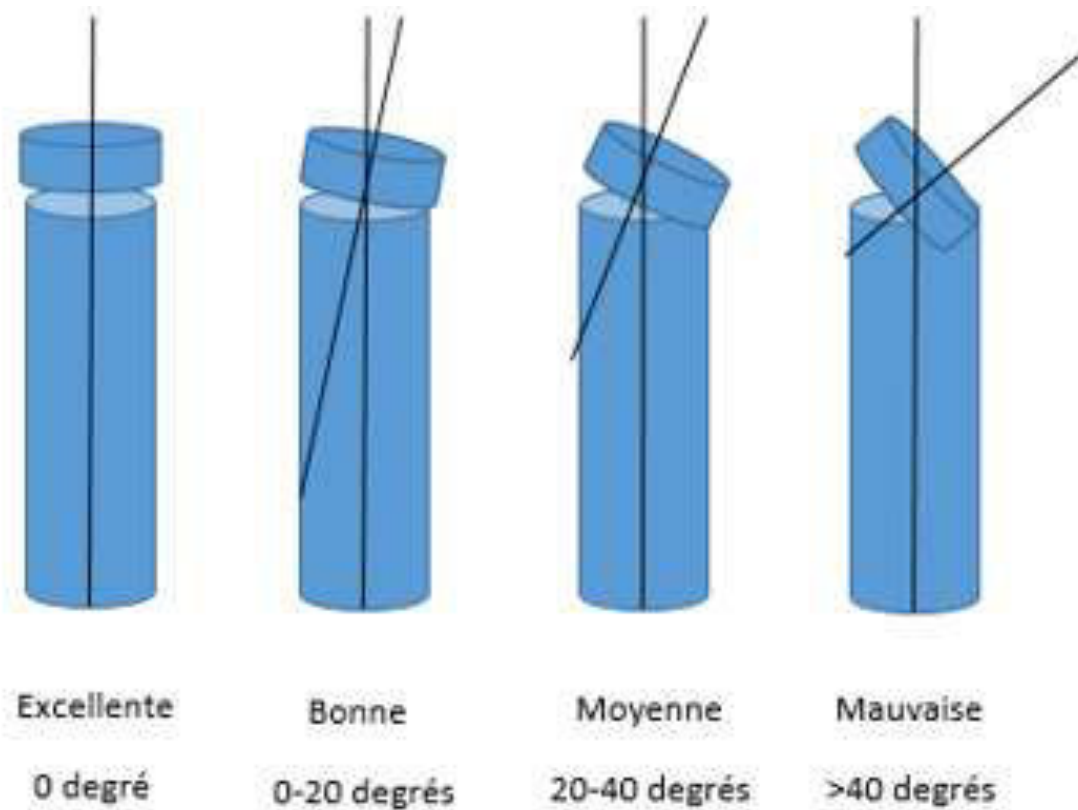


Figure 32 : Critères de réduction de Métaizeau

La durée d'immobilisation moyenne était de 32 jours (15-60). L'ablation du matériel d'ostéosynthèse était effectuée en moyenne à 135 jours (30-420).

2. Méthode

51 patients ont été revus à maturité squelettique par un investigateur pour contrôle final. 16 patients avaient un cartilage de croissance ouvert et était toujours en cours de suivi.

En consultation nous avons réalisé une radiographie du coude de face et de profil.

Les amplitudes articulaires étaient mesurées pour établir le score fonctionnel de Métaizeau [15] (Tableau 2).

Tableau 2 : Score fonctionnel de Métaizeau

Résultat : Excellent	Perte de mobilité 0 degré
Résultat : Bon	Perte de mobilité 0-20 degrés
Résultat : Moyen	Perte de mobilité 20-40 degrés
Résultat : Mauvais	Perte de mobilité > 40 degrés

La perte de mobilité est la somme du déficit en flexion et/ou extension et/ou pronation et ou supination

Le résultat clinique était considéré comme bon lorsque ce score était excellent ou bon, et mauvais lorsqu'il était moyen ou mauvais.

Le Mayo Elbow Performance Score (MEPS) (Figure 33) était également calculé.

Function	Points	Definition	Points
Pain	45	None	45
		Mild	30
		Moderate	15
		Severe	0
Motion	20	Arc > 100°	20
		Arc 50-100°	15
		Arc < 50°	5
Stability	10	Stable	10
		Moderate instability	5
		Gross instability	0
Function	25	Comb hair	5
		Feed	5
		Hygiene	5
		Wear shirt	5
		Wear shoes	5

Total score = 100, Excellent result = >90, Good result = 75-89, Fair = 60-74, Poor result = <60

Figure 33 : Mayo Elbow Performance Score

Pour répondre à notre objectif principal chaque facteur supposé être de mauvais pronostic a été analysé afin d'établir s'il était corrélé ou non aux résultats, et de déterminer si des liens existaient entre eux.

3. Analyse statistique

Le test exact de Fisher a été utilisé pour l'analyse statistique des résultats.

C. Résultats

Le recul moyen est de 77 mois (12-149), et l'âge moyen de 15 ans au dernier recul (7-24).

1. Résultats cliniques

3 patients rapportent des douleurs occasionnelles. Aucune laxité ou instabilité n'est identifiée. 56 patients (84%) ont un bon résultat clinique : 50 patients (75%) ont des amplitudes articulaires complètes, 6 patients (9%) une limitation en flexion-extension et/ou en prono-supination inférieur à 20°.

11 patients (16%) ont un déficit en prono-supination supérieur à 20° responsable des 11 mauvais résultats.

Selon le score fonctionnel de Métaizeau [15], 50 résultats sont excellents (75%), 6 bons (9%), 2 moyens (3%) et 9 mauvais (13%). (Figure 34).

