

ANNEE 2017

N°

TITRE DE LA THESE

ENCLOUAGE CENTROMEDULLAIRE DES FRACTURES DIAPHYSAIRES DE L'HUMERUS :

LE VERROUILLAGE DISTAL EST-IL INDISPENSABLE ?

ETUDE RETROSPECTIVE CONTINUE COMPARATIVE DE 121 CAS :

VERROUILLAGE PROXIMAL VERSUS VERROUILLAGE BIPOLAIRE

THESE

présentée

à l'UFR des Sciences de Santé de Dijon
Circonscription Médecine

et soutenue publiquement le 05 mai 2017

pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par COLOMBI Romain

Né le 04 février 1985

A Metz (57)

AVERTISSEMENT

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

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur.

Ceci implique une obligation de citation et de référencement dans la rédaction de vos travaux.

D'autre part, toutes contrefaçons, plagiats, reproductions illicites encourt une poursuite

ANNEE 2017

N°

TITRE DE LA THESE

ENCLOUAGE CENTROMEDULLAIRE DES FRACTURES DIAPHYSAIRES DE L'HUMERUS :

LE VERROUILLAGE DISTAL EST-IL INDISPENSABLE ?

ETUDE RETROSPECTIVE CONTINUE COMPARATIVE DE 121 CAS :

VERROUILLAGE PROXIMAL VERSUS VERROUILLAGE BIPOLAIRE

THESE

présentée

à l'UFR des Sciences de Santé de Dijon
Circonscription Médecine

et soutenue publiquement le 05 mai 2017

pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par COLOMBI Romain

Né le 04 février 1985

A Metz (57)

Année Universitaire 2016-2017
au 1^{er} Janvier 2017

Doyen :

1^{er} Assesseur :

Assesseurs :

M. Frédéric HUET

M. Yves ARTUR

Mme Laurence DUVILLARD

M. Pablo ORTEGA-DEBALLON

M. Marc MAYNADIE

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

			Discipline
M.	Marc	BARDOU	Pharmacologie clinique
M.	Jean-Noël	BASTIE	Hématologie - transfusion
M.	Emmanuel	BAULOT	Chirurgie orthopédique et traumatologie
M.	Laurent	BEDENNE	Gastroentérologie et hépatologie
M.	Yannick	BEJOT	Neurologie
M.	Alain	BERNARD	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
M.	Jean-François	BESANCENOT	Médecine interne
Mme	Christine	BINQUET	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
M.	Bernard	BONIN	Psychiatrie d'adultes
M.	Philippe	BONNIAUD	Pneumologie
M.	Alain	BONNIN	Parasitologie et mycologie
M.	Bernard	BONNOTTE	Immunologie
M.	Olivier	BOUCHOT	Chirurgie cardiovasculaire et thoracique
M.	Belaïd	BOUHEMAD	Anesthésiologie - réanimation chirurgicale
M.	Alexis	BOZORG-GRAYELI	ORL
M.	Alain	BRON	Ophtalmologie
M.	Laurent	BRONDEL	Physiologie
M.	François	BRUNOTTE	Biophysique et Médecine Nucléaire
M.	Patrick	CALLIER	Génétique
M.	Jean-Marie	CASILLAS-GIL	Médecine physique et réadaptation
Mme	Catherine	CHAMARD-NEUWIRTH	Bactériologie - virologie; hygiène hospitalière
M.	Pierre-Emmanuel	CHARLES	Réanimation
M.	Pascal	CHAVANET	Maladies infectieuses
M.	Nicolas	CHEYNEL	Anatomie
M.	Alexandre	COCHET	Biophysique et médecine nucléaire
M.	Luc	CORMIER	Urologie
M.	Yves	COTTIN	Cardiologie
M.	Charles	COUTANT	Gynécologie-obstétrique
M.	Gilles	CREHANGE	Oncologie-radiothérapie
Mme	Catherine	CREUZOT-GARCHER	Ophtalmologie
M.	Frédéric	DALLE	Parasitologie et mycologie
M.	Serge	DOUVIER	Gynécologie-obstétrique
Mme	Laurence	DUVILLARD	Biochimie et biologie moléculaire
Mme	Laurence	FAIVRE-OLIVIER	Génétique médicale
Mme	Patricia	FAUQUE	Biologie et Médecine du Développement
Mme	Irène	FRANCOIS-PURSELL	Médecine légale et droit de la santé
M.	Pierre	FUMOLEAU	Cancérologie
M.	François	GHIRINGHELLI	Cancérologie
M.	Claude	GIRARD	Anesthésiologie – réanimation chirurgicale
M.	Vincent	GREMEAUX	Médecine physique et réadaptation
M.	Frédéric	HUET	Pédiatrie
M.	Pierre	JOUANNY	Gériatrie

M. Denis	KRAUSÉ	Radiologie et imagerie médicale
M. Sylvain	LADOIRE	Histologie
M. Gabriel	LAURENT	Cardiologie
M. Côme	LEPAGE	Hépatogastroentérologie
M. Romaric	LOFFROY	Radiologie et imagerie médicale
M. Luc	LORGIS	Cardiologie
M. Jean-Francis	MAILLEFERT	Rhumatologie
M. Cyriaque Patrick	MANCKOUNDIA	Gériatrie
M. Sylvain	MANFREDI	Hépatogastroentérologie
M. Laurent	MARTIN	Anatomie et cytologie pathologiques
M. David	MASSON	Biochimie et biologie moléculaire
M. Marc	MAYNADIE	Hématologie - transfusion
M. Thibault	MOREAU	Neurologie
M. Klaus Luc	MOURIER	Neurochirurgie
Mme Christiane	MOUSSON	Néphrologie
M. Paul	ORNETTI	Rhumatologie
M. Pablo	ORTEGA-DEBALLON	Chirurgie Générale
M. Jean-Michel	PETIT	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
M. Lionel	PIROTH	Maladies infectieuses
Mme Catherine	QUANTIN	Biostatistiques, informatique médicale
M. Jean-Pierre	QUENOT	Réanimation
M. Patrick	RAT	Chirurgie générale
M. Jean-Michel	REBIBOU	Néphrologie
M. Frédéric	RICOLFI	Radiologie et imagerie médicale
M. Paul	SAGOT	Gynécologie-obstétrique
M. Emmanuel	SAPIN	Chirurgie Infantile
M. Henri-Jacques	SMOLIK	Médecine et santé au travail
M. Éric	STEINMETZ	Chirurgie vasculaire
Mme Christel	THAUVIN	Génétique
M. Pierre	VABRES	Dermato-vénéréologie
M. Bruno	VERGÈS	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
M. Narcisse	ZWETYENGA	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie

PROFESSEURS ASSOCIES DES DISCIPLINES MEDICALES

M. Bruno	MANGOLA	Urgences
----------	----------------	----------

PROFESSEURS EN SURNOMBRE

M. Roger	BRENOT	(surnombre jusqu'au 31/08/2018)
M. Philippe	CAMUS	(surnombre jusqu'au 31/08/2019)
Mme Monique	DUMAS-MARION	(surnombre jusqu'au 31/08/2018)
M. Maurice	GIROUD	(surnombre jusqu'au 21/08/2018)
M. Pierre	TROUILLOUD	(surnombre du 05/02/2014 au 31/08/2017)

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES PRATICIENS HOSPITALIERS DES DISCIPLINES MEDICALES

			Discipline Universitaire
M.	Sylvain	AUDIA	Médecine interne
Mme	Shaliha	BECHOUA	Biologie et médecine du développement
Mme	Marie-Claude	BRINDISI	Nutrition
M.	Jean-Christophe	CHAUVET-GELINIER	Psychiatrie, psychologie médicale (Mobilité Novembre 2016 à 2017)
M.	Alexis	DE ROUGEMONT	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
M.	Hervé	DEVILLIERS	Médecine interne
M.	Olivier	FACY	Chirurgie générale
Mme	Ségolène	GAMBERT-NICOT	Biochimie et biologie moléculaire
Mme	Françoise	GOIRAND	Pharmacologie fondamentale
Mme	Agnès	JACQUIN	Physiologie
M.	Alain	LALANDE	Biophysique et médecine nucléaire
M.	Louis	LEGRAND	Biostatistiques, informatique médicale
Mme	Stéphanie	LEMAIRE-EWING	Biochimie et biologie moléculaire
M	Maxime	SAMSON	Médecine interne (Mobilité Novembre 2016 à 2017)
M.	Benoît	TROJAK	Psychiatrie d'adultes ; addictologie
M.	Paul-Mickaël	WALKER	Biophysique et médecine nucléaire

PROFESSEURS EMERITES

M.	Jean	CUISENIER	(01/09/2014 au 31/08/2017)
M.	Jean	FAIVRE	(01/09/2012 au 31/08/2018)
M.	Marc	FREYSZ	(01/09/2016 au 28/02/2017)
M	Philippe	GAMBERT	(01/09/2014 au 31/08/2017)
M.	Patrick	HILLON	(01/09/2016 au 31/08/2019)
M.	François	MARTIN	(01/09/2015 au 31/08/2018)
M.	Pierre	POTHIER	(01/09/2015 au 31/08/2018)

PROFESSEURS DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

M.	Jean-Noël	BEIS	Médecine Générale
----	-----------	------	-------------------

PROFESSEURS ASSOCIES DE MEDECINE GENERALE

M.	Didier	CANNET	Médecine Générale
M.	Gilles	MOREL	Médecine Générale
M.	François	MORLON	Médecine Générale

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES DE MEDECINE GENERALE

M.	Clément	CHARRA	Médecine Générale
M.	Rémi	DURAND	Médecine Générale
M.	Arnaud	GOUGET	Médecine Générale
Mme	Anne	WALDNER-COMBERNOUX	Médecine Générale

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

M.	Didier	CARNET	Anglais
M.	Jean-Pierre	CHARPY	Anglais
Mme	Catherine	LEJEUNE	Pôle Epidémiologie
M.	Gaëtan	JEGO	Biologie Cellulaire

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

Mme	Marianne	ZELLER	Physiologie
-----	----------	---------------	-------------

PROFESSEURS AGREGES de L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

Mme	Marceline	EVARD	Anglais
Mme	Lucie	MAILLARD	Anglais

PROFESSEURS CERTIFIES

Mme	Anaïs	CARNET	Anglais
M.	Philippe	DE LA GRANGE	Anglais
Mme	Virginie	ROUXEL	Anglais (Pharmacie)

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS DES DISCIPLINES PHARMACEUTIQUES

Mme	Evelynne	KOHLI	Immunologie
M.	François	GIRODON	Sciences biologiques, fondamentales et cliniques

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES PRATICIENS HOSPITALIERS DES DISCIPLINES PHARMACEUTIQUES

M.	Mathieu	BOULIN	Pharmacie clinique
M.	Philippe	FAGNONI	Pharmacie clinique
M.	Frédéric	LIRUSSI	Toxicologie
M.	Marc	SAUTOUR	Botanique et cryptogamie
M.	Antonin	SCHMITT	Pharmacologie

L'UFR des Sciences de Santé de Dijon, Circonscription Médecine, déclare que les opinions émises dans les thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend ne leur donner ni approbation, ni improbation.