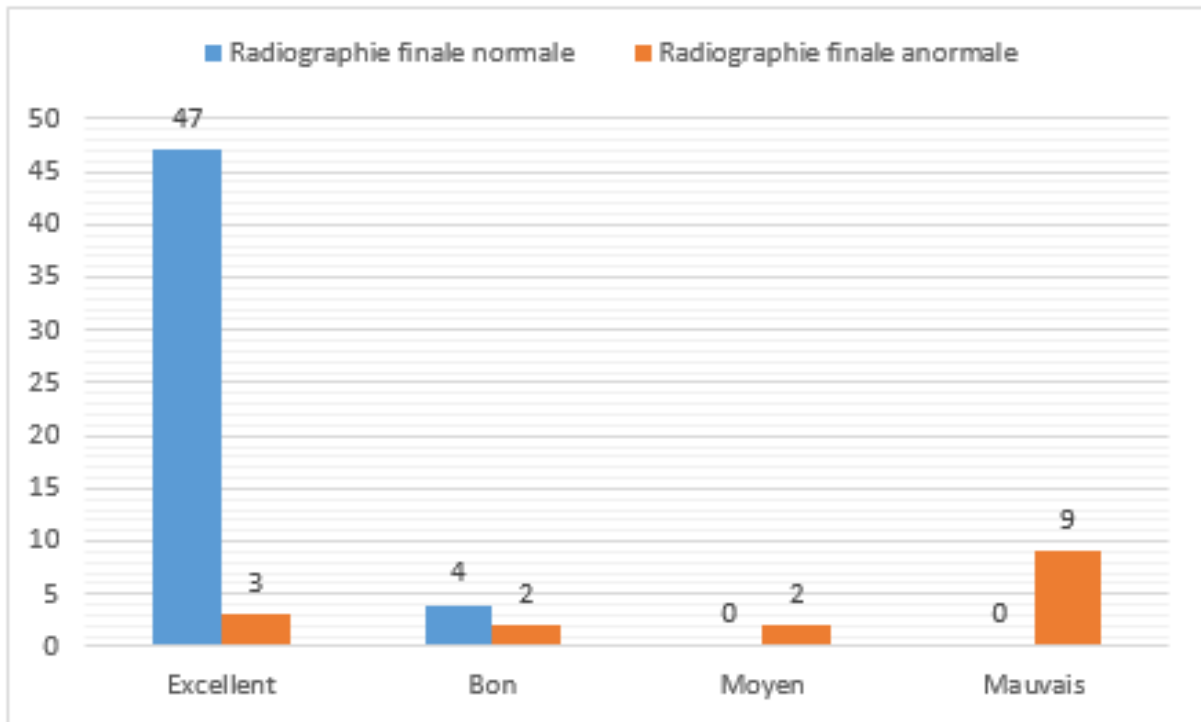


Figure 34 : Score fonctionnel de Métaizeau et aspect radiographique final

Le MEPS moyen est de 97,6, avec 59 scores excellents (88%), 6 bons (9%), 2 moyens (3%), 0 mauvais (0%).

2. Résultats radiographiques

51 radiographies finales sont normales (76%), 16 radiographies finales sont anormales (24%), avec ossifications hétérotopiques dans 7 cas (10,4%), 5 nécroses (7,5%), 3 synostoses (4,5%), et 1 pseudarthrose (1,5%).

3. Corrélations radio cliniques

Tous les patients avec un mauvais résultat clinique ont une radiographie finale anormale ($p < 0,001$). (Figure 34)

Lorsque la radiographie finale est normale ($n=51$), tous les résultats sont bons. (Figure 34).

Dans 5 cas la radiographie est anormale mais le résultat clinique est bon, il s'agit de 5 cas d'ossifications hétérotopiques qui sont situées en avant de la métaphyse ulnaire proximale ne limitant pas la pronosupination (Annexes, Cas n°1)

Les 11 mauvais résultats cliniques sont les 5 cas de nécrose (Annexes, Cas n°2), les 3 synostoses, 1 pseudarthrose (Annexes, Cas n°4) et 2 cas d'ossifications hétérotopiques en conflit avec l'articulation radio ulnaire proximale, limitant la pronosupination.

4. Analyse des facteurs pronostics

a) Déplacement initial supérieur à 80°

Un stade IV est associé à un mauvais résultat clinique ($p < 0,001$), et à une anomalie radiographique finale ($p < 0,001$). Plus le stade de déplacement est élevé, plus le score fonctionnel de Métaizeau est mauvais ($p < 0,001$) et plus le nombre d'anomalies radiographiques augmente ($p = 0,001$). (Tableau 3, Tableau 4)

Tableau 3 : Score fonctionnel de Métaizeau en fonction du stade de déplacement

	Score fonctionnel de Métaizeau			
	Excellent	Bon	Moyen	Mauvais
Stade 2	12	0	0	0
Stade 3	24	6	0	1
Stade 4A	10	0	1	3
Stade 4B	4	0	1	5

p-value < 0,001

Tableau 4 : Aspect radiographique en fonction du stade de déplacement

	Radiographie finale	
	Normale	Anormale
Stade 2	12	0
Stade 3	27	4
Stade 4A	8	6
Stade 4B	4	6

p-value=0,001

Un seul sujet dont le déplacement initial était inférieur à 80° a un mauvais résultat clinique (Tableau 3). Il s'agit d'une patiente de 7 ans qui avait eu un embrochage centromédullaire à foyer fermé. Le contrôle post opératoire montrait une mauvaise réduction avec subluxation antérieure de la tête radiale, probablement en rapport avec une lésion de ligament annulaire. Elle a dû être reprise à distance pour une ostéotomie du radius afin de corriger cette subluxation. Au dernier recul 6 ans plus tard, la tête radiale montre des signes de nécrose. (Annexes, Cas n°5).

3 autres patients dont le déplacement initial était inférieur à 80° ont une radiographie finale anormale (Tableau 5). Ils présentent des ossifications hétérotopiques sans conflit avec l'articulation radio ulnaire proximale, leur résultat clinique est bon. Ces 3 patients avaient eu un embrochage centromédullaire à foyer fermé.

b) Type Jeffery 2

Ces deux patients ont développé une nécrose et ont un mauvais résultat clinique. (Annexe, Cas n°2)

c) Réduction à ciel ouvert

Elles sont associées à des mauvais résultats cliniques ($p < 0,001$), et à une anomalie radiographique finale ($p < 0,001$). (Tableau 5, Tableau 6)

Tableau 5 : Score fonctionnel de Métaizeau en fonction du type de traitement

	Score fonctionnel de Métaizeau			
	Excellent	Bon	Moyen	Mauvais
Réduction par manœuvres externes	8	0	0	0
Embrochage centromédullaire à foyer fermé	39	6	1	3
Chirurgie à ciel ouvert	3	0	1	6

p-value<0,001

Tableau 6 : Aspect radiographique en fonction du type de traitement

	Radiographie finale	
	Normale	Anormale
Réduction par manœuvres externes	8	0
Embrochage centromédullaire à foyer fermé	31	8
Chirurgie à ciel ouvert	2	8

p-value<0,001

Les chirurgies à ciel ouvert sont plus nombreuses dans les fractures de stade IV ($p < 0,001$). Toutes les fractures qui ont fait l'objet d'un traitement chirurgical à ciel ouvert avaient un stade IV, sauf la fracture Salter IV.

En excluant les 2 fractures Jeffery II, 22 patients avaient un stade IV. Dans ce sous-groupe, ceux opérés à ciel ouvert (n=7) ont davantage de mauvais résultats cliniques ($p=0,023$) et plus de radiographies finales anormales ($p=0,02$) que ceux opérés par embrochage centromédullaire à foyer fermé (n=15).

4 sujets avaient eu un embrochage centromédullaire à foyer fermé et ont un résultat mauvais (Tableau 5). Le premier est le cas précédemment décrit, qui a dû finalement être repris à ciel ouvert en raison d'une subluxation antérieure du radius (Annexe, Cas n°5). Les 3 autres avaient un déplacement initial supérieur à 80° (1 nécrose, 1 synostose, et 1 cas d'ossifications hétérotopiques)

Les 4 autres patients qui avaient eu un embrochage centromédullaire à foyer fermé et qui ont une radiographie final anormale ont des ossifications hétérotopiques qui ne sont pas en conflit avec l'articulation radio ulnaire proximale, les 4 ont un bon résultat (Tableau 6).

d) Présence de lésion(s) associée(s)

Il n'y a pas de relation entre le résultat clinique et la présence de lésion(s) associée(s) ($p=0,44$) (Tableau 7). L'aspect radiographique final n'est pas non plus corrélé à la présence de lésion(s) associée(s) ($p=0,13$) (Tableau 8).

Tableau 7 : Score fonctionnel de Métaizeau en fonction des lésions associées

	Score fonctionnel de Métaizeau			
	Excellent	Bon	Moyen	Mauvais
Présence de lésion(s) associée(s)	14	3	1	4
Absence de lésion associée	36	3	1	5

p-value=0,44

Tableau 8 : Aspect radiographique final en fonction des lésions associées

	Radiographie finale	
	Normale	Anormale
Présence de lésion(s) associée(s)	14	8
Absence de lésion associée	37	8

p-value=0,13

Néanmoins nous avons observés plus de cas d'ossifications hétérotopiques chez les patients avec lésion(s) associée(s) (p=0,04).

e) Age supérieur à 10 ans

L'âge supérieur à 10 ans n'a pas de rapport avec l'aspect radiographique final (p=0,76), et avec le résultat clinique (p=0,22) (Tableau 9, Tableau 10).

Tableau 9 : Score fonctionnel de Métaizeau en fonction de l'âge supérieur ou inférieur à 10 ans

	Score fonctionnel de Métaizeau			
	Excellent	Bon	Moyen	Mauvais
Age<10 ans	35	2	1	7
Age>10 ans	15	4	1	2

p-value=0,22

Tableau 10 : Aspect radiographique final en fonction de l'âge supérieur ou inférieur à 10 ans

	Radiographie finale	
	Normale	Anormale
Age<10 ans	35	10
Age>10 ans	16	6

p-value=0,76

f) Réduction insuffisante avec angulation supérieure à 20°

Une réduction insuffisante est associée à un mauvais résultat clinique ($p<0,001$) et à une anomalie radiographique finale ($p=0,009$) dans la cohorte (Tableau 11, Tableau 12).

Tableau 11 : Score fonctionnel de Métaizeau en fonction de la qualité de la réduction

	Score fonctionnel de Métaizeau			
	Excellent	Bon	Moyen	Mauvais
Réduction<20°	46	6	2	3
Réduction>20°	4	0	0	6

p-value<0,001

Tableau 12 : Aspect radiographique final en fonction de la qualité de la réduction

	Radiographie finale	
	Normale	Anormale
Réduction<20°	47	10
Réduction>20°	4	6

p-value=0,009

Par contre, il y a plus de réductions insuffisantes dans les stades IV ($p=0,028$). Et parmi les 24 stades IV, une réduction insuffisante n'est pas un facteur de mauvais résultat clinique ($p=0,73$) ou d'anomalie radiographique finale ($p=0,37$).

6 de ces 10 patients ont une radiographie finale anormale avec 6 mauvais résultats (Tableau 11, Tableau 12). Ces 6 patients avaient un déplacement supérieur à 80° et/ou une chirurgie à ciel ouvert.

Les 4 autres patients avec bascule résiduelle supérieure à 20° ont évolués vers un remodelage complet avec une radiographie finale normale ; ils avaient eu un embrochage centromédullaire à foyer fermé, ils ont tous un bon résultat clinique (Annexe, Cas n°6), (Tableau 11, Tableau 12).