COMPOSITION DU JURY

Président :

Pr BAULOT Emmanuel, Président, Chirurgie orthopédique et traumatologie, Dijon

Membres :

Pr TROUILLOUD Pierre, Chirurgie orthopédique et traumatologie, Dijon

Pr CASILLAS-GIL Jean-Marie, Médecine physique et réadaptation, Dijon

Dr LABATTUT Ludovic, Chirurgie orthopédique et traumatologie, Dijon

Dr VIARD Brice, Chirurgie orthopédique et traumatologie, Dijon, Directeur de Thèse

REMERCIEMENTS

A notre Maître et président du jury,

Monsieur le Professeur Emmanuel BAULOT.

Vous nous faites le très grand honneur de présider le jury de cette thèse.

Je vous prie d'accepter nos sincères remerciements.

Par votre maîtrise, tant théorique que pratique, de notre discipline qu'est la chirurgie orthopédique, vous nous avez inculqué les connaissances et la rigueur indispensable à sa pratique.

Je vous prie de trouver ici l'expression de notre profond respect.

A notre Maître et membre du jury,

Monsieur le Professeur Pierre TROUILLOUD.

Vous nous faites le très grand honneur de juger notre travail.

Je vous prie d'accepter nos sincères remerciements.

Votre personnalité et votre intarissable besoin d'éveiller et d'émanciper

les consciences ont fait de vous une figure emblématique

de l'Ecole de Médecine dijonnaise.

Je vous prie de trouver ici l'expression de notre reconnaissance et de

notre très sincère admiration.

A notre Maître et Membre du Jury,

Monsieur le Professeur Jean-Marie CASSILLAS-GIL.

Vous nous avez fait l'honneur de bien vouloir accepter de participer

au jury de cette thèse.

Vos connaissances et votre entrain sont un apport précieux aux spécialités

complémentaires que nous exerçons.

Soyez assuré de notre plus sincère reconnaissance.

A notre Maître et Membre du Jury,
Monsieur le Docteur Ludovic LABATTUT.

Tu me fais l'honneur de bien vouloir juger ce travail, après m'avoir trouvé ce sujet.

Ton activité et tes précieux conseils chirurgicaux
m'ont permis de progresser chirurgicalement parlant.

Mais c'est surtout cette énergie débordante dont tu fais preuve,
qui assure cette ambiance dans la famille de l'orthopédie dijonnaise
et que tous les autres centres ne peuvent que nous envier.

Sois assuré de ma gratitude et de mon plus grand respect
(jusqu'au clinicat où tu auras enfin un partenaire sportif
qui te fera souffrir sans le moindre respect !).

A notre Maître et directeur de thèse,
Monsieur le Docteur Brice VIARD.

Tu m'as fait l'honneur de diriger cette thèse, une première pour toi !
Tu as su m'orienter aux prémices de ce travail, qui semblait encore bien obscur,
tu as su m'épauler et m'encourager pendant toute la durée de cette étude,
et tu m'as permis de réaliser cette thèse en toute sérénité, et à ta manière.

Tout cela dans une très bonne ambiance.

Je te présente mes plus sincères remerciements et ma réelle reconnaissance.

En espérant voir évoluer ta famille, tes bouts de chou et ta villa Fixinoise,

Je te souhaite bon courage et le meilleur pour ton avenir.

A mes parents,

Pour l'exemple qu'ils ont pu être pour moi, pour toutes ces valeurs qu'ils ont su m'inculquer et qui ont fait de moi la personne que je suis devenue.

Pour la patience et l'énergie qu'il aura fallu pour élever un énergumène comme moi. Sans oublier, pour la quantité de nourriture non négligeable qui a été nécessaire !!

Une pensée pour ma maman qui j'en suis sûr aurait été très fière de moi.

Merci à mon papa qui a toujours été aimant et proche de moi, malgré la distance, ainsi qu'à Sylvie qui a toujours été là pour moi et m'a fait me sentir à ma place dans cette famille de gloutons (Ahh, ton marbré...).

A ma sœur,

Avec qui j'ai grandi et partagé tant de choses, pour qui je ferai n'importe quoi, sauf peut-être partager sans rechigner de la tarte au fromage...

A mes frères,

Avec qui, malgré la distance, des liens fraternels sincères ont pu être établis et perdureront à jamais !

Au reste de la famille

Ma phénoménale mamie Arlette, Cathy, Antoine, Fiona et Jérôme que j'adore retrouver.

Les COLOMBI au sens large à qui je pense si souvent :

mes cousines chéries Claire, Marie et Lorraine ainsi que toute leur famille respective, mes cousins déjantés du sud Max et Pierre (et leur chérie respective), et tous les autres cousins cousines. Mais également les un peu moins jeunes : Denis et Pascale (toujours prêt pour festoyer autour d'un bon plat de tortel' !), Betty et Maryse mes taties adorées, ainsi que tous les autres.

A la famille Soirat,

Annie Odile et Bruno pour leur gentillesse, Auré, Auriane, François et Laurent pour leur sympathie.

A mes amis de toujours,

Fred, Sylvain et Max, ce quatuor magique que nous avons toujours formé, avec tellement de souvenirs vécus ensemble depuis le collège. Peu parmi nous ont encore des cheveux, mais qu'à cela ne tienne, RDV au prochain « Tout foot » !!

Julie W, Emilie B, et Vianney mes inoubliables potes du lycée.

A Romain F,

amis inséparables depuis le premier jour de notre prépa, il y a déjà...non, ça fait trop mal de le dire !! Tu as toujours été là quand il le fallait, dans les bons comme dans les moins bons moments, et cela, malgré ce gouffre qui nous sépare au niveau de l'âge. Merci pour toutes ces expériences vécues ensemble, et j'ai hâte de vivre les prochaines ! Et comment te remercier pour toute ton implication dans ce travail, tout ce temps passé pour me permettre d'écrire $p < 0,05$!! Et merci aussi à ta chérie extra(vagante) que l'on ne peut qu'adorer, vive l'opéra allemand !!

Aux affreux de Nancy,

Romain D, ma moitié pendant toutes ces années médecine, mon coach, mon ami, mon confident, mon motivateur. Merci pour avoir été tout ça ! A sa papuche de femme (sa wife) et sa joie de vivre.

Alex S pour avoir fait partie de ce trio magique, et qui joue du zizi comme un grand maintenant. Et au reste de la bande de fou : Benohit et Anna, PC (tu vois, toi tu es cité !) et la naine, Blondin et sa rousse d'épicière, Fuego et ses kiwis, Jeancol et sa bonne humeur, et aux amis par alliance Alexis, Virg, Xav et Nono. Tellement de moments partagés tous ensemble, pourvu que ça dure !!

A tous les autres qui ont été là à un moment dans mon parcours : Gravier, Fallope, Cyrille B, Morgane B, et tant d'autres.

Aux sennonais au sein de l'internat de l'amour,

Pinat (et son bon coup de pédale !) et Mel, Lulu, Jon ma loutre, Davidou et Gégé, PE et Emilie, Chloe, l'inimitable Nico, Camille D (la Dup qui adore se la couler douce sur son île lointaine !), Julien P, La pine de Moser, Juliette B

Aux mâconnais,

Ghisou, Christophe N et Camille, Anne-So G (vivement septobre !), Julie B (et ses ptites bulles !) et François B, Elise, Seb P, David B, Caro K, Guillaume B, Aurélien G, Yvan, Aurélien S, Thomas E, Sonia D, Estelle C, Valentin C et Philippine R, Guillaume B et Solène L, Margaux, Hugo, Axel, Delphine, Charly, Roro et sa Caro, Aulnay B, JC Crépin, Guillaume A, Claire Marie ma voisine (vive les machines !!), Khalil R, JC Morawski, Luciole, Remy, Lesloose, Charline et ses WC, Yann B, Lambert, Matthieu M, Dame Hesse, Marie D, Kinan. Greg S, Melitine

Aux Dijonnais,

En commençant évidemment par toi Adri, mon co-interne de toujours, toujours là, un vrai pote pour la déconne, le sport mais également le taff, à sa manière (avec ses indescriptibles Bevandades). Mais cela n'est que le début d'une grande aventure ! A une jeune inconnue que tu as rencontrée lors d'une soirée exceptionnelle. Merci Caro pour ta bonne humeur permanente, ton sourire, ta joie de vivre et tes grimaces réunionnaises magiques au père dudo.

A tous les autres comme Jojo, Pierre C et Gaelle, Quentin et Anne Claire, Christina et Ismael, Mathilde et Nico.

A tous mes co-internes de près ou de loin : Manchi, JS, Valou, Said, Kalk, Laviguel, Tito, Meumeu, kekette, Sucette, Paco, Courtepine, Philou, Plassard, Alice et Oregan (les morues), Lorenzo, Flo et Benjamin N.

A tous mes chefs dijonnais, pour ce que vous m'avez appris : Ludo, Yann, Prik, Charbel, Fan-Tomes, Mandrin, Valou, Pierre, Manchi, Brice, Devil, Lydie, Jean-Delph, Anne N et JDM the legend.