D. Discussion

1. Résultats cliniques

Dans notre étude, les déficits en prono-supination sont les seules anomalies cliniques responsables des mauvais résultats cliniques. Plusieurs études ont des résultats similaires [3,29,32].

Ceci explique une différence importante entre les résultats évalués par le score fonctionnel de Métaizeau et ceux évalués par le MEPS dans notre cohorte.

Le MEPS évalue l'arc de mobilité en flexion et en extension, le score de Métaizeau tient en compte le déficit en prono-supination.

4 patients ont ainsi un résultat excellent selon le MEPS mais un résultat mauvais selon le score de Métaizeau car ils ont un déficit en prono-supination supérieur à 40° mais une flexion et une extension complète.

Comme Gutiérrez-de la Iglesia et al [53], nous pensons que l'évaluation fonctionnelle de Métaizeau est plus pertinente à l'évaluation des fractures du col du radius que celle du MEPS car elle est basée sur la diminution des mobilités en prenant en compte la prono-supination.

Comme dans d'autres études [15,44–46,48,53], nous avons donc choisi cette classification pour interpréter nos résultats et répondre aux objectifs de départ.

2. Complications

a) Nécrose

La littérature confirme qu'elles sont fréquentes dans les fractures où il n'y a plus de contact osseux entre les deux fragments [54], dans les fractures de type Jeffery II [11,55], et dans les chirurgies à ciel ouvert et qu'elles sont responsables de mauvais résultats cliniques.

b) Pseudarthrose

Waters et al [56] rapportent 9 cas de pseudarthrose. Ces 9 patients avaient des fractures sévèrement déplacées, et 8 étaient opérés à ciel ouvert, le pronostic est sombre.

c) Synostoses radio ulnaire proximale

O'Brien et al [18] pensent qu'elles peuvent se développer en cas de lésion du ligament annulaire et du périoste. Dans l'étude de Newman, elles sont observées en cas de déplacement supérieur à 4 mm après réduction [15]. Plusieurs cas sont retrouvés dans la littérature [1,3,5,7,12,13,16,19,27,31,53], leur fréquence varie, 0,5% dans la série de De Mattos [6] qui comprend toutes les fractures quel que soit leur traitement et leur stade, et 10% dans la série de Newman [15] qui comprend les fractures ayant fait l'objet d'une réduction.

d) Ossifications hétérotopiques

Dans la littérature, les localisations les plus fréquentes sont la partie antérieure et proximale de l'ulna. D'autres sont décrites : retro-olécranienne, intra articulaire et au sein du muscle brachial.

Elles sont fréquentes [12,15,16,19,24,28,31,38,57–61], 25% dans la série de Newman [15], 37% dans celle de Vahvanen [16].

Comme dans notre étude, les conséquences cliniques varient : parfois elles entraînent une limitation des amplitudes articulaires. Dans la série de Newman, elles n'affectaient pas le résultat [15].

3. Facteurs pronostics

a) Déplacement supérieur à 80°

C'est le facteur de mauvais pronostic majeur de notre étude avec 42% de mauvais résultats cliniques chez les patients avec une fracture de stade 4, et 98% de bons résultats chez les autres.

D'autres études objectivent qu'un stade de déplacement initial élevé est un facteur de mauvais pronostic [15,19,31,53,62]. Zimmerman et al [62] montre 50% de mauvais résultat à 76% de déplacement. Un déplacement important peut interrompre la vascularisation de la tête radiale [18,20] et entraîner une complication.

b) Type Jeffery II

C'est un facteur de mauvais pronostic dans notre étude.

Jeffery et al [17] qui ont décrit cette fracture en 1950, rapportaient deux cas dans leur série. Leur résultat clinique était mauvais et les radiographies montraient des signes de fermeture prématurée des plaques de croissance.

Chotel et al [55] ont fait une revue de la littérature des fracture Jeffery II et ont traité 4 cas. Ces 4 patients ont développé des complications vasculaires avec ostéonécrose

et/ou fermeture prématurée de la plaque de croissance. Chotel et al [55] confirment la gravité de cette fracture et soulignent le risque de réduction de la tête radiale à l'envers en cas de traitement à foyer fermé. Ils préconisent une réduction à foyer ouvert dans ce type.

c) Chirurgies à ciel ouvert

Une chirurgie à ciel ouvert est un facteur de mauvais pronostic dans notre étude.

Elles sont plus fréquentes dans les stades IV. Ce qui est logique car ces fractures sont plus difficiles à réduire à foyer fermé. Ceci amène un biais de confusion dans l'interprétation des résultats mais nous avons montré toutefois qu'une chirurgie à ciel ouvert est de mauvais pronostic dans les fractures de stade 4.

Les résultats des 7 patients opérés à ciel ouvert après échec d'un embrochage centromédullaire auraient été probablement meilleurs si cette tentative de réduction à foyer fermée avait été une réussite.

Néanmoins, une patiente aurait pu avoir un meilleur résultat si elle avait été opérée à ciel ouvert d'emblée pour réparation du ligament annulaire. (Annexe cas 4)

Tan et al [19], Zimmerman et al [62] montrent aussi plus le déplacement initial est important, plus le traitement est invasif.

De nombreux auteurs recommandent d'utiliser le traitement chirurgical à ciel ouvert, seulement en cas d'échec d'une réduction à foyer fermé, ce qui a été le cas dans notre étude (sauf pour les fractures Jeffery II et Salter IV).

D'autres études montrent qu'un traitement non chirurgical donne les meilleurs résultats, et que lorsqu'une chirurgie est indiquée, le traitement à ciel ouvert est un facteur de mauvais pronostic [1,15,19,27,31,62].

Une étude est en contradiction avec nos résultats : Gutiérrez-de la Iglesia et al [53] montrent que seul le déplacement initial est corrélé au résultat final, et que la chirurgie à ciel ouvert n'influence pas le résultat.

d) Age supérieur à 10 ans

L'âge supérieur à 10 ans n'est pas un facteur de mauvais pronostic dans notre étude mais il l'est dans d'autres [1,19,31,62].

Lorsque la réduction n'était pas anatomique chez ces patients, la bascule restait inférieure à 20°, avec 100% de remodelage complet au contrôle radiographique final. Ceci pourrait expliquer l'absence d'impact d'un âge supérieur à 10 ans sur les résultats cliniques et radiographiques de notre étude.

e) Présence de lésion(s) associée(s)

La présence de lésion(s) associée(s) n'est pas un facteur de mauvais pronostic dans notre étude. Néanmoins, nous avons observé un lien entre présence de lésion(s) associée(s) et survenue d'ossifications hétérotopiques. La littérature reste divisée sur ce point, montrant une corrélation entre résultat et présence de lésion(s) associée(s) [19,23], ou non [1,31,62].

f) Réduction insuffisante avec angulation supérieure à 20°

Les résultats sont biaisés dans notre cohorte car elles sont plus fréquentes dans les fractures de stade IV. De plus, dans les stades IV, une réduction insuffisante n'influence pas le résultat.

Aucune bascule résiduelle n'est observée sur la radiographie finale, toutes ces fractures insuffisamment réduites se sont remodelées lorsque l'embrochage centromédullaire à foyer fermé était un succès.

Les autres ont évolué vers une complication qui est directement en rapport avec un stade IV et/ou une chirurgie à ciel ouvert, et non à la réduction insuffisante en elle-même.

Falciglia et al [23] parlent de meilleurs résultats en cas de réduction anatomique. De Mattos et al [6] n'ont pas retrouvé de lien entre réduction post opératoire et résultat.

Nous suggérons que l'angulation après réduction doit être inférieure à 20° chez les patients âgés de plus de 10 ans car elle donne 100% de remodelage complet dans notre étude. Chez les autres, elle ne doit pas forcément inciter à réaliser une réduction à ciel ouvert.

4. Limites et points forts de l'étude

Il existe des limites dans notre étude lié à son caractère rétrospectif et au nombre élevé de patients perdus de vue (n=31).

Cependant le recul moyen est élevé (77 mois), et la plupart des enfants sont à maturité squelettique complète au dernier recul (n=51), rendant compte que les résultats décrits correspondent à un résultat définitif.

E. Conclusions et perspectives

Les déficits en prono-supination sont les seules anomalies cliniques responsables des mauvais résultats fonctionnels.

Les nécroses, les pseudarthroses, les synostoses radio ulnaires proximales et les ossifications hétérotopiques en conflit avec l'articulation radio ulnaire proximale sont des complications graves.

Les ossifications qui ne sont pas en conflit avec l'articulation radio ulnaire proximale ont un caractère plus bénin.

Les stades IV et les fractures de type Jeffery II sont des facteurs de mauvais pronostics formels.

Dans les stades IV, le risque d'échec d'embrochage centromédullaire à foyer fermé et de réduction à ciel ouvert est important, cet échec a un caractère péjoratif. Seules les fractures de type Jeffery II et les luxations de la tête doivent être abordée d'emblée.

Une réduction avec angulation résiduelle inférieure à 20° semble souhaitable chez les patients âgés de plus de 10 ans.

L'âge et la présence de lésion(s) associée(s) paraissent moins importants.

Un seul mauvais résultat de notre étude aurait pu être évité si une chirurgie à ciel ouvert avait été effectuée d'emblée pour réparation du ligament annulaire.

Nous sommes d'accord avec la majorité des auteurs pour dire que le traitement doit être le moins invasif possible et de réserver les réductions à ciel ouvert en dernière intention. L'embrochage centromédullaire selon Métaizeau est le moyen d'ostéosynthèse de choix car il donne d'excellents résultats en cas de succès.

Les mauvais résultats paraissent difficilement évitables et sont surtout liés aux caractéristiques initiales de la fracture.

III. Annexes

Cas n°1 :

A : Patiente âgée de 10 ans, fracture du col du radius de stade III associée à une fracture non déplacée de l'olécrane, ostéosynthèse par embrochage centromédullaire à foyer fermé.

B : A deux mois, apparition d'ossifications hétérotopiques en avant de la métaphyse ulnaire proximale.

C et D : A 7 ans de recul, elle présente un bon résultat clinique



Cas n°2 :

A : Patient âgé de 7 ans, fracture de type Jeffery 2, embrochage centromédullaire à foyer ouvert

B : Contrôle post-opératoire

C : Contrôle à 3 mois : Protrusion de la broche, ostéocondensation épiphysaire

D : Contrôle à 84 mois, âgé de 14 ans, élargissement et déformation de la tête, résultat clinique mauvais



Cas n°3 :

Pseudarthrose, aspect radiographique final



Cas n°4 :

A : Patiente de 7 ans, fracture du col du radius de stade 3 et fracture de l'olécrane

B : Embrochage centromédullaire à foyer fermé et synthèse de l'olécrane, contrôle post opératoire : subluxation antérieure du radius. La patiente est reprise à ciel ouvert 3 ans plus tard pour ostéotomie du radius

C : A 6 ans de recul, signe de nécrose de la tête radiale



Cas n°5 :

A : Patient âgé de 9 ans, fracture du col du radius de stade 3, embrochage centromédullaire à foyer fermé

B : Contrôle post opératoire, angulation résiduelle de 25° (réduction moyenne)