Aux services qui m'ont accueilli,

CH de Sens avec les Drs Rambaud, Pelaez, Asali et Gudarzinejad pour cette première année riche de nouvelles expériences.

CH de Mâcon avec les Drs Lacour, Ezzahoui (mille mercis pour être qui tu es Abdel), Barberichaud et Massouh pour ces 3 semestres qui resteront gravés dans ma mémoire à tout jamais.

La clinique de Dracy avec Pierre Yves qui m'a accueilli en toute simplicité, me permettant d'enrichir ma culture chirurgicale.

Le service de pédiatrie du CHU avec tout son personnel chaleureux et sympathique, et un merci spécial à mes co-internes (Flo-n'a-qu'une-main et Meumeu) qui m'ont permis de réaliser ce travail sans prise de tête avec l'emploi du temps.

Et évidemment un grand merci au service d'orthopédie-traumatologie pour tous ces moments, parfois difficiles, passés dans ces murs, mais devenus supportables grâce à tout le personnel : Aline (et ta jeunesse éternelle !), Souad la cousine, Mylene le tracteur, Elise gigi, Jeanne, Julie (t'inquiète pas j'ai pas oublié ta mirabelle !), Anne-cha, sans oublier les consultations avec kiki et céline, ni toutes les secrétaires qui m'auront bien aidé, et à tous les autres que je n'ai pas pu citer un grand merci également !

Egalement un merci aux équipes des blocs dijonnais de l'HE, du PTI et de l'ortho avec entre autre Céline et Stéphane évidemment!

**Et comme je garde toujours le meilleur pour la fin,
A Ambé,**

merci de m'avoir soutenu depuis le début, pour avoir été là quand il le fallait,
malgré ma mauvaise humeur quand je ne pouvais pas faire de sport.

C'est uniquement grâce à toi que tout cela a été possible, cette thèse,
mais également l'accomplissement de ces longues études qui demandent de la ressource
que tu as su m'apporter... Pour tout cela je te remercie.

Aussi pour avoir été une secrétaire particulière fort efficace et agréable dans cette étude
qui aura demandé beaucoup de temps.

Du temps que je n'ai pu te consacrer, mais sache que je compte bien me rattraper.

Merci également pour tout le bonheur que tu m'offres avec ton sourire,
pour tout l'amour dont tu as su me combler,
et pour cette vie heureuse qui s'écoule à tes côtés depuis maintenant 4 ans.

Je ne pourrais jamais assez te remercier pour tout cela,
mais je pourrais t'aimer du mieux que je le peux, et c'est bien ce que je compte faire.

SERMENT D'HIPPOCRATE

"Au moment d'être admis(e) 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.

Admis(e) dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu(e) 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 déshonoré(e) et méprisé(e) si j'y manque."

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	2
SERMENT D'HIPPOCRATE	9
TABLE DES MATIERES	15
TABLE DES TABLEAUX.....	16
TABLE DES FIGURES.....	17
LISTE DES SIGLES OU ABREVIATIONS.....	18
1 Introduction	19
2 Materials and methods	20
2.1 Study design	20
2.2 Interventions	20
2.3 Outcomes.....	21
2.4 Statistical analysis.....	22
3 Results	23
3.1 Baseline data.....	23
3.2 Outcomes	23
3.2.1 Primary outcome	23
3.2.2 Secondary outcomes	24
4 Discussion	25
5 Conclusion.....	29
6 References	30
7 Tables	34
8 Figures.....	38

TABLE DES TABLEAUX

Table I Patients' characteristics.....	34
Table II Baseline characteristics	35
Table III Results (except clinical results)	36
Table IV Clinical results.....	37

TABLE DES FIGURES

Figure 1: Participant flow for all patients included in 3 sub-groups (X-ray, Clinical, Radiation time).

WDI, Without Distal Interlocking group; DI, Distal Interlocking group..... 38

Figure 2: Left-arm bifocal fracture managed by IMN without distal interlocking.

1. X-ray before surgery 2. X-ray just after surgery 3. Control X-ray at 6 months..... 39

Figure 3: Left-arm transverse fracture managed by IMN without distal interlocking.

1. X-ray before surgery 2. X-ray just after surgery 3. Control X-ray at 6 months..... 39

Figure 4: Comparison of consolidation distribution between the group without and with distal

interlocking (p=0.65). WDI, Without Distal Interlocking; DI, Distal Interlocking. 40

Figure 5: Comparison of 6-month follow-up results between the two groups.

WDI, Without Distal Interlocking group; DI, Distal Interlocking group..... 41

Figure 6: Pearson's correlation between SSV and CSSabs, SSV and CSSrel, SEV and MEPS.

r, Pearson's correlation coefficient; SSV, Subjective Shoulder Value; CSSabs, Absolute Constant Score; CSSrel, Relative Constant Score; SEV, Subjective Elbow Value; MEPS, Mayo Elbow

Performance Score. 42

LISTE DES SIGLES OU ABREVIATIONS

AO : ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR OSTEOSYNTHESEFRAGEN

AO/OTA : AO FUNDATION AND ORTHOPAEDIC TRAUMA ASSOCIATION

ASA PS : AMERICAN SOCIETY OF ANESTHESIOLOGISTS PHYSICAL STATUS

BMI : BODY MASS INDEX

CSS_{ABS} : CONSTANT SCORE ABSOLUTE

CSS_{REL} : CONSTANT SCORE RELATIVE

DI : DISTAL INTERLOCKING GROUP

IMN : INTRA MEDULLARY NAILING

MEPS : MAYO ELBOW PERFORMANCE SCORE

NA : NOT APPLICABLE

PRP : PLATELET RICH PLASMA

SEV : SUBJECTIVE ELBOW VALUE

SD : STANDARD DEVIATION

SSV : SUBJECTIVE SHOULDER VALUE

VAS : VISUELLE ANALOGIQUE SCALE

WDI : WITHOUT DISTAL INTERLOCKING GROUP

1 Introduction

La technique de référence d'enclouage centromédullaire des fractures de la diaphyse humérale, décrite par Schellmann(1), nécessite un verrouillage bipolaire pour juguler les contraintes en rotation et permettre la consolidation osseuse. Néanmoins, les difficultés techniques(2) du verrouillage distal entraînent une augmentation de la iatrogénie : la durée d'intervention chirurgicale, la durée de scopie per-opératoire(3) responsable d'une exposition supplémentaire aux radiations pour le patient et l'équipe chirurgicale, ainsi que le nombre d'incisions exposant aux risques vasculonerveux(4–7). Meyrueis a montré en 2004(8) qu'une « instabilité modérée » du foyer favorise la consolidation pendant environ 6 semaines suivant la fracture.

Face aux inconvénients du verrouillage distal et en suivant le principe d'instabilité de Meyrueis, les fractures diaphysaires d'humérus chez les patients jeunes opérés dans notre institution, ont bénéficié d'un enclouage sans verrouillage distal ; la stabilité étant assurée par les frottements endomédullaires.

Devant des premiers résultats encourageant, nous avons émis l'hypothèse que l'enclouage sans verrouillage distal pouvait être indiqué pour l'ensemble de la population.

L'objectif de cette étude était de démontrer qu'il n'y avait pas de différence en termes de consolidation et/ou de résultat fonctionnel entre les deux groupes d'enclouage : avec ou sans verrouillage distal.

2 Materials and methods

2.1 Study design

We carried out a retrospective analysis of a consecutive non-selected series of all humeral shaft fractures treated with IMN in our department from January 1, 2009 to September 31, 2016. During this period, 161 patients were treated for humeral shaft fractures. Inclusion criteria were all patients >18years old with a humeral shaft fracture (all types), between January 1st 2009 and September 31st 2016, treated first by IMN. The following exclusion criteria were applied: follow-up under 6 months, pathological fractures, short IMN, IMN without interlocking, and other first treatments (functional bracing, plate and stable elastic intramedullary nailing). Diaphyseal humeral fractures were defined according to the AO/OTA classification as occurring below the surgical neck proximally and above the supracondylar ridge distally. All fractures were classified using the AO/OTA classification system(9). A total of 120 patients with 121 fractures met the inclusion criteria: 74 in the WDI group and 47 in the DI group. Characteristics of the included patients are summarized in Table I.

2.2 Interventions

Patients were positioned supine with 30° of inclination and a small cushion placed under the medial scapular area. General anaesthesia was administered. The incision was made, beginning at the anterior tip of the acromion. The deltoid was split, separating its anterior and middle thirds from the acromion. An incision was made on the supraspinatus tendon in the line with muscle fiber orientation, medial to the greater tuberosity. The medullary canal was opened with an awl. The entry point was made under fluoroscopy control. After manual reduction and adequate measurements had been made using fluoroscopy, a solid humeral nail (Multiloc, T2, Versa and Trigen) was inserted. Nails could be inserted with or without

reaming; reaming was performed if there was uncertainty about whether a nail could be inserted easily without reaming. Then, locking screws were inserted; from the anterior to the posterior for distal locking, using fluoroscopy control. The distraction at the fracture site could be prevented during antegrade nailing by pushing or thumping the elbow after proximal locking. And finally, the rotator cuff tendon and deltoid were carefully repaired.

2.3 Outcomes

Three analyses were carried out in this population according to the subgroup (Fig. 1). The primary outcome was the consolidation at 6 months assessed on all X-rays available (n = 106) (Fig. 1). Consolidation was defined by the presence of a callus bridging at least three of four cortices. Nonunion was defined as failure of radiological union at six months. The second criterion was the final clinical outcome, after at least 6 months of follow-up, using usual scores for the shoulder (Constant(10), Subjective Shoulder Value (SSV)) and the elbow (Mayo Elbow Performance Score (MEPS)(11), Subjective Elbow Value (SEV)). On follow-up, all available patients (n=37 in the WDI group and 26 in the DI group) (Fig. 1) were examined concerning pain (VAS), elbow (MEPS, SEV) and shoulder function (SSV, Constant) and satisfaction. Studies(12,13) have validated SSV and SEV to assess shoulder and elbow function, respectively. This is why patients who could not attend these examinations, (n=18 in WDI group and 15 in DI group) (Fig. 1) were interviewed by phone to collect VAS, SSV, SEV and satisfaction. We also checked the correlation between SSV/Constant and SEV/MEPS scores with Pearson's correlation coefficient, to validate our telephone interview results. Additional analyses including hospitalization duration, operating time, fluoroscopy time, immobilization duration, and complications were done. All patients' files were searched for fluoroscopy time and the time, when available, was noted.