C : Contrôle à 12 mois

D : Contrôle à 124 mois, âge : 19 ans, remodelage complet



IV. Bibliographies

- [1] De Mattos CB, Ramski DE, Kushare IV, Angsanuntsukh C, Flynn JM. Radial Neck Fractures in Children and Adolescents: An Examination of Operative and Nonoperative Treatment and Outcomes. *J Pediatr Orthop* 2016;36:6–12. doi:10.1097/BPO.0000000000000387.
- [2] Radomisli TE, Rosen AL. Controversies regarding radial neck fractures in children. *Clin Orthop* 1998:30–9.
- [3] Henrikson B. Isolated fractures of the proximal end of the radius in children epidemiology, treatment and prognosis. *Acta Orthop Scand* 1969;40:246–60.
- [4] Landin LA, Danielsson LG. Elbow fractures in children. An epidemiological analysis of 589 cases. *Acta Orthop Scand* 1986;57:309–12.
- [5] Stiefel D, Meuli M, Altermatt S. Fractures of the neck of the radius in children. Early experience with intramedullary pinning. *J Bone Joint Surg Br* 2001;83:536–41.
- [6] Population totale par sexe et âge au 1er janvier 2018, France – Bilan démographique 2017 | Insee n.d. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1892086?sommaire=1912926> (accessed August 20, 2018).
- [7] O'Brien PI. Injuries involving the proximal radial epiphysis. *Clin Orthop* 1965;41:51–8.
- [8] Pritchett JW. Growth plate activity in the upper extremity. *Clin Orthop* 1991:235–42.
- [9] Dimeglio. La croissance en orthopédie n.d.
- [10] Girard JY, Rogez JM, Robert R, Leborgne J. Vascularisation of the head of the radius in the adult. *Surg Radiol Anat* 1995;17:41–5. doi:10.1007/BF01629498.
- [11] Jeffery CC. Fractures of the head of the radius in children. *J Bone Joint Surg Br* 1950;32-B:314–24.
- [12] Newman JH. Displaced radial neck fractures in children. *Injury* 1977;9:114–21.
- [13] Steele JA, Graham HK. Angulated radial neck fractures in children. A prospective study of percutaneous reduction. *J Bone Joint Surg Br* 1992;74:760–4.

- [14] Judet J, Judet R, Lefranc J. [Fracture of the radial head in the child]. *Ann Chir* 1962;16:1377–85.
- [15] Metaizeau JP, Lascombes P, Lemelle JL, Finlayson D, Prevot J. Reduction and fixation of displaced radial neck fractures by closed intramedullary pinning. *J Pediatr Orthop* 1993;13:355–60.
- [16] Vahvanen V, Gripenberg L. Fracture of the radial neck in children. A long-term follow-up study of 43 cases. *Acta Orthop Scand* 1978;49:32–8.
- [17] Evans MC, Graham HK. Radial neck fractures in children: a management algorithm. *J Pediatr Orthop Part B* 1999;8:93–9.
- [18] John SD, Wherry K, Swischuk LE, Phillips WA. Improving detection of pediatric elbow fractures by understanding their mechanics. *Radiogr Rev Publ Radiol Soc N Am Inc* 1996;16:1443–60; quiz 1463–4. doi:10.1148/radiographics.16.6.8946546.
- [19] Radial neck fractures in children. *J Orthop Surg Hong Kong* 2011;19:209–12. doi:10.1177/230949901101900216.
- [20] Kaufman B, Rinott MG, Tanzman M. Closed reduction of fractures of the proximal radius in children. *J Bone Joint Surg Br* 1989;71:66–7.
- [21] Neher CG, Torch MA. New reduction technique for severely displaced pediatric radial neck fractures. *J Pediatr Orthop* 2003;23:626–8.
- [22] Monson R, Black B, Reed M. A new closed reduction technique for the treatment of radial neck fractures in children. *J Pediatr Orthop* 2009;29:243–7. doi:10.1097/BPO.0b013e3181990745.
- [23] Falciglia F, Giordano M, Aulisa AG, Di Lazzaro A, Guzzanti V. Radial neck fractures in children: results when open reduction is indicated. *J Pediatr Orthop* 2014;34:756–62. doi:10.1097/BPO.0000000000000299.
- [24] Jones ER, Esah M. Displaced fractures of the neck of the radius in children. *J Bone Joint Surg Br* 1971;53:429–39.
- [25] Pring ME. Pediatric radial neck fractures: when and how to fix. *J Pediatr Orthop* 2012;32 Suppl 1:S14-21. doi:10.1097/BPO.0b013e31824b251d.
- [26] Su Y, Xie Y, Qin J, Wang Z, Cai W, Nan G. Internal Fixation With Absorbable Rods for the Treatment of Displaced Radial Neck Fractures in Children. *J Pediatr Orthop* 2016;36:797–802. doi:10.1097/BPO.0000000000000572.

- [27] Vocke AK, Von Laer L. Displaced fractures of the radial neck in children: long-term results and prognosis of conservative treatment. *J Pediatr Orthop Part B* 1998;7:217–22.
- [28] Fuentes-Salguero L, Downey-Carmona FJ, Tatay-Díaz Á, Moreno-Domínguez R, Farrington-Rueda DM, Macías-Moreno ME, et al. [Radial head and neck fractures in children]. *Rev Espanola Cirugia Ortop Traumatol* 2012;56:300–5. doi:10.1016/j.recot.2012.01.002.
- [29] Bernstein SM, McKeever P, Bernstein L. Percutaneous reduction of displaced radial neck fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1993;13:85–8.
- [30] Futami T, Tsukamoto Y, Itoman M. Percutaneous reduction of displaced radial neck fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 1995;4:162–7.
- [31] Basmajian HG, Choi PD, Huh K, Sankar WN, Wells L, Arkader A. Radial neck fractures in children: experience from two level-1 trauma centers. *J Pediatr Orthop Part B* 2014;23:369–74. doi:10.1097/BPB.0000000000000057.
- [32] Biyani A, Mehara A, Bhan S. Percutaneous pinning for radial neck fractures. *Injury* 1994;25:169–71.
- [33] Javed A, Guichet JM. Arthrography for reduction of a fracture of the radial neck in a child with a non-ossified radial epiphysis. *J Bone Joint Surg Br* 2001;83:542–3.
- [34] Kapandji A. [Intra-focal pinning of fractures of the distal end of the radius 10 years later]. *Ann Chir Main Organe Off Soc Chir Main* 1987;6:57–63.
- [35] Percutaneous reduction and leverage fixation using K-wires in paediatric angulated radial neck fractures. - PubMed - NCBI n.d. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22038445> (accessed August 26, 2018).
- [36] Cossio A, Cazzaniga C, Gridavilla G, Gallone D, Zatti G. Paediatric radial neck fractures: One-step percutaneous reduction and fixation. *Injury* 2014;45 Suppl 6:S80-84. doi:10.1016/j.injury.2014.10.028.
- [37] Song KS, Kim BS, Lee SW. Percutaneous leverage reduction for severely displaced radial neck fractures in children. *J Pediatr Orthop* 2015;35:e26-30. doi:10.1097/BPO.0000000000000305.
- [38] Brandão GF, Soares CB, Teixeira LEM, Boechat L de C. Displaced radial neck fractures in children: association of the Métaizeau and Böhler surgical techniques. *J Pediatr Orthop* 2010;30:110–4. doi:10.1097/BPO.0b013e3181cf118a.

- [39] Wang J, Chen W, Guo M, Su Y, Zhang Y. Percutaneous reduction and intramedullary fixation technique for displaced pediatric radial neck fractures. *J Pediatr Orthop Part B* 2013;22:127–32. doi:10.1097/BPB.0b013e32835b5700.
- [40] Wu M, Guan J, Xiao Y, Zhou J, Dai X, Wang X, et al. [PERCUTANEOUS KIRSCHNER WIRE POKING REDUCTION AND ELASTIC STABLE INTRAMEDULLARY NAILING FIXATION FOR SEVERE DISPLACED RADIAL NECK FRACTURES IN CHILDREN]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi Zhongguo Xiu fu Chongjian Waike Zazhi Chin J Reparative Reconstr Surg* 2015;29:1478–82.
- [41] Zhang F-Y, Wang X-D, Zhen Y-F, Guo Z-X, Dai J, Zhu L-Q. Treatment of Severely Displaced Radial Neck Fractures in Children With Percutaneous K-wire Leverage and Closed Intramedullary Pinning. *Medicine (Baltimore)* 2016;95:e2346. doi:10.1097/MD.0000000000002346.
- [42] Garcia-Alvarez F, Gil-Albarova J, Bello ML, Bueno AL, Seral F. Results in displaced radial neck fractures in children. Metaizeau technique versus arthrotomy. *Chir Organi Mov* 2001;86:211–7.
- [43] Métaizeau J-P. Reduction and osteosynthesis of radial neck fractures in children by centromedullary pinning. *Injury* 2005;36 Suppl 1:A75-77. doi:10.1016/j.injury.2004.12.016.
- [44] Schmittenebecher PP, Haevernick B, Herold A, Knorr P, Schmid E. Treatment decision, method of osteosynthesis, and outcome in radial neck fractures in children: a multicenter study. *J Pediatr Orthop* 2005;25:45–50.
- [45] Prathapkumar KR, Garg NK, Bruce CE. Elastic stable intramedullary nail fixation for severely displaced fractures of the neck of the radius in children. *J Bone Joint Surg Br* 2006;88:358–61. doi:10.1302/0301-620X.88B3.17099.
- [46] Ursei M, Sales de Gauzy J, Knorr J, Abid A, Darodes P, Cahuzac J-P. Surgical treatment of radial neck fractures in children by intramedullary pinning. *Acta Orthop Belg* 2006;72:131–7.
- [47] Klitscher D, Richter S, Bodenschatz K, Hückstädt T, Weltzien A, Müller LP, et al. Evaluation of severely displaced radial neck fractures in children treated with elastic stable intramedullary nailing. *J Pediatr Orthop* 2009;29:698–703. doi:10.1097/BPO.0b013e3181b76895.
- [48] The treatment of radial neck fractures in children according to Métaizeau. *J Pediatr Orthop Part B* 2010;19:246–55.

- [49] Eberl R, Singer G, Fruhmam J, Saxena A, Hoellwarth ME. Intramedullary nailing for the treatment of dislocated pediatric radial neck fractures. *Eur J Pediatr Surg Off J Austrian Assoc Pediatr Surg Al Z Kinderchir* 2010;20:250–2. doi:10.1055/s-0030-1249104.
- [50] Sun J, Zhang X, Zhou L, Fan Q, Liu B. [Comparative study on closed reduction with elastic intramedullary nailing and open reduction with Kirschner wire fixations in treatment of radial neck fractures in children]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi Zhongguo Xiu fu Chongjian Waike Zazhi Chin J Reparative Reconstr Surg* 2012;26:661–5.
- [51] Tarallo L, Mugnai R, Fiacchi F, Capra F, Catani F. Management of displaced radial neck fractures in children: percutaneous pinning vs. elastic stable intramedullary nailing. *J Orthop Traumatol Off J Ital Soc Orthop Traumatol* 2013;14:291–7. doi:10.1007/s10195-013-0252-0.
- [52] Yao L, Ye Z, Li Z, Zhong Z, Xu R. [Treatment of radial neck fracture in children with elastic stable intramedullary nails]. *Zhongguo Gu Shang China J Orthop Traumatol* 2013;26:1028–31.
- [53] Gutiérrez-de la Iglesia D, Pérez-López LM, Cabrera-González M, Knörr-Giménez J. Surgical Techniques for Displaced Radial Neck Fractures: Predictive Factors of Functional Results. *J Pediatr Orthop* 2017;37:159–65. doi:10.1097/BPO.0000000000000617.
- [54] Kaiser M, Eberl R, Castellani C, Kraus T, Till H, Singer G. Judet type-IV radial neck fractures in children: Comparison of the outcome of fractures with and without bony contact. *Acta Orthop* 2016;87:529–32. doi:10.1080/17453674.2016.1203700.
- [55] Chotel F, Vallese P, Parot R, Laville J-M, Hodgkinson I, Muller C, et al. Complete dislocation of the radial head following fracture of the radial neck in children: the Jeffery type II lesion. *J Pediatr Orthop Part B* 2004;13:268–74.
- [56] Waters PM, Stewart SL. Radial neck fracture nonunion in children. *J Pediatr Orthop* 2001;21:570–6.
- [57] Kruppa C, Königshausen M, Schildhauer TA, Dudda M. Isolated pediatric radial head and neck fractures. A rare injury. Analysis and follow up of 19 patients. *Injury* 2015;46 Suppl 4:S10-16. doi:10.1016/S0020-1383(15)30013-9.
- [58] Gagliardi I da C, Mouraria GG, Funayama B, Kikuta FK, Cruz MA, Zoppi A. EVALUATION OF CHILDREN WITH RADIAL NECK FRACTURES TREATED WITH FLEXIBLE INTRAMEDULLARY NAIL. *Acta Ortop Bras* 2016;24:81–4. doi:10.1590/1413-785220162402154788.