2.4 Statistical analysis

Descriptive statistics were reported as means (standard deviations) for continuous variables and numbers (percentages) for discrete variables. A Mann-Whitney U test was used to analyze clinical outcomes (VAS, SSV, Constant absolute and relative, SEV, MEPS). A Welch two sample t-test was used to analyze age, BMI immobilization duration, operative time and fluoroscopy time. A Pearson's Chi-squared test was used to analyzed gender, comorbidities, affected side and fracture type, and a Fisher's exact test was used to compare patient lateralization, open or closed fractures, fracture localization and consolidation. Finally, Pearson's correlation test was used to correlate SSV/SEV and CSS/MEPS.

$P < .05$ was considered statistically significant.

3 Results

3.1 Baseline data

Patients stayed in hospital for an average of 8.74 ± 9.94 days (range: 1-57 days). The mean time between the fracture and the surgical treatment was 1.93 ± 2.87 days, varying from 0 to 18 days in both groups. 53 patients had associated lesions including 18 head traumas. There were 11 nerve palsies (10 radial palsies and 1 brachial plexus), including 4 postoperative palsies (2 per group), and all of the radial palsies resolved spontaneously. Other baseline data are summarized in Table II. No differences were detected between the groups regarding age, sex, BMI, trauma mechanism, AO classification, open or closed fractures, associated lesions, laterality and radial nerve palsies.

3.2 Outcomes

3.2.1 Primary outcome

The analysis of 106 X-rays (Fig. 1) showed no significant difference between the two groups concerning fracture union. X-rays are presented in Fig.2 and Fig.3 in order to show the consolidation without distal interlocking. Consolidation at 6 months was 89.06% for the WDI group and 83.33% for the DI group ($p=0.5081$, Fisher's Exact Test). At the last follow-up, consolidation was 93.75% for the WDI group and 95.24% for the DI group ($p=0.6462$, Fisher's Exact Test) (Fig. 4). Thus, 6 nonunions were highlighted, with equal distribution between the WDI ($n=4$) and DI ($n=2$) group. All nonunions were eutrophic ($n=5$) or atrophic ($n=1$), with all eutrophic nonunions in the WDI group. The results are summarized in Table III.

3.2.2 Secondary outcomes

3.2.2.1 Clinical outcomes

98 patients were either examined or interviewed by telephone, with 56 in the WDI group and 42 in the DI group. 1 patient in each group was paralysed and could not be examined; they were thus excluded for the clinical results. 63 were examined and 33 interviewed (Fig. 1). The mean follow-up time was 32.21 ± 21.88 months (range, 6-87 months). After at least six months of follow-up, patients in the WDI group showed no difference in any scores compared with the DI group (Fig. 5). Pain was similar in both groups with VAS scores at 2.20 ± 2.10 in the WDI group and 1.68 ± 1.99 in the DI group ($p=0.1541$, Mann-Whitney-Wilcoxon Test). All clinical results are summarized in Table IV. This study highlighted a very high correlation (>0.8) between SEV and MEPS ($r=0.92$, $p<2.2e-16$, Pearson's correlation test), and a high correlation ($0.5<r<0.8$) between SSV and CSSabs ($r=0.72$, $p=1.87e-11$, Pearson's correlation test) or SSV and CSSrel ($r=0.62$, $p=7.38e-08$, Pearson's correlation test) (Fig. 6).

3.2.2.2 Operative time and fluoroscopy use

There was a significant difference between the 2 groups for the total surgical time, collected for all patients, with a mean of 63.09 ± 21.30 minutes for the WDI group and 87.96 ± 30.11 minutes for the DI group ($p=4.76e-06$, Welsh test) (Fig. 5). In the same way, there was also a significant difference for fluoroscopy time during surgery, collected for 74 of all procedures (Fig.1), with a mean of 59.06 ± 30.30 seconds for the WDI group and 100.36 ± 48.98 seconds for the DI group ($p=4.17e-05$, Welsh test). The results are summarized in Table III.

4 Discussion

No previous study has compared IMN with and without distal interlocking for humeral shaft fractures. This study showed no differences between IMN with proximal interlocking alone and IMN with bipolar interlocking for bone union, shoulder function, elbow function and pain. Outcomes were good to excellent in 80.00% and 82.93% of the WDI and DI groups, respectively (Fig. 5). Nevertheless, 6 patients (5.66%) had nonunion (4 in WDI and 2 in DI) at the last follow-up. Among these, 1 patient died, 1 old patient did not want new surgery, 1 patient was followed in another department and had not yet undergone surgery and 3 had new surgeries (PRP injection). There were not enough patients to draw any statistically valid conclusions about predictive factors for non-union. However, middle third and transversal fractures seemed to be predictive factors as these were present in 83.33% and 50% of nonunions, respectively. On the other hand, this study showed a significant difference for two operating parameters: operating time and fluoroscopy time. These results seem to be reliable as there were no differences between the two groups, or between subgroups, concerning populations and fractures.

The limitations of this study are commensurate with those inherent to any retrospective study and include the lack of randomization of treatment modalities. There was potential bias in the selection of patients for interlocking procedures or not, and memory bias for the duration of immobilization, for instance. In addition, the time between X-rays varied among patients, as some patients had no control X-rays between the post-operative X-ray and the X-ray at the last follow-up. This is why the mean time to consolidation could not be assessed, but we could assess the consolidation rate at 6 months (criterion for nonunion) and at the last follow-up. Therefore, the consolidation time is probably overestimated (Fig. 4). On the assumption that consolidation is no longer possible after the 6th month, the absence of radiological

consolidation beyond 6 months can be regarded as nonunion. In the same way, any radiographic image done after 6 months and showing consolidation can be regarded as consolidation before 6 months. By taking this interpretation into account, consolidation at 6 months can be extrapolated to 93.75% for the WDI group and 95.24% for the DI group (Fig. 4).

For this study, it was necessary to create subgroups to assess consolidation, clinical results, and radiation time. Consequently, fewer patients were considered in each subgroup. Radiation time was searched for in every patient's record but not all records contained radiation reports. Moreover, when a patient had several procedures involving fluoroscopy during surgery, fluoroscopy time had to be excluded. Calculation of the Constant score and MEPS score required the examination of patients, which was not possible when the patient was unavailable (living far away, deceased, refusal), and is why the SSV and SEV were used for all patients contacted by telephone.

Gilbart(12) and Schneeberger(13), respectively, showed a very high correlation ($r = 0.80$) between the SSV and the Constant score, and a high correlation ($r = 0.67$) between the SEV and MEPS. In this study, a high correlation ($r = 0.72$ and 0.62) was found between the SSV and CSSabs and CSSrel, respectively, and a very high correlation ($r = 0.92$) was found between the SEV and MEPS (Fig. 6). These correlations allowed us to extrapolate clinical results for all patients, even those who had the SSV and SEV but not the CSS or MEPS. It therefore increased the number of patients included for the clinical results.

Shoulder stiffness is a significant problem in antegrade nailing(14–20), which can be minimized if care is taken to prevent proximal protrusion of the nail and to repair the rotator cuff properly. As the nailing technique is the same for isolated proximal locking and bipolar locking, it was logical to obtain equivalent clinical outcomes in this study. In addition, the clinical results concerning the Constant score were similar to those reported by Gaullier et al.

in 1999(21) or Cuny et al. in 2007(22). However, as the subjective SSV and SEV scores have not yet been assessed after humerus nailing, our results cannot be compared with the literature. Locking the nails exposes patients to a risk of neurovascular damage, as reported by Lefèvre et al.(6) or Bono et al.(5). Proximal locking can damage the axillary nerve and the tendon of the long head of the biceps. Similarly, numerous studies(4,6,7,23) have shown the risks concerning the brachial artery and the radial, median and ulnar nerves associated with distal lateromedial locking; or concerning the musculocutaneous nerve during anteroposterior locking. In our series, there were no such complications in either group. Nonetheless, the use of isolated proximal locking avoids these risks. The use of nailing without locking goes back to the basic principles of nailing described in 1945 by Kuntscher(24). This approach was then developed, notably by Klemm and Schellmann(1), with the introduction of locking to counter rotation forces.

Only three recent studies have reported nailing with isolated proximal locking. Cuny et al.(22) were the first to describe the use of nailing without distal locking in their study comparing three types of distal locking for their Telegraph nail (Static, dynamic, without locking). They concluded that nailing with dynamic locking was better than nailing with isolated proximal locking, which in turn was better than bipolar locking. These conclusions seem to be in keeping with our results. In 2013, Tyllianakis(2) studied a cohort of 64 patients with isolated proximal locking and concluded that this technique, even though in contradiction with biomechanical studies, gave good results for consolidation. The findings from our comparative study are in line with those of the Tyllianakis study. In a case report in 2015(25) Inal et al. described good results and concluded that this technique could be used in appropriate cases. This study showed an average rate of consolidation of 94.34% (93.75% for the WDI group and 95.24% for the DI group), which is similar to rates in the literature. Indeed, in the literature(2,20–23,26–38), the bone union rate for IMN ranges from 82.6% for

Passuti et al. in 2004(33) to 100% for Kempf et al. in 1994(39) or Osman et al. in 1998(32). The mean time to consolidation of 16 weeks found in this retrospective study, even though overestimated, is in keeping with published studies in which times range from around 8 weeks for Hall(30), Coudane(40) and Osman(32), to 20 weeks for Taglang(38). Unlike other studies(22,27,41–44), which reported that insufficient or absent distal locking was a risk factor for nonunion, our comparative study found no significant difference between the WDI and DI groups. In this study, there were six cases of nonunion (5.66% of fractures), which is too few to draw any significant conclusions. In 2004, the Passuti symposium(33) found that an age between 15 and 35 years was a risk factor for nonunion. In our study, the mean age of patients with nonunion was 41 years. Among these, three patients were between 15 and 35 years old and the three others were aged 52, 64 and 72 years. Several studies have reported that smoking(33,41,44), transversal fractures(44–47) or fractures in the middle third(44,48) were risk factors for nonunion. In our study, these factors were present in 50%, 50% and 83.3% of nonunions, respectively, which seems to corroborate data in the literature. Other factors described in the literature(8,37,41,44,45,48,49) such as open fractures, obesity, diabetes, alcohol abuse, comminution or distraction of the fracture were not found in this study. This finding needs to be interpreted with caution given the small number of nonunions and the low statistical value of these parameters.

The surgery time for bipolar locking found in this study (87min) was similar to that in the rare data in the literature, ranging from 59(29) to 85min(36).

No studies have investigated the dose of radiation delivered to patients during intramedullary nailing of the humerus, and in particular for distal locking. Concerning this parameter, our study provided a strong argument in favour of nailing without distal locking as it led to a significant reduction of exposure to radiation for both the patient and the surgical team.

5 Conclusion

La neutralisation des contraintes en rotation par verrouillage bipolaire des clous centromédullaires, décrit en 1972 par KLEMM et SCHELLMANN, n'a été remis en cause que de manière marginale. En se basant sur des études biomécaniques et radio-cliniques, le verrouillage bipolaire est considéré comme indispensable au contrôle rotatoire et à la bonne consolidation osseuse des fractures de la diaphyse humérale.

Notre étude démontre que le verrouillage proximal isolé, dans l'enclouage centromédullaire huméral, donne des résultats similaires en termes de consolidation et de résultats fonctionnels par rapport à la technique de référence, le verrouillage bipolaire.

La suppression du verrouillage distal permet d'éliminer les risques vasculonerveux qui y sont liés, tout en diminuant significativement la durée d'intervention chirurgicale et la durée d'exposition aux radiations iatrogènes des amplificateurs de brillance. En pratique clinique, le verrouillage proximal exclusif diminue les risques autant pour le patient que pour l'opérateur.

A la lumière de cette étude, le rapport bénéfice-risque du verrouillage proximal isolé apparaît favorable, le verrouillage bipolaire ne semble donc pas recommandé. Et ce, quels que soient la localisation, le type, ou le degré de comminution des fractures de diaphyse humérale non pathologiques.

Le Président du jury,



Pr. BAULOT.E

Vu et permis d'imprimer

Dijon, le 6 AVRIL 2017

Le Doyen



Pr. F. HUET

6 References

1. Klemm K, Schellmann WD. [Dynamic and static locking of the intramedullary nail]. *Monatsschr Unfallheilkd Versicher Versorg Verkehrsmed.* déc 1972;75(12):568-75.
2. Tyllianakis M, Tsoumpas P, Anagnostou K, Konstantopoulou A, Panagopoulos A. Intramedullary nailing of humeral diaphyseal fractures. Is distal locking really necessary? *Int J Shoulder Surg.* juin 2013;7(2):65.
3. Ehlinger M, Adam P, Taglang G, Lefevre C, Bonnomet F. Techniques chirurgicales de l'enclouage centromédullaire des os longs. *EMC - Tech Chir - Orthopédie - Traumatol.* déc 2012;7(4):1-12.
4. Blyth MJG, Macleod CMB, Asante DK, Kinninmonth AWG. Iatrogenic nerve injury with the Russell-Taylor humeral nail. *Injury.* mars 2003;34(3):227-8.
5. Bono CM, Grossman MG, Hochwald N, Tornetta P. Radial and axillary nerves. Anatomic considerations for humeral fixation. *Clin Orthop.* avr 2000;(373):259-64.
6. Lefèvre C, Liot M, Jacq J-J, Perruez H. Contexte anatomique de l'humérus. *Rev Chir Orthopédique Traumatol.* sept 2004;90(Sup 5):134.
7. Rupp RE, Chrissos MG, Ebraheim NA. The risk of neurovascular injury with distal locking screws of humeral intramedullary nails. *Orthopedics.* juill 1996;19(7):593-5.
8. Meyrueis J-P, Cazenave A. Consolidation des fractures. *EMC - Rhumatol-Orthopédie.* mars 2004;1(2):138-62.
9. Muller ME. Classification AO des fractures Tome 1 : les os longs. Springer. 1987. 206 p.
10. Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop.* janv 1987;(214):160-4.
11. Cusick MC, Bonnaig NS, Azar FM, Mauck BM, Smith RA, Throckmorton TW. Accuracy and reliability of the Mayo Elbow Performance Score. *J Hand Surg.* juin 2014;39(6):1146-50.
12. Gilbert MK, Gerber C. Comparison of the subjective shoulder value and the Constant score. *J Shoulder Elbow Surg.* déc 2007;16(6):717-21.
13. Schneeberger AG, Kösters MC, Steens W. Comparison of the subjective elbow value and the Mayo elbow performance score. *J Shoulder Elbow Surg.* mars 2014;23(3):308-12.
14. Bhandari M, Devereaux PJ, McKee MD, Schemitsch EH. Compression plating versus intramedullary nailing of humeral shaft fractures--a meta-analysis. *Acta Orthop.* avr 2006;77(2):279-84.
15. Kurup H, Hossain M, Andrew JG. Dynamic compression plating versus locked intramedullary nailing for humeral shaft fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011;(6):CD005959.

16. Ma J, Xing D, Ma X, Gao F, Wei Q, Jia H, et al. Intramedullary nail versus dynamic compression plate fixation in treating humeral shaft fractures: grading the evidence through a meta-analysis. *PloS One*. 2013;8(12):e82075.
17. Ouyang H, Xiong J, Xiang P, Cui Z, Chen L, Yu B. Plate versus intramedullary nail fixation in the treatment of humeral shaft fractures: an updated meta-analysis. *J Shoulder Elb Surg Am Shoulder Elb Surg*. mars 2013;22(3):387-95.
18. Wang X, Chen Z, Shao Y, Ma Y, Fu D, Xia Q. A meta-analysis of plate fixation versus intramedullary nailing for humeral shaft fractures. *J Orthop Sci Off J Jpn Orthop Assoc*. mai 2013;18(3):388-97.
19. Zhao J-G, Wang J, Wang C, Kan S-L. Intramedullary nail versus plate fixation for humeral shaft fractures: a systematic review of overlapping meta-analyses. *Medicine (Baltimore)*. mars 2015;94(11):e599.
20. Zheng X, Liu M, Duan X, Shu T, Xiang Z. Antegrade locked intramedullary nailing versus dynamic compression plating for humeral shaft fractures in adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 29 sept 2011;22(6):443-7.
21. Gaullier O, Rebaï L, Dunaud J, Moughabghab M, Benaïssa S. Traitement des fractures récentes de la diaphyse humérale par enclouage centro-médullaire verrouillé selon Seidel. *Rev Chir Orthopédique Traumatol*. août 1999;85(4):349.
22. Cuny C, Irrazi M, Ionescu N, Locquet V, Chaumont P-L, Berrichi A, et al. Le clou Telegraph® long dans les fractures de l'humérus. *Rev Chir Orthopédique Traumatol*. oct 2007;93(6):564-70.
23. Pidhorz L. Acute and chronic humeral shaft fractures in adults. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR*. févr 2015;101(1 Suppl):S41-49.
24. Küntscher G. The intramedullary nailing of fractures. *J Orthop Trauma*. août 2014;28 Suppl 8:S3-10.
25. Inal S, Inal C, Taspınar B. Presentation of a Humeral Shaft Fracture Treated by Locked Intramedullary Nailing With Unlocked Technique. *Trauma Mon*. août 2015;20(3):e19452.
26. Aparé T, Lahogue J-F, Prové S, Hubert L, Talha A, Cronier P, et al. Traitement des fractures récentes de la diaphyse humérale par enclouage centromédullaire verrouillé rétrograde. *Rev Chir Orthopédique Traumatol*. janv 2006;92(1):19-26.
27. Asencio G, Buscayret F, Trabelsi A, Bertin R, Hammami R, Megy B, et al. Enclouage verrouillé des fractures diaphysaires récentes de l'humérus. *Rev Chir Orthopédique Traumatol*. déc 2001;87(8):749-57.
28. Crates J, Whittle AP. Antegrade interlocking nailing of acute humeral shaft fractures. *Clin Orthop*. mai 1998;(350):40-50.

29. Fan Y, Li Y-W, Zhang H-B, Liu J-F, Han X-M, Chang X, et al. Management of Humeral Shaft Fractures With Intramedullary Interlocking Nail Versus Locking Compression Plate. *Orthopedics*. sept 2015;38(9):e825-829.
30. Hall RF. Closed intramedullary fixation of humeral shaft fractures. *Instr Course Lect*. 1987;36:349-58.
31. Ingman AM, Waters DA. Locked intramedullary nailing of humeral shaft fractures. Implant design, surgical technique, and clinical results. *J Bone Joint Surg Br*. janv 1994;76(1):23-9.
32. Osman N, Touam C, Masmajeun E, Asfazadourian H, Alnot JY. Results of non-operative and operative treatment of humeral shaft fractures. A series of 104 cases. *Chir Main*. 1998;17(3):195-206.
33. Passuti N, Waast D, Piétu G, Gouin F. Complications de la consolidation osseuse : les pseudarthroses. *Rev Chir Orthopédique Traumatol*. sept 2004;90(Sup 5):160.
34. Patino JM. Treatment of humeral shaft fractures using antegrade nailing: functional outcome in the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg*. août 2015;24(8):1302-6.
35. Robinson CM, Bell KM, Court-Brown CM, McQueen MM. Locked nailing of humeral shaft fractures. Experience in Edinburgh over a two-year period. *J Bone Joint Surg Br*. juill 1992;74(4):558-62.
36. Rommens PM, Kuechle R, Bord T, Lewens T, Engelmann R, Blum J. Humeral nailing revisited. *Injury*. déc 2008;39(12):1319-28.
37. Sahu RL, Ranjan R, Lal A. Fracture union in closed interlocking nail in humeral shaft fractures. *Chin Med J (Engl)*. 5 juin 2015;128(11):1428-32.
38. Taglang G, Lamponi F. L'enclouage des fractures diaphysaires de l'humérus. *Rev Chir Orthopédique Réparatrice Appar Mot*. 1 sept 2004;90(5):45-8.
39. Kempf I, Heckel T, Pidhorz LE, Taglang G, Grosse A. L'enclouage verrouillé selon Seidel des fractures diaphysaires humérales récentes 41 cas revus sur 48 fractures. *Rev Chir Orthopédique Traumatol*. févr 1994;80(1):5.
40. Coudane H, Huttin P, Hardy P, Benoît J. Fractures de la diaphyse humérale. *EMC - Appar Locomoteur*. 1995;1-0(Article 14-039-A-10).
41. Bonneville P. Fractures diaphysaires de l'adulte (fractures pathologiques exclues). *EMC - Appar Locomoteur*. janv 2006;1(1):1-13.
42. Mazirt N, Tobenas A-C, Roussignol X, Duparc F, Dujardin F-H. Etude expérimentale de la stabilité primaire des enclouages centro-médullaires verrouillés de la diaphyse humérale. *Rev Chir Orthopédique Traumatol*. déc 2000;86(8):781.
43. Pollon T, Bonneville N, Mansat P, Rongieres M, Delclaux S, Laumonerie P, et al. Pseudarthrose itérative de la diaphyse humérale. Mise en évidence des facteurs d'échec : à propos de 16 cas. *Rev Chir Orthopédique Traumatol*. nov 2015;101(7):S151-2.