- [59] Bither N, Gupta P, Jindal N. Pediatric displaced radial neck fractures: retrospective results of a modified Metaizeau technique. *Eur J Orthop Surg Traumatol Orthop Traumatol* 2015;25:99–103. doi:10.1007/s00590-014-1452-x.
- [60] The treatment of radial neck fractures in children according to Métaizeau. *J Pediatr Orthop Part B* 2010;19:246–55.
- [61] Ugutmen E, Ozkan K, Ozkan FU, Eceviz E, Altintas F, Unay K. Reduction and fixation of radius neck fractures in children with intramedullary pin. *J Pediatr Orthop Part B* 2010;19:289–93.
- [62] Zimmerman RM, Kalish LA, Hresko MT, Waters PM, Bae DS. Surgical management of pediatric radial neck fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2013;95:1825–32. doi:10.2106/JBJS.L.01130.
- [63] D'souza S, Vaishya R, Klenerman L. Management of radial neck fractures in children: a retrospective analysis of one hundred patients. *J Pediatr Orthop* 1993;13:232–8.
- [64] Fowles JV, Kassab MT. Observations concerning radial neck fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1986;6:51–7.

VU

NANCY, le **21 août 2018**

Le Président de Thèse

NANCY, le **29 septembre 2018**

Le Doyen de la Faculté de Médecine

Professeur Pierre JOURNEAU

Professeur Marc BRAUN

AUTORISE À SOUTENIR ET À IMPRIMER LA THÈSE/ 10467

NANCY, le **03 octobre 2018**

LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ DE LORRAINE,

Professeur Pierre MUTZENHARDT

RESUME DE LA THESE

Introduction : Les fractures du col radial représentent 1% des fractures de l'enfant. L'embrochage centromédullaire selon Métaizeau a amélioré leur pronostic mais certains résultats restent mauvais. Plusieurs classifications déterminent le pronostic selon des stades. L'objectif est d'établir d'autres facteurs pronostics, dans une cohorte de patient où l'embrochage centromédullaire était utilisé, pour établir comment les mauvais résultats peuvent être améliorés.

Hypothèse : Les stades IV, les types Jeffery II, les chirurgies ouvertes, les réductions insuffisantes, les lésions associées et l'âge supérieur à 10 ans sont de mauvais pronostic.

Matériel et méthode : 67 patients ont été inclus rétrospectivement : 39 filles et 28 garçons. 24 avaient un stade IV (36%), dont 2 types Jeffery II. 22 avaient une lésion associée (33%). 8 réductions isolées (11,9%), 58 embrochages centromédullaires (86,6%) dont 49 à foyer fermé (73,1%) et 9 à ciel ouvert (13,4%), et 1 une ostéosynthèse par vis (1,5%) ont été effectués. 10 réductions étaient insuffisantes, avec bascule supérieure à 20°. 22 avaient plus de 10 ans (33%).

Résultats : Le recul moyen est de 77 mois, l'âge moyen de 15 ans. Les 11 mauvais résultats fonctionnels sont liés à un déficit en pronosupination. 16 radiographies finales sont anormales (23,9%), avec ossifications hétérotopiques dans 7 cas (10,4%), 5 nécroses (7,5%), 3 synostoses (4,5%) et 1 pseudarthrose (1,5%). Les 11 résultats fonctionnels moyens ou mauvais ont une radiographie finale anormale. Un stade IV, un type Jeffery II, et une chirurgie à ciel ouvert sont corrélés aux mauvais résultats fonctionnels (p -values $<0,001$), et aux radiographies finales anormales (p -values $<0,001$). Les réductions insuffisantes et les chirurgies à ciel ouvert sont plus fréquentes dans les stades IV ($p=0,028$; $p<0,001$).

Discussion : Les facteurs de mauvais pronostics sont les stades IV, les types Jeffery II et les chirurgies à ciel ouvert. L'âge supérieur à 10 ans, la présence de lésion(s) associée(s) et les réductions insuffisantes n'ont pas de rapport significatif avec les résultats cliniques et radiographiques finaux.

Conclusion : Les mauvais résultats paraissent difficilement évitables.

TITRE EN ANGLAIS : Prognostic factors in fractures of the radius neck in children.

THESE : Médecine spécialisée: Chirurgie Orthopédique et traumatologique, année 2018.

MOTS CLES : Radius Fractures, Neck, Prognosis, Child.

UNIVERSITE DE LORRAINE

Faculté de médecine de Nancy

9, avenue de la Forêt de Haye

54505 VANDOEUVRE LES NANCY Cedex