44. Segonds J-M, Alnot J-Y, Masmajeau E. Pseudarthroses et retards de consolidation aseptiques de la diaphyse humérale. Rev Chir Orthopédique Traumatol. avr 2003;89(2):107-14.
45. Healy WL, White GM, Mick CA, Brooker AF, Weiland AJ. Nonunion of the humeral shaft. Clin Orthop. juin 1987;(219):206-13.
46. Paris P, Tropicano P, D'Orval BC, Chaudet H, Poitout D-G. Fractures diaphysaires de l'humérus : ostéosynthèse systématique par plaque. Rev Chir Orthopédique Traumatol. juill 2000;86(4):346.
47. Westrick E, Hamilton B, Toogood P, Henley B, Firoozabadi R. Humeral shaft fractures: results of operative and non-operative treatment. Int Orthop. févr 2017;41(2):385-95.
48. Loomer R, Kokan P. Non-union in fractures of the humeral shaft. Injury. 1 janv 1975;7(4):274-8.
49. Foulk DA, Szabo RM. Diaphyseal humerus fractures: natural history and occurrence of nonunion. Orthopedics. avr 1995;18(4):333-5.

7 Tables

Table I Patients' characteristics

	Total	WDI Group	DI Group	P value
Number of fractures	121	74	47	
Age at surgery (mean $\pm$ SD), years	55.14 $\pm$ 21.00	53.61 $\pm$ 20.29	57.55 $\pm$ 22.07	0.3255
Gender, n (%)				
Male	60 (49.59%)	40 (54.05%)	20 (42.55%)	0.2175
Female	61 (50.41%)	34 (45.95%)	27 (57.45%)	
Lateralization, n (%)				
Right-handed	88 (88%)	52(92.86%)	36(81.82%)	0.2641
Left-handed	7 (7%)	2(3.57%)	5(11.36%)	
Ambidextrous	5 (5%)	2(3.57%)	3(6.82%)	
Body Mass Index (Mean $\pm$ SD)	25.84 $\pm$ 5.07	25.49 $\pm$ 5.07	26.39 $\pm$ 5.08	0.3479
Accident at work, n (%)	14 (12.17%)	9 (13.24%)	5 (10.63%)	0.6754
Trauma mechanism, n (%)				
Traffic accident	36 (29.75%)	25 (33.78%)	11 (23.40%)	
Fall	70 (57.85%)	40 (54.05%)	30 (63.83%)	
Fall from height	5 (4.13%)	1 (1.35%)	4 (8.51%)	
Sports	7 (5.79%)	5 (6.76%)	2 (4.26%)	
Others	3 (2.48%)	3 (4.05%)	0	
Comorbidities				
Smoking, n (%)	56 (53.84%)	28 (47.46%)	28(62.22%)	0.1345
Corticoids, n (%)	0	0	0	NA
Alcohol, n (%)	26 (25.24%)	12 (20.34%)	14 (31.81%)	0.2015
Diabetic, n (%)	11 (10.57%)	9 (15.00%)	2 (4.54%)	0.1106
ASA PS Classification (Mean $\pm$ SD)	1.81 $\pm$ 0.71	1.78 $\pm$ 0.70	1.85 $\pm$ 0.73	0.6228
Mortality	14 (11.57%)	11 (14.86%)	3 (6.38%)	

Continuous data are given as mean $\pm$ standard deviation or number of fractures (%)
WDI, Without Distal Interlocking; *DI*, Distal Interlocking; *SD*, Standard Deviation; *n*, number; *ASA PS Classification*, American Society of Anesthesiologists Physical Status Classification.

Table II Baseline characteristics

	Total	WDI Group	DI Group	P value
Side affected, n (%)				
Right	47 (38.84%)	23 (31.08%)	24 (51.06%)	0.0279
Left	74 (61.16%)	51 (68.92%)	23 (48.94%)	
Dominant	38 (38%)	18(32.14%)	20(45.45%)	0.2486
Radial palsy, n (%)				
Preoperative	6 (4.96%)	2 (2.70%)	4 (8.51%)	NA
Postoperative	10 (8.26%)	4 (5.41%)	6 (12.77%)	
Spontaneous recovery	10 (100%)	4 (100%)	6 (100%)	
Fractures, n (%)				
Open	9 (7.44%)	8 (10.81%)	1 (2.13%)	0.1513
Closed	112 (92.56%)	66 (89.19%)	46 (97.87%)	
AO classification, n (%)				
Type A	61 (50.41%)	41 (55.41%)	20 (42.55%)	0.2697
Type B	28 (23.14%)	17 (22.97%)	11 (23.40%)	
Type C	32 (26.45%)	16 (21.62%)	16 (34.04%)	
Localization on humerus, n (%)				
Proximal third	22 (18.18%)	16 (21.62%)	6 (12.77%)	0.5432
Proximal and middle third junction	31 (25.62%)	16 (21.62%)	15 (31.91%)	
Middle	54 (44.63%)	33 (44.59%)	21 (44.68%)	
Middle and distal third junction	11 (9.09%)	6 (8.11%)	5 (10.64%)	
Distal third	1 (0.83%)	1 (1.35%)	0	
Bifocal	2 (1.65%)	2 (2.70%)	0	
Time between fracture and surgery, days $\pm$ SD	1.93 $\pm$ 2.87	1.95 $\pm$ 3.46	1.89 $\pm$ 1.60	0.9106
Days in hospital, days $\pm$ SD	8.74 $\pm$ 9.94	8.68 $\pm$ 9.94	8.85 $\pm$ 10.05	0.9253
Immobilization duration, weeks $\pm$ SD	5.85 $\pm$ 2.48	5.85 $\pm$ 2.71	5.32 $\pm$ 2.02	0.2208

Continuous data are given as mean $\pm$ standard deviation or number of fractures (%)
WDI, Without Distal Interlocking; DI, Distal Interlocking; n, number; NA, Not Applicable;
SD, Standard Deviation.

Table III Results (except clinical results)

	Total	WDI Group	DI Group	P value
Consolidation (X-ray analysis), n (%)				
Number of patients	106	64	42	
at 3 months	47 (44.34%)	30 (46.87%)	17 (40.47%)	0.5476
at 6 months	92 (86.79%)	57 (89.06%)	35 (83.33%)	0.5081
at the last follow-up	100 (94.34%)	60 (93.75%)	40 (95.24%)	0.6462
Nonunion	6 (5.66%)	4 (6.25%)	2 (4.76%)	NA
Eutrophic	5 (83.33%)	4 (100%)	1 (50%)	NA
Atrophic	1 (16.67%)	0	1 (50%)	NA
Operative time				
Number of patients, n	121	74	47	
Duration, min $\pm$ SD	72.75 $\pm$ 27.78	63.09 $\pm$ 21.30	87.96 $\pm$ 30.11	4.76e-06
Fluoroscopy use				
Number of patients, n	74	39	35	
Duration, sec $\pm$ SD	80.17	59.06 $\pm$ 30.30	100.36 $\pm$ 48.98	4.172e-05

Continuous data are given as mean $\pm$ standard deviation or number of fractures (%)
WDI, Without Distal Interlocking; *DI*, Distal Interlocking; *n*, number; *NA*, Not Applicable;
SD, Standard Deviation.

Table IV Clinical results

	Total	WDI Group	DI Group	P value
Interview sub-group, Mean $\pm$ SD				
Number of patients	96	55	41	
VAS	1.98 $\pm$ 2.06	2.20 $\pm$ 2.10	1.68 $\pm$ 1.99	0.1541
SSV	80.67 $\pm$ 16.83	78.98 $\pm$ 17.63	82.93 $\pm$ 15.61	0.2556
SEV	92.80 $\pm$ 13.97	90.80 $\pm$ 15.88	95.49 $\pm$ 10.48	0.2142
No. of patients with good or excellent result	78 (81.25%)	44 (80.00%)	34 (82.93%)	0.9260
Examination sub-group, Mean $\pm$ SD				
Number of patients	63	37	26	
Constant Shoulder Score				
Absolute (CSSabs)	69.37 $\pm$ 19.34	66.89 $\pm$ 20.35	72.88 $\pm$ 17.59	0.3387
Relative (CSSrel)	85.80 $\pm$ 21.80	80.73 $\pm$ 22.83	91.81 $\pm$ 18.81	0.0642
MEPS	89.84 $\pm$ 15.29	87.70 $\pm$ 16.73	92.88 $\pm$ 12.66	0.3438
Correlation				
SSV / CSSabs	0.7248			1.87e-11
SSV / CSSrel	0.6167			7.386e-08
SEV / MEPS	0.9154			< 2.2e-16

Continuous data are given as mean $\pm$ standard deviation or number of fractures (%)
WDI, Without Distal Interlocking; *DI*, Distal Interlocking; *SD*, Standard Deviation; *VAS*, Visual Analogic Scale; *SSV*, Subjective Shoulder Value; *SEV*, Subjective Elbow Value; *CSSabs*, Absolute Constant Score; *CSSrel*, Relative Constant Score; *MEPS*, Mayo Elbow Performance Score.

8 Figures

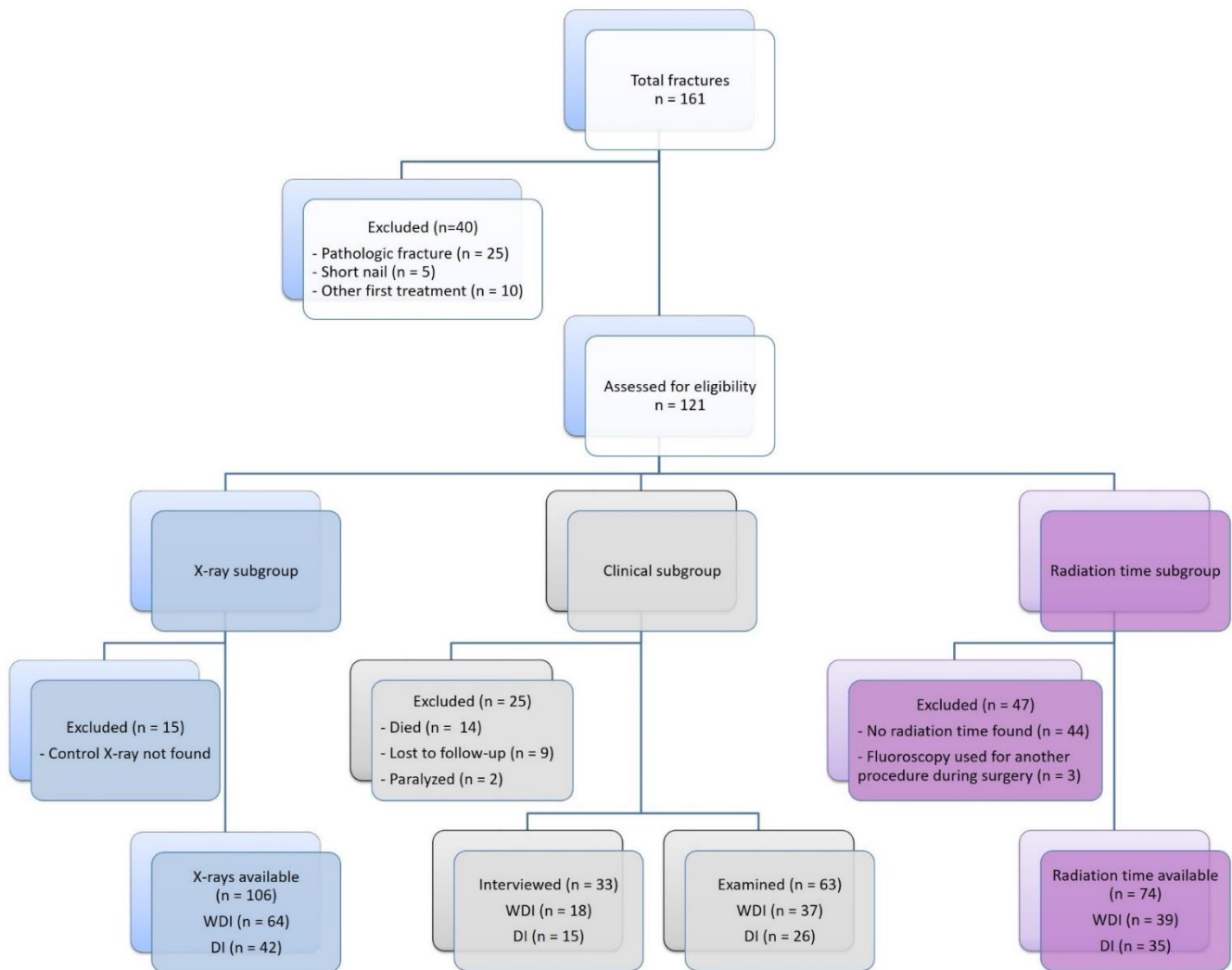


Figure 1: Participant flow for all patients included in 3 sub-groups (X-ray, Clinical, Radiation time).
 WDI, Without Distal Interlocking group;
 DI, Distal Interlocking group.

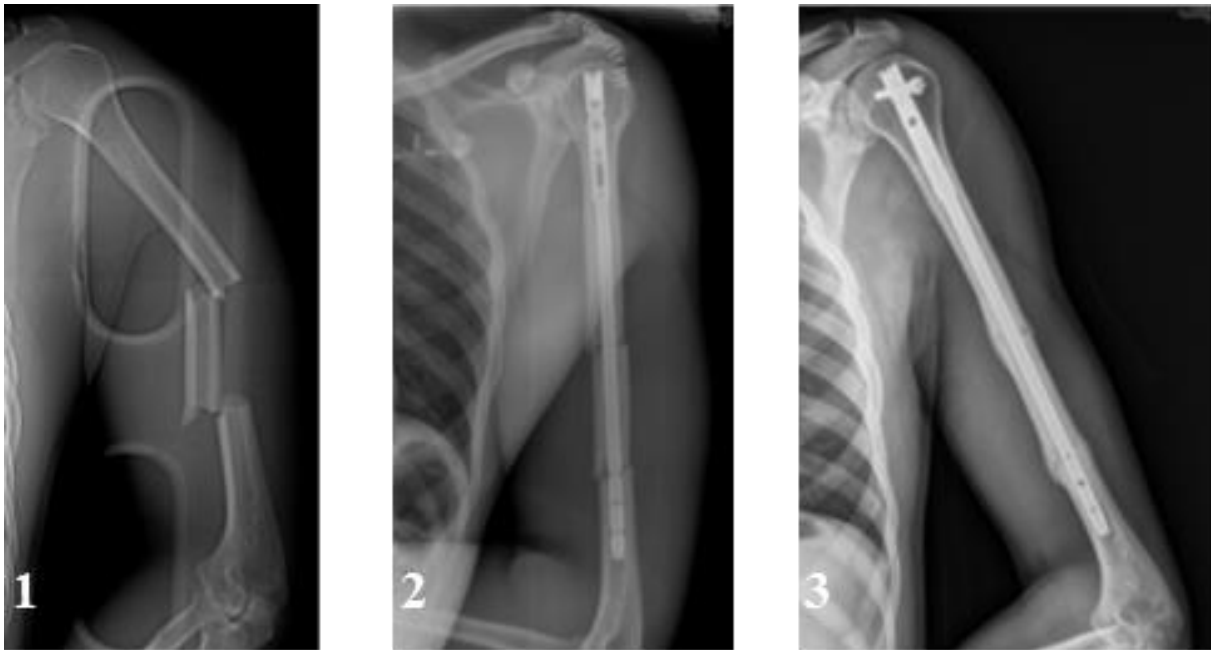


Figure 2: Left-arm bifocal fracture managed by IMN without distal interlocking.

1. X-ray before surgery
2. X-ray just after surgery
3. Control X-ray at 6 months



Figure 3: Left-arm transverse fracture managed by IMN without distal interlocking.

1. X-ray before surgery
2. X-ray just after surgery
3. Control X-ray at 6 months

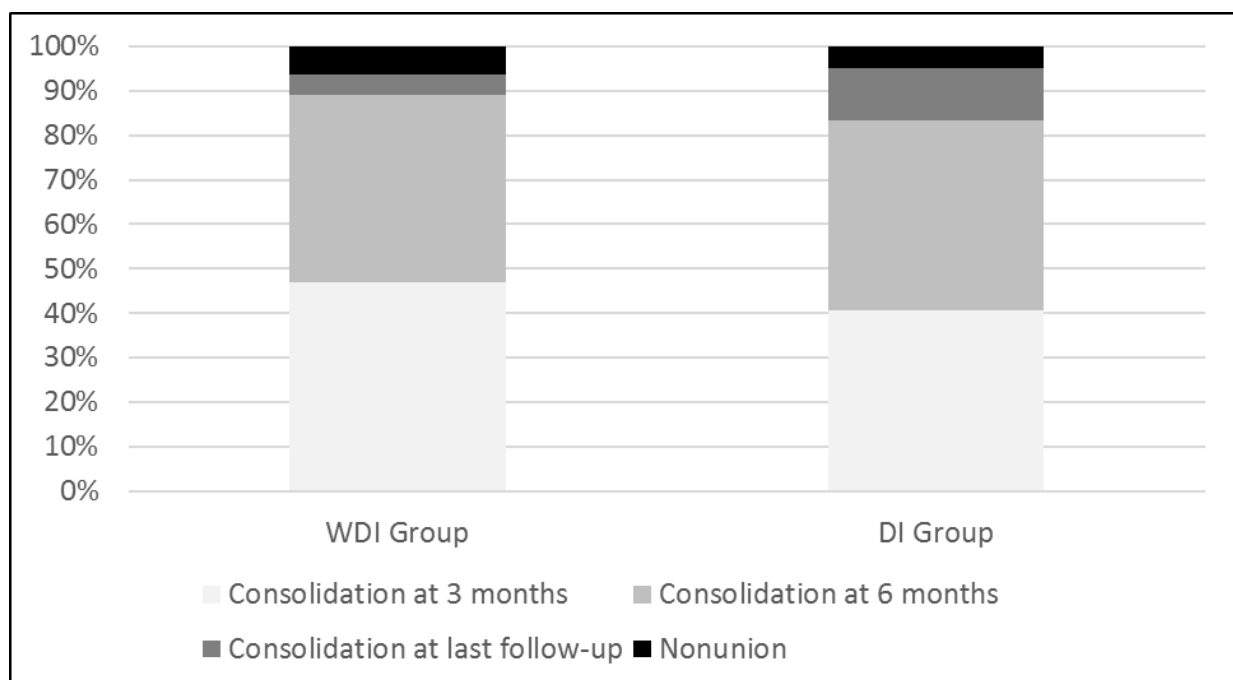


Figure 4: Comparison of consolidation distribution between the group without and with distal interlocking (p=0.65).

WDI, Without Distal Interlocking;

DI, Distal Interlocking.

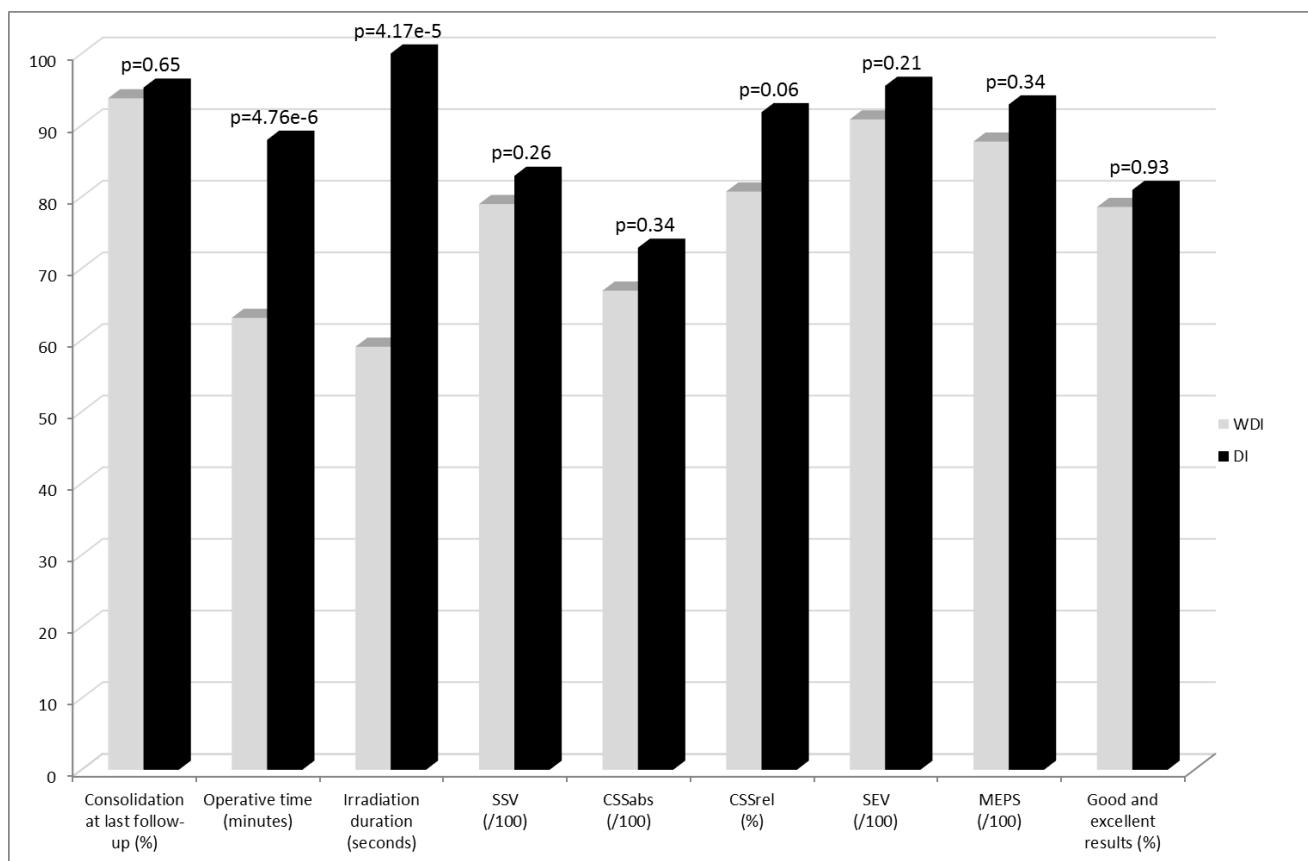


Figure 5: Comparison of 6-month follow-up results between the two groups.
 WDI, Without Distal Interlocking group;
 DI, Distal Interlocking group.

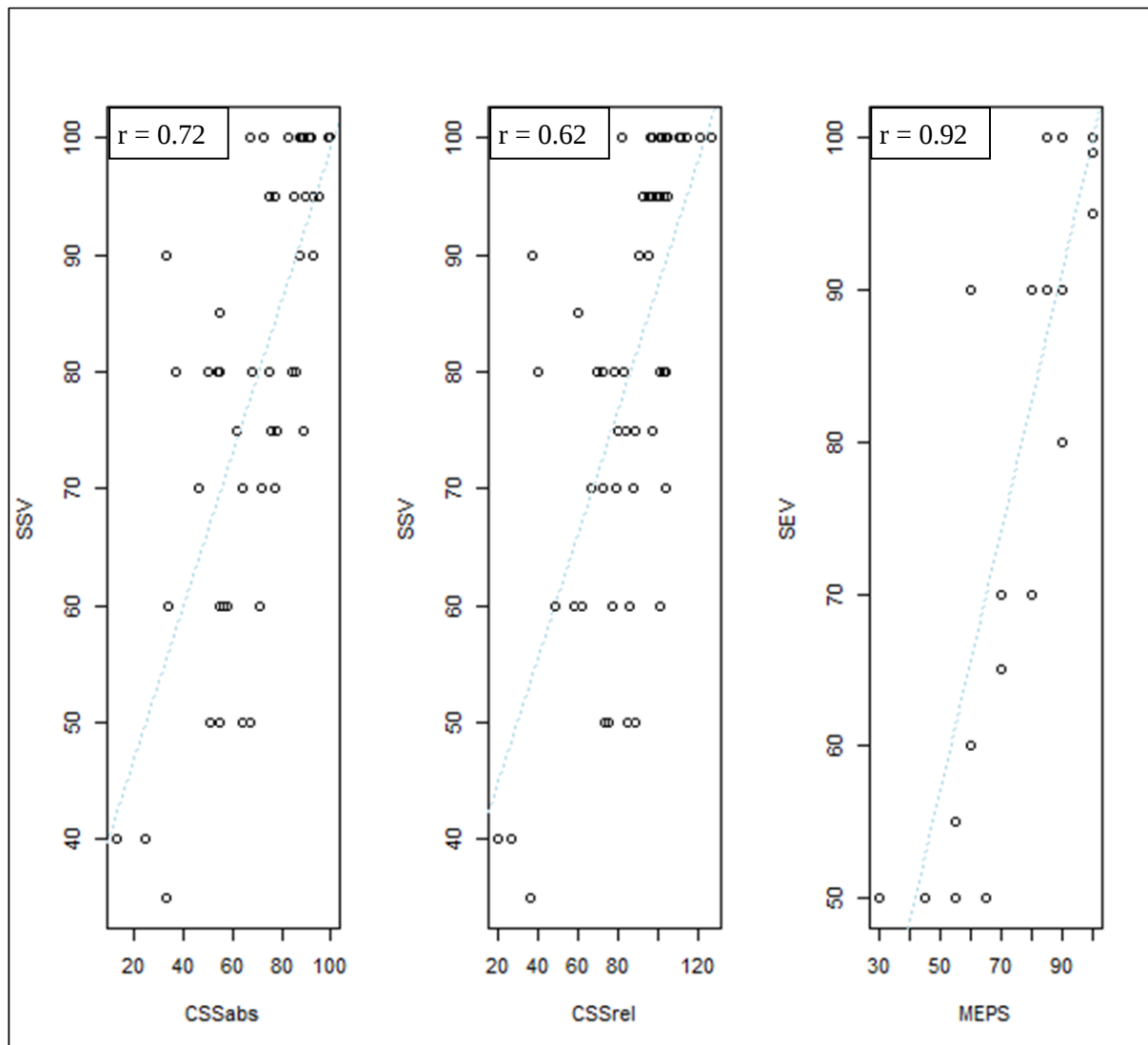


Figure 6: Pearson's correlation between SSV and CSSabs, SSV and CSSrel, SEV and MEPS.

r , Pearson's correlation coefficient;
SSV, Subjective Shoulder Value;
CSSabs, Absolute Constant Score;
CSSrel, Relative Constant Score;
SEV, Subjective Elbow Value;
MEPS, Mayo Elbow Performance Score.

Titre de la thèse :

Enclouage centromédullaire des fractures diaphysaires de l'humérus : le verrouillage distal est-il indispensable ?
Étude rétrospective continue comparative de 121 cas : verrouillage proximal versus verrouillage bipolaire

Auteur : COLOMBI ROMAIN

Résumé :

Introduction : le verrouillage bipolaire dans l'enclouage centromédullaire des fractures diaphysaires de l'humérus est la technique de référence. Toutefois, le verrouillage distal est pourvoyeur de morbidités opératoires. Notre hypothèse est que l'absence de verrouillage distal n'implique aucune différence de consolidation ou de résultats cliniques par rapport au verrouillage bipolaire.

Méthode : cette étude rétrospective, comparative et continue incluait 120 patients (121 fractures). Le critère de jugement principal était la consolidation radiographique à 6 mois. Les critères secondaires étaient les résultats fonctionnels de l'épaule et du coude, la douleur, la durée opératoire, la durée de scopie per-opératoire.

Résultats : le groupe verrouillage proximal exclusif (n=74) et le groupe verrouillage bipolaire (n=47) ne présentaient aucune différence significative pour les critères démographiques, le type de fracture ou la durée d'immobilisation. Aucune différence significative n'a été mise en évidence pour : la consolidation osseuse (p=0,65), les résultats fonctionnels de l'épaule, du coude et la douleur. En revanche une différence significative a été retrouvée pour la durée opératoire (p<0,01) et la durée d'exposition aux radiations per-opératoires (p<0,01) en faveur du verrouillage proximal.

Conclusion : le verrouillage proximal isolé dans l'enclouage centromédullaire des fractures diaphysaires de l'humérus permet d'obtenir un taux de consolidation osseuse et des résultats cliniques comparables au verrouillage bipolaire, avec une diminution du temps opératoire et de la durée de scopie per-opératoire, tout en évitant les éventuels risques liés aux voies d'abord distales.

Niveau de preuve : III, étude rétrospective comparative

Mots-clés : Fracture humérale, Diaphyse humérale, Enclouage huméral, Verrouillage distal, Verrouillage unipolaire